

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

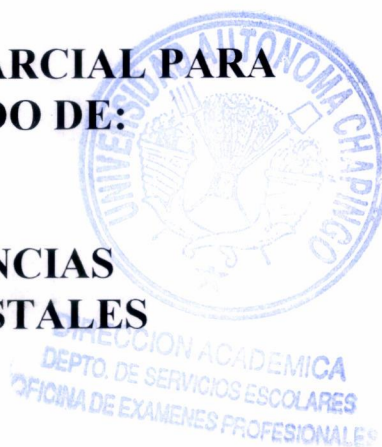
DIVISIÓN DE CIENCIAS FORESTALES

**CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE PALO
MORADO (*Peltogyne mexicana* MARTÍNEZ) UNA
ESPECIE AMENAZADA DE GUERRERO,
MEXICO**

T E S I S

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

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN CIENCIAS FORESTALES**



P R E S E N T A

JOSÉ NAVARRO MARTÍNEZ

Chapingo, Estado de México, México.
Diciembre del 2001

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH



BIB 96737

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE PALO MORADO (*Peltogyne mexicana* MARTÍNEZ) UNA ESPECIE AMENAZADA DE GUERRERO, MÉXICO

Tesis realizada por **José Navarro Martínez** 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 CIENCIAS FORESTALES.

DIRECTOR: Dra. Amparo Borja de la Rosa.

ASESOR: Ph. Dr. Miguel Ángel Musalem Santiago.

ASESOR: Ph. Dr. Hugo Ramírez Maldonado.

ASESOR: Ph. Dr. Diodoro Granados Sánchez.

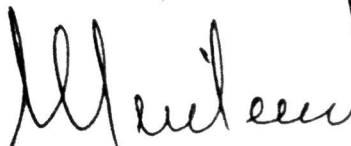
Chapingo, Estado de México, México. Diciembre del 2001

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE PALO MORADO (*Peltogyne mexicana* MARTÍNEZ) UNA ESPECIE AMENAZADA DE GUERRERO, MÉXICO

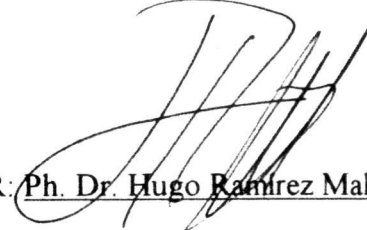
El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de **José Navarro Martínez** autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Ciencias Forestales estuvo constituido por:



PRESIDENTE: Dra. Amparo Borja de la Rosa.



ASESOR: Ph. Dr. Miguel Ángel Musalem Santiago.



ASESOR: Ph. Dr. Hugo Ramírez Maldonado.



ASESOR: Ph. Dr. Diodoro Granados Sánchez.

Chapingo, Estado de México, México. Diciembre del 2001

DEDICATORIA

*A mis padres: Sra. Enedina Martínez y Sr. Eudoxio Navarro
por darme lo más preciado, la vida.*

*A mi esposa Elizabeth por su amor y comprensión
A mi hija Diana Jhosely motivo de mi superación y alegría,
a ambas pido disculpas por robarles su valioso tiempo destinado
a esta aventura académica.*

A mis hermanos (as) y familiares, por su estímulo.

*A las familias: Xochitla Carrera, Carbajal López,
Plancarte Mondragón, Zúñiga Chacón;
por ese cariño que nos une.*

A Dios y a tí...

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento brindado durante mis estudios.

A la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria (DGETA), por otorgarme la Beca-Comisión y el financiamiento para la realización de la presente tesis.

A la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, por darme la oportunidad de superarme humana y profesionalmente en sus instalaciones.

A la Dra. Amparo Borja de la Rosa, quién con su estímulo, orientación y apoyo incondicional, dirigió y encauzó hacia feliz termino la presente tesis.

Al Ph. Dr. Miguel Ángel Musalem Santiago, por compartir de manera desinteresada su tiempo y experiencia en asesorías y redacción del trabajo final.

Al Ph. Dr. Hugo Ramírez Maldonado, por su asesoría, atinadas sugerencias y compartir sus conocimientos fomentando en mí el espíritu de superación.

Al Ph. Dr. Diodoro Granados Sánchez, por su asesoría y sugerencias que indudablemente enriquecen la presente tesis.

Al personal de la Coordinación Estatal de la DGETA en Guerrero y del Centro de Bachillerato Tecnológico Forestal No. 5 con sede en Tierra Colorada, Guerrero, por la oportunidad que me brindaron para realizar mis estudios.

Al INIFAP Campo Experimental San Martinito, a la M.C. Martha Fuentes y al Dr. José Honorato Salazar, por su apoyo en la realización de los ensayos mecánicos de la madera.

Al Dr. Dante A. Rodríguez Trejo, por sus atinadas sugerencias en descripción de la semilla.

A la Biol. Juana Huerta Crespo por sus sugerencias e interés en la especie.

A la M. C. Silvia E. García del Laboratorio de Patología de la División de Ciencias Forestales de la UACH, por la identificación de las enfermedades.

A los Sres. Francisco Pérez Cuevas, Rosario Cruz Guzmán , Gerardo Mendoza, por su apoyo en la preparación del material para los diversos ensayos, así como al personal de la Planta Piloto (Aserradero) de la DICIFO, UACH.

A mis maestros por brindarme sus sabios conocimientos y apoyo.

A mis amigos por su estímulo.

DATOS BIOGRÁFICOS

El autor nació el 19 de marzo de 1969 en Totomixtlahuaca, Municipio de Tlacoapa, Guerrero, realizó sus estudios de primaria en su pueblo natal y la secundaria en la cabecera municipal. Entre 1983 a 1986, cursa la carrera de Técnico Forestal en el Centro de Bachillerato Tecnológico Forestal No. 5 con sede en Tierra Colorada, Guerrero. Se gradúa en el año de 1991 como Ingeniero Forestal en Sistemas de Producción en el Instituto Tecnológico Forestal No. 1 ubicado en El Salto, Pueblo Nuevo, Durango.

Entre 1991 y 1992, desempeña actividades de inventario forestal en la Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal No. 2 de Santiago, Papasquiario y No.3 de San Miguel de Cruces, Durango. A partir de agosto de 1992 labora como docente en el Centro de Bachillerato Tecnológico Forestal No. 5 y en enero del 2000 ingresa a la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, donde cursa la Maestría en Ciencias Forestales.

RESUMEN

José Navarro Martínez

Contribución al conocimiento de palo morado (*Peltogyne mexicana* Martínez) una especie amenazada de Guerrero, México

(Bajo la dirección de la Dra. Amparo Borja de la Rosa)

El género *Peltogyne* Vogel consta de 23 especies y se distribuye desde México hasta el sur de Brasil, pero solo *Peltogyne mexicana* Martínez se distribuye naturalmente en el Estado de Guerrero, México; donde se considera como una especie de alto valor por su utilización y se encuentra amenazada. Se presenta una contribución sobre la fenología, descripción y análisis de semilla, fisiología de la germinación, sinecología, funciones de volumen comercial de la madera, caracterización anatómica y propiedades físicas y mecánicas de la madera. Entre los resultados relevantes se resalta que la especie florea entre finales de julio y principios de agosto y la maduración de las semillas entre febrero y marzo. La semilla resultó ser fotoblástica negativa. En el estudio sinecológico la especie presenta Valor de Importancia mayor de tres. Las funciones de volumen con y sin corteza de mejor ajuste, resultaron ser: $V_{cc}=0.021015 + 0.000027435(D^2H)$ y $V_{sc}=0.017627 + 0.000025916(D^2H)$. Anatómicamente la madera es homogénea, de color morado, con un 61.00% de fibras, muy pesada, con una gran cantidad de extractivos, cambios dimensionales medios y alta resistencia.

Palabras clave: *Peltogyne mexicana* Martínez, fenología, germinación, sinecología, anatomía, volumen, propiedades tecnológicas.

ABSTRACT

José Navarro Martínez

Contribution to the knowledge of purpleheart (*Peltogyne mexicana* Martínez) a threaten specie from Guerrero, Mexico

(Directed by Amparo Borja de la Rosa, Dra.)

Genus *Peltogyne* Vogel contains 23 different species which are distributed from Mexico to South Brazil, nevertheless only *Peltogyne mexicana* Martinez occurs wildly in the State of Guerrero, Mexico; in that place it is a very valuable specie because it is used as lumber and it is threaten. This research shows a contribution to the study of phenology, seed description and analysis, germination physiology, sinecology, commercial value wood volume functions, anatomical, wood physic and mechanical properties. Results showed that this specie gets flowering from late July and early August; seed ripening occurs between February and March. Seed showed a negative photoblastic character. Sinecological study, this specie showed an important value larger than 3. Volume functions with and without bark of better adjustment were: $V_{cc}=0.021015+0.000027435(D^2H)$ and $V_{sc}=0.017627+0.000025916(D^2H)$. Wood is homogeneous in anatomical characteristics, purple color, fiber content=61%, very heavy, with a large content of extractives, medium dimensional changes and high resistance.

Keywords: *Peltogyne mexicana* Martínez, phenology, germination, sinecology, anatomy, volume, technological properties

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	Pág. viii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE DE CUADROS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DEL APÉNDICE	xviii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
3. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE Y ÁREA DE ESTUDIO	4
3.1. Descripción de la especie	4
3.2. Descripción del área de estudio	9
3.2.1 Geología	9
3.2.2. Orografía e hidrografía	10
3.2.3. Vegetación	10
4. FENOLOGIA, ANÁLISIS Y GERMINACIÓN DE SEMILLAS	12
4.1. Introducción	12
4.2 Antecedentes	12
4.2.1. Fenología y semillas	12
4.2.2. Fisiología de la germinación	17
4.3. Metodología	23
4.4. Resultados y Discusión	27
4.4.1. Fenología	27
4.4.2. Descripción del fruto y semilla	27
4.4.3. Características físicas y biológicas	30
4.4.3.1. Pureza	30
4.4.3.2. Peso	30
4.4.3.3. Contenido de humedad	31
4.4.3.4. Condición fitosanitaria de la semilla	31
4.4.3.5. Viabilidad	31
4.4.4. Fisiología de la germinación	34
4.4.4.1. Factorial 2x4x6	34

4.4.4.2. Factorial 3x2x6	39
4.4.4.3. Análisis de los efectos de los factores principales	41
4.4.4.4. Análisis de los efectos de las interacciones dobles	47
4.4.4.5. Días a la germinación	51
4.5. Conclusiones	60
4.6. Literatura citada	61
5. CARACTERIZACION SINECOLÓGICA	65
5.1. Introducción	65
5.2. Antecedentes	66
5.2.1. Antecedentes de estudios sinecológicos en el área	69
5.3. Metodología	70
5.4. Resultados y Discusión	75
5.4.1. Descripción del estrato arbóreo en comunidades con <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	76
5.4.2. Análisis cuantitativo de los parámetros ecológicos del estrato arbóreo de los sitios de muestreo	76
5.4.2.1. Sitio tierra Colorada	76
5.4.2.2. Sitio La Venta-Omitlán	79
5.4.2.3. Sitio El Rincón de la Vía	81
5.4.2.4. Sitio Acahuizotla	83
5.5. Análisis del suelo	86
5.6. Regeneración y condición fitosanitaria de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	89
5.7. Importancia económica de la especie	90
5.8. Conclusiones	95
5.9. Literatura citada	97
6. FUNCIONES DE VOLUMEN COMERCIAL CON Y SIN CORTEZA	99
6.1. Introducción	99
6.2. Antecedentes	100
6.3. Materiales y Métodos	101
6.4. Resultados y Discusión	103
6.5. Conclusión	108
6.6. Literatura citada	109
7. CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES TECNOLÓGICAS	111
7.1. Introducción	111
7.2. Antecedentes	112
7.3. Metodología	118
7.3.1. Caracterización anatómica	118
7.3.1.1. Anatomía macroscópica	118

7.3.1.2. Anatomía microscópica	118
7.3.2. Propiedades físicas	122
7.3.2.1. Contenido de humedad verde	122
7.3.2.2. Densidades	122
7.3.2.3. Contracciones e hinchamientos	124
7.3.2.4. Punto de Saturación de la Fibra	126
7.3.2.5. Coeficiente de hinchamiento	126
7.3.2.6. Coeficiente de contracción volumétrica	127
7.3.2.7. Relación de anisotropía	127
7.3.3. Propiedades mecánicas	128
7.3.3.1. Ensayo de flexión estática	128
7.3.3.2. Compresión perpendicular a la fibra	130
7.3.3.3. Ensayo de Dureza Janka	131
7.4. Resultados y Discusión	133
7.4.1. Característica anatómicas	133
7.4.1.1. Característica macroscópicas	133
7.4.1.2. Características microscópicas	133
7.4.1.3. Proporción de elementos constitutivos	140
7.4.1.4. Distribución de los elementos constitutivos por zonas	142
7.4.2. Propiedades físicas	143
7.4.2.1. Contenido de humedad verde de la albura y el duramen	143
7.4.2.2. Densidades de la albura y el duramen	143
7.4.2.3. Contracciones e hinchamientos de la albura y el duramen	145
7.4.2.4. Relación de anisotropía (A)	145
7.4.2.5. Punto de Saturación de la Fibra (PSF)	148
7.4.2.6. Coeficiente de hinchamiento (v)	148
7.4.2.7. Coeficiente de contracción volumétrica	148
7.4.3. Propiedades mecánicas	148
7.4.3.1. Flexión estática	149
7.4.3.2. Compresión perpendicular de la fibra	150
7.4.3.3. Dureza Janka	150
7.4.4. Discusión	152
7.5. Usos actuales y potenciales	153
7.6. Conclusión	155
7.7. Literatura citada	156
8. CONCLUSIONES GENERALES	158
9. APÉNDICE	160

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 4.1 Análisis de varianza de los tratamientos aplicados para la germinación de la semilla de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez, analizado como un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x4x6	35
Cuadro 4.2 Análisis de varianza de los Tratamientos pregerminativos aplicados a la semilla de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez, analizado como un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x4x6	38
Cuadro 4.3 Análisis de varianza de los tratamientos aplicados para la germinación de la semilla de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez, analizado como un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3x2x6	40
Cuadro 4.4 Comparación de medias de Tukey, del porcentaje de germinación de la semilla de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez por efecto de los factores principales	43
Cuadro 4.5 Comparación de medias de Tukey del porcentaje de germinación de la semilla de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez por efecto de la interacción Temperatura-Fotoperiodo	48
Cuadro 4.6 Comparación de medias de Tukey del porcentaje de germinación de la semilla de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez por efecto de la interacción Fotoperiodo-Tratamientos pregerminativos	49
Cuadro 4.7 Comparación de medias de Tukey del porcentaje de germinación de la semilla de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez por efecto de la interacción Temperatura-Tratamientos pregerminativos	50
Cuadro 5.1 Resultados de la evaluación de los parámetros ecológicos del estrato arbóreo para el sitio Tierra Colorada, Municipio de Juan R. Escudero, Gro	78
Cuadro 5.2 Resultados de la evaluación de parámetros ecológicos del estrato arbóreo para el sitio Presa Hidroeléctrica La Venta-Omitlán, Juan R. Escudero, Gro	80
Cuadro 5.3 Resultados de la evaluación de los parámetros ecológicos del estrato arbóreo para el sitio de El Rncón de la Vía, Municipio de Chilpancingo, Gro	82
Cuadro 5.4 Resultados de la evaluación de parámetros ecológicos del estrato	

	arbóreo para el sitio de Acahuizotla, Municipio de Chilpancingo, Gro	84
Cuadro 5.5	Resultados del análisis del suelo del área de distribución natural de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	87
Cuadro 5.6	Metodología utilizada por el Laboratorio Central Universitario Suelos-UACH, para el análisis del suelo	88
Cuadro 6.1	Resultados de los modelos ajustados para el calculo de volumen con corteza para <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	104
Cuadro 6.2	Resultados de los modelos ajustados para el calculo de volumen sin corteza para <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	105
Cuadro 6.3	Análisis de varianza para el modelo de la Variable Combinada (ordinaria), para estimar el volumen comercial con corteza para <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	106
Cuadro 6.4	Parámetros estimados para el modelo de la Variable Combinada (ordinaria) para estimar el volumen con corteza para <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	106
Cuadro 6.5	Análisis de varianza para el modelo de la Variable Combinada (ordinaria), para estimar el volumen comercial sin corteza para <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	107
Cuadro 6.6	Parámetros estimados para el modelo de la Variable Combinada (ordinaria) para estimar el volumen sin corteza para <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	107
Cuadro 7.1	Características macroscópicas de la madera de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	134
Cuadro 7.2	Características microscópicas de la madera de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	138
Cuadro 7.3	Clasificación de los elementos celulares de la madera de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	139
Cuadro 7.4	Proporción de elementos constitutivos de la madera de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	140
Cuadro 7.5	Distribución de los elementos constitutivos de la madera de	

	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	142
Cuadro 7.6	Densidades para la madera de duramen de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	144
Cuadro 7.7	Densidades para la madera de albura de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	144
Cuadro 7.8	Contracciones para la madera de duramen de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	146
Cuadro 7.9	Contracciones para la madera de albura de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	146
Cuadro 7.10	Hinchamiento para la madera de duramen de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	147
Cuadro 7.11	Hinchamientos para la madera de albura de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	147
Cuadro 7.12	Flexión estática para la madera de duramen de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	151
Cuadro 7.13	Compresión perpendicular para la madera de duramen de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	151
Cuadro 7.14	Dureza Janka para la madera de duramen de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	151

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3.1 Distribución geográfica del género <i>Peltogyne</i> Vogel (Tomado de Freitas da Silva, 1976)	5
Figura 3.2 Árboles adultos, flor y fruto de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	7
Figura 3.3 Localización del área de estudio, en el centro del Municipio de Juan R. Escudero y sureste del Municipio de Chilpancingo, Guerrero.....	11
Figura 4.1 Desarrollo fenológico de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez.....	28
Figura 4.2 Semilla adherida a una parte del fruto (a) y embrión (b) de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez.....	29
Figura 4.3 Comportamiento de la viabilidad de la semilla de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez, después de la cosecha.....	33
Figura 4.4 Desarrollo de la plántula de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	36
Figura 4.5 Efecto de la Temperatura sobre la germinación de la semilla de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez.....	44
Figura 4.6 Efecto del Fotoperiodo sobre la germinación de la semilla de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez.....	45
Figura 4.7 Efecto de los Tratamientos pregerminativos sobre la germinación de la semilla de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez.....	46
Figura 4.8 Efecto de la interacción Temperatura-Fotoperiodo sobre la germinación de la semilla de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez.....	53
Figura 4.9 Efecto de la interacción Temperatura-Tratamientos pregerminativos sobre la germinación de la semilla de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez.....	54
Figura 4.10 Efecto de la interacción Fotoperiodo-Tratamientos pregerminativos sobre la germinación de la semilla de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez.....	55
Figura 4.11 Efecto de la Temperatura sobre la velocidad de germinación de la semilla de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez.....	56

Figura 4.12	Efecto del Fotoperiodo sobre la velocidad de la germinación de la semilla de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez.....	57
Figura 4.13	Efecto de los Tratamientos pregerminativos sobre la velocidad de la germinación de la semilla de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez.....	58
Figura 4.14	Efecto del Fotoperiodo (a) y la Temperatura (b) sobre la energía germinativa de la semilla de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez.....	59
Figura 5.1	(a) Arbolado joven sitio La Venta-Omitlán y (b) adulto sitio Tierra Colorada de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez.....	85
Figura 5.2	Vista panorámica del área de distribución de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez.....	91
Figura 5.3	Regeneración de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez, bajo árboles progenitores (a) y sobre rocas (b).....	93
Figura 5.4	Hongo del género <i>Phellinus</i> sp. (a) y su efecto en un árbol adulto (b).....	94
Figura 7.1	Cortes típicos macroscópicos de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez.....	135
Figura 7.2	Cortes típicos microcópicos a 4X de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez.....	136
Figura 7.3	Elementos constitutivos de la madera de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez..	137
Figura 7.4	Proporción de elementos constitutivos de la madera de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez.....	141

INDICE DEL APÉNDICE

	Pág.
Cuadro 1 Programa en SAS y salidas del análisis estadístico del factorial 2x4x6	161
Cuadro 1 (a) Análisis de la energía germinativa al 70% del factorial 2x4x6x	167
Cuadro 1 (b) Análisis de la energía germinativa al 90% del factorial 2x4x6x	170
Cuadro 2 Programa en SAS y salidas del análisis estadístico del factorial 3x2x6	173
Cuadro 2 (a) Análisis de la energía germinativa al 70% del factorial 3x2x6	178
Cuadro 2 (b) Análisis de la energía germinativa al 90% del factorial 3x2x6	180
Cuadro 3 Lista florística de la vegetación arbórea del área de distribución de <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	182
Cuadro 4 Información y análisis de los parámetros ecológicos del sitio Tierra Colorada	186
Cuadro 5 Información y análisis de los parámetros ecológicos del sitio La Venta-Omitlán	191
Cuadro 6 Información y análisis de los parámetros ecológicos del sitio El Rincón de la Vía	198
Cuadro 7 Información y análisis de los parámetros ecológicos del sitio Acahuizotla	204

1. INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales húmedos, contiene aproximadamente la mitad de especies que se encuentran en la tierra y cubren el 10% de la superficie terrestre. Sin embargo, la ecología de los bosques tropicales, no es bien conocida, miles de especies carecen de documentación, excepto por reportes sobre su morfología y localización; mientras que su anatomía, fisiología, características estructurales y ecológicas no han sido estudiadas.

Con una extensión de casi 2 millones de kilómetros cuadrados, México con apenas el 1.4% de la superficie planetaria, posee cerca del 10% del total de especies conocidas en el mundo y figura entre los 12 países considerados como de megadiversidad biológica, ya que posee una de las mayores riquezas biológicas del planeta por reunir todos los tipos de ecosistemas naturales existentes en el mundo (esta biodiversidad es muy frágil, puede ser destruida fácilmente). Posee una gran riqueza en sus bosques tropicales y templados y ha sido identificado por los científicos como el 4° país en el mundo en importancia por su biodiversidad y por la cantidad de especies endémicas con que cuenta (en angiospermas se calculan 25,000 especies y el porcentaje de endemismo en la flora oscila entre el 44 y el 63%) (<http://www.ine.gob.mx>).

Actualmente, el 70% del territorio de México sufre algún grado de desertificación, más del 50% de la cubierta vegetal original del país se ha perdido, lo que ha provocado la reducción drástica del hábitat. Los indicadores mas contundentes del daño ecológico son la extinción de especies y el incremento en el numero de las amenazadas. El numero de especies extintas en México de 1600 a la fecha en plantas superiores es de 11 por destrucción de su hábitat, las especies de plantas en riesgo son: 56 en peligro, 66 endémicas en peligro, 159 amenazadas, 168 endémica amenazadas, 186 raras, 219 endémicas raras, 31 en protección especial y 12 endémicas en protección especial (<http://www.ine.gob.mx>).

La superficie forestal en Guerrero se estima en 5,281,116 hectáreas, que representan el 82.78% del total, de las cuales 1,945,171 y 1,606,482 hectáreas, corresponden a bosques

y selvas, respectivamente (SARH, 1994). De ésta superficie, solo 300,000 hectáreas son bosques comerciales de alto potencial, de los que se pueden obtener una cosecha sostenida de aproximadamente 1.5 millones de m³r (COFAS, 1997).

La producción forestal en Guerrero está enfocada a la extracción y aprovechamiento de maderas que representan la principal fuente de ingresos para quienes viven en las áreas boscosas, donde la agricultura de temporal y la ganadería solo son actividades de subsistencia. 94.2% de la madera aprovechada es de pino, 5% de oyamel y encino, y solo el 1% se extrae de otras coníferas y árboles tropicales comunes (SEMARNAP, 1997).

Existen especies maderables de importancia comercial, ecológica y cultural que no tienen registro oficial de su aprovechamiento, como son palo morado (*Peltogyne mexicana*), cedro enebro (*Juniperus flaccida*) y linaloe (*Bursera aloexylon*), cuyos ecosistemas están siendo degradados de manera gradual y continua debido, entre otros factores, a la presencia de agentes de disturbio, conocimiento parcial de los recursos forestales, falta de aplicación correcta de los principios de ordenación y de manejo forestal y falta de conocimiento ecológico-silvícola de los bosques.

La madera de *Peltogyne mexicana* se utiliza para la producción de muebles y artesanías de alto valor comercial. Sin embargo, la manera actual de su aprovechamiento y la presencia de agentes de disturbio alteran el hábitat natural provocando la disminución de las poblaciones de esta especie, a tal grado, que es considerada por la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-ECOL-1994** como especie **amenazada** y podría desaparecer sin que las futuras generaciones la conozcan.

Por lo anterior, el presente estudio aborda aspectos biológicos, ecológicos, de manejo y tecnológicas de *Peltogyne mexicana* Martínez con la finalidad de contribuir al conocimiento que permita la conservación y el aprovechamiento sustentable de sus poblaciones.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Contribuir al conocimiento de *Peltogyne mexicana* Martínez, una especie amenazada del Estado de Guerrero.

2.2. Objetivos específicos

1. Describir el desarrollo fenológico de *Peltogyne mexicana* Martínez, para determinar la época de colecta de semilla de buena calidad.
2. Realizar el análisis físico y biológico de la semilla de *Peltogyne mexicana* Martínez.
3. Evaluar el efecto de la temperatura, fotoperiodo y tratamientos pregerminativos sobre la germinación de la semilla de *Peltogyne mexicana* Martínez en ambiente controlado.
4. Generar conocimientos básicos sobre aspectos florísticos y parámetros ecológicos de las comunidades arbóreas del área de distribución de *Peltogyne mexicana* Martínez.
5. Ajustar funciones de volumen comercial con y sin corteza para *Peltogyne mexicana* Martínez, como base para la realización de un inventario forestal maderable.
6. Contribuir al conocimiento de las características y propiedades tecnológicas de *Peltogyne mexicana* Martínez, con el propósito de determinar sus usos potenciales.

3. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE Y ÁREA DE ESTUDIO

3.1. Descripción de la especie

Descripción del género *Peltogyne* Vogel

Freitas da Silva (1976), menciona que la especie típica del género es: *Peltogyne discolor* Vogel, que etimológicamente significa:

peltos = escudo redondo

gyne = mujer, en alusión a su estigma dilatado en la especie típica

El género *Peltogyne* Vogel ocupa un lugar importante en la selva Amazónica, a menudo son árboles de gran tamaño, y de hermoso duramen, el cual generalmente llega a ser de color púrpura ó violeta. Su área de distribución cubre gran parte de América tropical, desde México (Acapulco) hasta el Sur de Brasil (Sao Paulo) (Duke, 1938).

El género *Peltogyne* Vogel, esencialmente neotropical, consiste actualmente en 23 especies distribuidas desde México, Panamá, Colombia, Guyanas, Bolivia y Trinidad, al Este o límite Sureste de Brasil, siendo la Amazonia Central, principalmente, su centro de distribución geográfica (Figura 3.1). Es importante por las excelentes cualidades de su madera como también por sus individuos de porte variable; las especies del género *Peltogyne* ocupan hábitats diversos, contribuyendo de modo expresivo como una composición florística y ecológica del Amazonas (Freitas da Silva, 1976).

Nombres comunes

El género *Peltogyne* Vogel al igual que la mayoría de sus especies son conocidas con los siguientes nombre vulgares (Kribs, 1968):

Amaranth, purpleheart, violet wood (Inglés); **palo morado (México)**; morado, nazareno (Panamá); tananeo (Colombia); algarrobito, morado, nazareno, zapatero (Trinidad);



Figura 3.1. Distribución geográfica del género *Peltoogyne* Vogel (Tomado de Freitas da Silva, 1976).

koorooboelli, kooroobovelli, koroborelli, kouburelli, kuraburelli, purpleheart, sacka, saka, sakavalli (Gran Bretaña); danstan, dastan, hoepelhout, kocolorelli, koeloeboeralli, kuruburelli, malako, mala-oko, marako, marawinazoo, poeprehati, porpratti, purperhart (Surinam); amarante, bois pourpre, bois violet, violet (Guyanas Francesas); barabú, coatá-quicaua, coracy, guarabú, guarabú branco, guarabú preto, guarabú roxinho, guarabú vermelho, guarabussú, ipe roxo, pau ferro, pau mulato da terra firme, pua roxo da catinga, pau roxo de campo, rosinha, roxinho, violeta (Brasil); morado (Bolivia).

Descripción de *Peltogyne mexicana* Martínez

En un documento de los Anales del Instituto de Biología, Tomo XXXI, de 1960, Maximino Martínez presenta la siguiente información con respecto al género *Peltogyne* y a la especie *Peltogyne mexicana* Martínez en particular, en su artículo Una Especie de *Peltogyne* en México:

El género *Peltogyne* está muy relacionado con *Hymenaea* por la forma y número de hojuelas, por los pétalos glandulosos, por el número de estambres y por otros detalles morfológicos y, sin duda por esto, en la obra Nova Genera et Species Plantarum de Humboldt, Bonpland y Kunth, en el Vol. VI, p. 254, Lám. 567, 1823, se ve descrita la especie *Hymenaea floribunda* (ahora *Peltogyne floribunda* (H.B.K.) Pitt.) encontrada en Guayana. Todavía H. Baillon, en 1870, incluyó *Peltogyne* como sección del género *Hymenaea* en su "Histoire des Plantes" Vol. II p. 114.

Peltogyne (estigma peltado) fue establecido como género por Th. Vogel en Linnaea II p. 410, 1837, con la especie *Peltogyne discolor*, procedente de Mayé, cerca de Río de Janeiro. Comprende unas 28 especies, de las que corresponderían 20 a Brasil, 1 a Venezuela, 3 a Guayana y Venezuela, 1 a Trinidad, 2 a Guayana y Colombia y a Panamá y Costa Rica, sin contar con la que a continuación se describe para México.

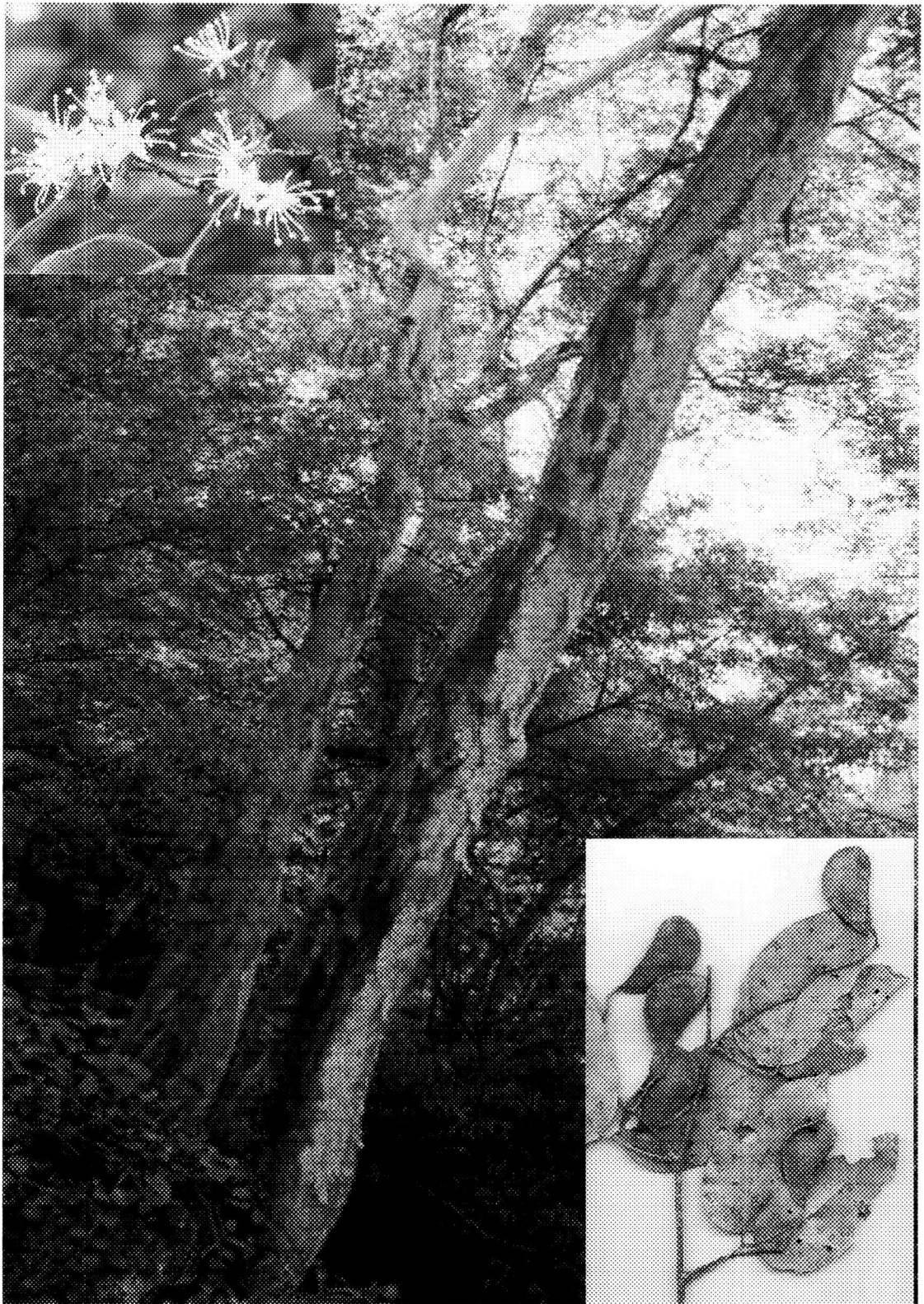


Figura 3.2. Árboles adultos, flor y fruto de *Peltogyne mexicana* Martínez.

Árbol. Árbol de 15 a 20 m, con tronco de 30 a 60 cm de diámetro normal; corteza grisácea con tinte amarillento, casi lisa, de 6 a 7 mm de grueso; ramas extendidas que comienzan a 5 o 6 m del suelo (Figura 3.2).

Hojas. Hojas alternas, compuestas de dos hojuelas oblongas, falcadas, asimétricas, de 4.5 a 6 cm de largo por 2.5 a 2.8 de ancho en su parte media, a veces hasta 8.5 x 4.5, coriáceas; ápice emarginado; borde entero, verde al principio y morado después; superficie lisa en ambas caras, de color verde brillante arriba y levemente opacas abajo, con glándulas puntiformes, azulosas, una o dos en cada celda del retículo, visibles en la cara superior y casi invisibles en la inferior y de color algo violácea; nervaduras laterales 8 a 9 a cada lado, curvadas y anastomosadas cerca del borde; pecíolo de 10 mm, a veces hasta 14, peciolillos de 2 a 3 mm, al hervir las hojas en agua, éstas toman una coloración rojizo-violácea. Las hojuelas en las plantas muy jóvenes, acuminadas.

Flor. Inflorescencia en panícula terminales y axilares, de 5 a 8 cm, con los pedúnculos y los pedicelos densamente ferrugíneo-pubescentes, los primeros de 3 mm y los segundos de 3.4; brácteas y bractéolas pequeñas y pronto caedizas.

Flores blancas, aromáticas, muy numerosas, de 8 mm de diámetro, en la antesis globosas, de 3 a 3.5 mm, finamente canescente-vellosa; sépalos 4, solamente visibles 3 por fuera en el botón, desiguales e imbricados, cóncavos, de color levemente violáceo, después castaño, finamente vellosos por fuera, de unos 3 mm, con glandulitas translúcidas, más grandes hacia el centro; pétalos 5, elípticos, oblongos, de unos 5 mm de largo por 2 a 2.5 de ancho, casi iguales, con numerosas glandulitas translúcidas; estambres 10, de los cuales 5 son mayores y alternados con los otros 5, todos fértiles; filamentos lisos y blancos, subulados hacia la extremidad, de 7 mm los mayores y de 5.5 los menores; anteras versátiles, blancas, ovales, lisas de 1.5 mm de largo, con dehiscencia lateral; ovario subovoide-comprimido, asimétrico, de 4 a 5 mm, atenuado hacia abajo y sésil, rodeado de un disco sinuado donde se insertan los estambres; superficie lisa, salvo por un grupo de pelillos arriba hacia un lado y algunos esparcidos cerca de la base; estilo de 4 mm, articulado y enrollado antes de la antesis, primero

blanco y después castaño rojizo; óvulos 6, alargados, de 0.8 mm; estigma peltado, lobulado, con unos tres lóbulos irregulares, con diminutos pelillos esparcidos.

Florece en agosto y la polinización es entomófila, las flores son numerosas y de corta duración, pues pronto caen los pétalos y los estambres, quedando un tiempo más los sépalos y al fin permanece solo el ovario con el estilo.

Fruto. Fruto oblicuo, obovoide-oblongo, comprimido, coriáceo, de 3.5 cm, con el ápice redondeado y apiculado.

3.2. Descripción del área de estudio

El presente estudio se realizó principalmente en el Municipio de Juan R. Escudero, Guerrero, delimitado por las coordenadas geográficas 99°19'00" y 99°38'08" de latitud Norte y 17°01'06" y 17°15'00" longitud Oeste (INEGI, 2000), en los terrenos de los ejidos Tierra Colorada, Omitlán y la Palma. Sin embargo, parte del estudio sinecológico también se prolongó en la parte Sur del Municipio de Chilpancingo, en los poblados de El Rincón de la Vía y Acahuizotla, ubicados entre las coordenadas 90°24'54" y 90°29'09" latitud Norte, 17°16'13" y 17°21'37" de longitud Oeste (Figura 3.3).

3.2.1. Geología

La especie se distribuye principalmente en terrenos accidentados y rocosos con pendientes superiores al 60% y a la rivera de los ríos Omitlán y Papagayo y en algunos afluentes de ambos.

Se distribuye principalmente en terrenos con abundancia de rocas sedimentarias (caliza), formada en el cretácico inferior y rocas ígneas intrusivas (granito) formadas en el cretácico, las primeras en la mayor parte del área de distribución y las segundas en el área aledaña a Tierra Colorada y Acapulco.

3.2.2. Orografía e hidrografía

El área de estudio se ubica en la Subprovincia fisiográfica Costas del Sur, y particularmente el Municipio de Juan R. Escudero se considera como la puerta de las Regiones Hidrológicas Costa Grande y Costa Chica. En esta región se unen los ríos Omitlán y Papagayo, en donde, a un kilómetro de cuya unión, está construida la presa hidroeléctrica La Venta. Por otra parte, el área comprendida entre El Rincón de la Vía y Acahuizotla, se encuentra comprendida dentro de la formación Balsas, Agua de Obispo y Alquitrán (Verduzco y Rodríguez, 1995), constituidas principalmente por rocas volcanoclásticas, derrames piroclásticos y toba volcánica, con conglomerados calizos sedimentados de color rojo.

Las principales elevaciones dentro del Municipio de Juan R. Escudero son los cerros Altos del Tepehuaje, El Zoyatal, que se elevan desde los 250 msnm hasta los 900 y 1350 msnm, respectivamente; seguidos del cerro Tierra Colorada cuyo nivel es de los 300 msnm a los 850 msnm. Dentro del área de estudio, en el Municipio de Chilpancingo, se encuentra el cerro El Palmar aledaño al poblado de Acahuizotla.

3.2.3. Vegetación

Aunque la carta de Uso de Suelo y Vegetación (Chilpancingo E14-8), considera a esta región como Selva Baja Caducifolia; sin embargo, la presencia de una combinación de especies que tiran sus hojas entre un 50 a 75% en la época más seca del año, la clasifican como una Selva Mediana Saubcaducifolia.

Dentro de las especies arbóreas de mayor importancia se encuentran *Enterolobium cyclocarpum*, *Brosimum alicastrum*, *Tabebuia palmeri* Rose, *Tabebuia rosea*, *Cordia alliodora*, *Cordia elaeagnoides*, *Hymenaea courbaril*, *Swietenia humilis*, *Cedrela mexicana*, *Aspidosperma megalocarpon*, *Terocarpus acapulcensis* y *Peltogyne mexicana* Martínez. Otras del estrato medio son, *Bursera simaruba*, *Jacaratia mexicana*, *Plumeria rubra*, *Lysiloma acapulcensis* y *Lysiloma divaricata*.

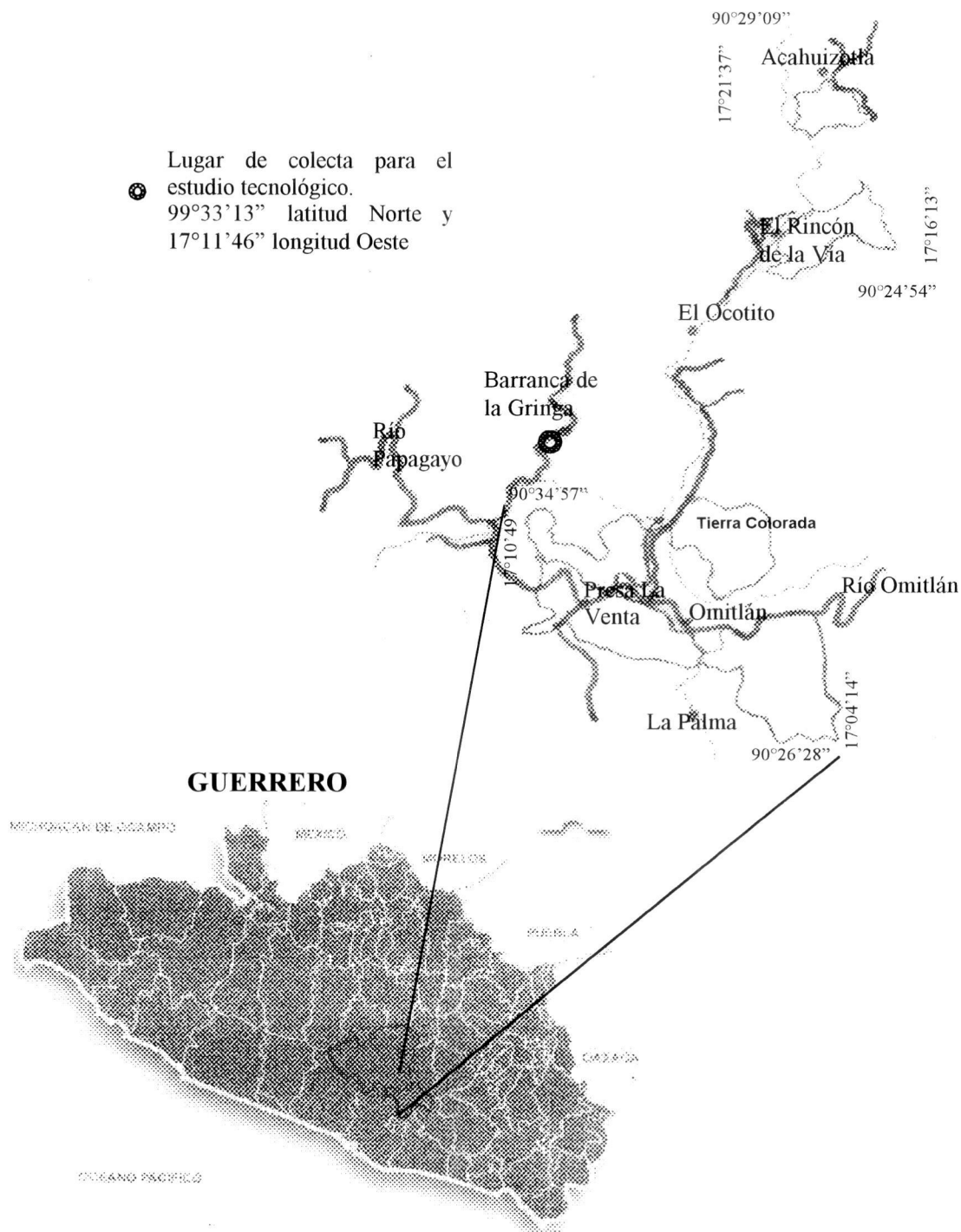


Figura 3.3. Localización del área de estudio, en el centro del municipio de Juan R. Escudero y sureste del municipio de Chilpancingo, Guerrero.

4. FENOLOGÍA, ANÁLISIS Y GERMINACIÓN DE SEMILLAS

4.1. Introducción

El desconocimiento del comportamiento general de las especies nativas, sobre todo de las angiospermas, ya sea que estén en estatus o no, hacen necesario estudiar parámetros de aspectos biológicos reproductivos e incorporar estos conocimientos a conservar y domesticar éstas especies y contribuir así a los planes de manejo de los recursos fitogenéticos de los bosques tropicales, ya sea desde el punto de vista silvicultural, recreativo, ecoturístico o científico.

El conocimiento preciso de la semilla de las plantas es una condición indispensable para la domesticación de especies valiosas al ser humano; sin embargo, esta estructura es la menos conocida de las plantas superiores. Tal desconocimiento se debe en gran parte a que la mayoría de las semillas, además de ser muy pequeñas, permanecen por lo general poco tiempo dentro de la planta madre, ya que una vez que el fruto ha llegado a la madurez son dispersados rápidamente por el viento, el agua o los animales, perdiéndose muchas de ellas en el piso del bosque hasta el momento de su germinación, o bien son comidas o dañadas por la fauna silvestre y microorganismos (Niembro, 1988, 1989).

El presente capítulo tiene la finalidad de describir la fenología de la especie, la descripción del fruto y la semilla, así como la fisiología de la germinación; que proporcionen los conocimientos suficientes para lograr una reproducción exitosa en vivero, y mediante la implementación de técnicas silvícolas pertinentes, lograr lo anterior en campo.

4.2. Antecedentes

4.2.1. Fenología y Semillas

La intensidad de la floración y fructificación, parece estar influenciada por las condiciones climáticas. Se han realizado varios estudios fenológicos en comunidades

tropicales; sin embargo, aún no está claro cuáles son los factores reguladores de la floración y la fructificación, puesto que los factores de fotoperiodo y temperatura tienen poca variación en estos ecosistemas, por lo que debe considerarse el agua y nutrientes en el suelo. Aunque existen estudios sobre la fenología de árboles tropicales, desde el punto de vista silvícola, la utilidad práctica es limitada, dado que en su mayoría han sido realizados a nivel de ecosistema y en ocasiones en especies sin valor comercial.

Moreira y Arnáez (1995) afirman que en el trópico, las especies vegetales presentan oscilaciones periódicas de crecimiento, floración, fructificación, caída del follaje y brotación, no muy notorias, pero, a pesar de que las diferencias estacionales no son muy evidentes, las especies tienen ciertas respuestas al variar la precipitación, periodos secos, longitud del día, entre otros. Sin embargo, no se sabe si estos disparadores son endógenos, o si obedecen a factores externos tales como el clima y el suelo. Los estudios fenológicos no solo deben enfocarse a comunidades, sino a las especies en rangos de variación altitudinal o variaciones bioclimáticas y deben contemplar características de edad, tamaño, posición de yemas en la planta, sexo, características genéticas, ambiente, longitud de raíces y tipo de suelo.

Un ejemplo de lo anterior es presentado por González y Fisher (1995) que con el objetivo de seleccionar árboles semilleros y recopilar información fenológica detallada para la recolección de semillas, identificaron y observaron árboles maduros de siete especies forestales de La Estación Biológica La Selva, Costa Rica. Se encontró que *Hyeronima alchorneoides* Allemao y *Virola koschnyi* Warb., presentan dos picos de floración en el año, Mayo-Junio y Diciembre-Enero, para la primera y Agosto-October y Septiembre-October, para la segunda. Un segundo grupo *Stryphnodendron microstachyum* Popp. et Endl., *Terminalia amazonica* (J. F. Gmel) Exell., *Vochysia ferruginea* Mart. y *V. guatemalensis* Donn. Sm., con un pico anual de floración; y en un tercer grupo, ubican a *Calophyllum brasiliense* Ambess, sin un patrón definido de floración. Las variables climáticas que estuvieron más correlacionadas con los patrones de floración y fructificación fueron la precipitación y la temperatura mínima, aunque este comportamiento varió entre especies.

A pesar de la importancia ecológica y económica de las diásporas de muchos árboles y arbustos de la flora de México, se debe admitir que el conocimiento de estos órganos de producción sexual no se ha desarrollado lo suficiente, existiendo grandes vacíos de información en lo que se refiere a su época y periodicidad de producción; mecanismos y formas de dispersión; estructura, morfología e histología; composición química; fisiología; forma y tiempo de germinación; y longevidad natural (Niembro, 2000). La falta de información al respecto ha sido una de las causas que ha limitado su recolección, identificación, manejo postcosecha, almacenamiento controlado y utilización en programas de reforestación y establecimiento de plantaciones con diversos fines.

La semilla se origina del óvulo fertilizado y al llegar a la madurez se distinguen claramente las siguientes partes: a) *cubierta seminal*, la cual se forma a partir de uno o de los dos tegumentos que rodean al óvulo; b) *perispermo*, tejido diploide procedente de la núclea que se presenta en diversas cantidades; c) *endospermo*, tejido generalmente triploide que resulta de la fusión de uno de los núcleos espermáticos con los núcleos polares, mismos que se presenta en diversas cantidades, y d) *embrión*, que se origina de la fertilización de la oosfera por uno de los núcleos espermáticos y que se desarrollará en una planta después de la germinación de la semilla, Beuley y Black (1978), citado por Niembro (1988).

Flores (1995) define a las semillas como entidades dinámicas, tridimensionales, y su morfología es el resultado de los procesos fisiológicos y ambientales involucrados en su desarrollo. La diversidad en estructura interna y externa se relaciona, en gran parte, con una amplia gama de formas de dispersión y germinación. Estas variaciones morfológicas incluyen diferencias en tamaño, forma, color y textura; entre las anatómicas se encuentran la presencia, ausencia y posición de los tejidos de reserva; tamaño, forma y posición del embrión; forma y tamaño de la calaza, estructura de la cubierta seminal y presencia o ausencia de estructuras especiales, como estructuras arilares de origen exostómico (elaiosoma, carúncula), rafal (estrofiolo) o funicular. La configuración física (tamaño, forma y estructura de órganos y tejidos) afecta de diversa maneras y en

diferentes etapas ontogénicas, la naturaleza y eficacia de las actividades funcionales, y tiene una influencia directa en el almacenamiento y germinación de la semilla.

Hartmann y Kester (1999) mencionan que una semilla consiste de un embrión y su provisión de alimento almacenado, rodeados por las cubiertas protectoras. En la época en que se separan de la planta, la mayoría de las semillas tienen un contenido de humedad bajo, su metabolismo se encuentra a un nivel reducido y no ocurre actividad aparente de crecimiento. La iniciación de la germinación requiere que la semilla sea viable, que no esté en letargo ni el embrión quiescente y que la semilla esté expuesta a condiciones ambientales apropiadas: disponibilidad de agua, temperatura adecuada, provisión de oxígeno y en ocasiones luz.

Flores (1995) considera que desde el punto de vista funcional, en el desarrollo de la semilla se pueden identificar tres fases. Al inicio, hay una serie de divisiones celulares que dan origen a los tejidos que constituirán la cubierta seminal y el embrión (embriogénesis temprana); no obstante, en vez de continuar hacia el desarrollo de la plántula, los cambios ontogénicos se orientan hacia la nueva fase que tiene como objetivo, garantizar el éxito de la descendencia como unidad independiente. En ésta etapa se acumulan sustancias de reserva. En la tercera y última fase, la desecación concluye la maduración y conduce a un estado de quiescencia metabólica, interpolando entre el desarrollo y la germinación. Éste periodo de desecación juega un papel muy importante en el cambio de actividades del programa de desarrollo al programa de germinación-crecimiento, y se caracteriza por una disminución en la síntesis de proteínas de almacenamiento y un giro hacia la síntesis de proteínas relacionadas con la germinación-crecimiento.

Las semillas ortodoxas pueden deshidratarse sin daño, hasta niveles muy bajos de humedad (2 a 5%) y en una amplia gama de condiciones. La longevidad de éstas aumenta con la disminución en el contenido de humedad de almacenamiento, de modo cuantificable y predecible. Todas estas semillas pierden agua durante la última fase de maduración y gradualmente adquieren tolerancia a la desecación. Esta tolerancia está

asociada con los cambios metabólicos como disminución de la respiración, aumento de algunos carbohidratos u oligosacáridos y acumulación de deshidrinas (proteínas LEA).

Durante la germinación pierden esa tolerancia, a veces horas después de emergencia radicular. La deshidratación en esta etapa conduce a un deterioro irreversible, en el que la peroxidación de los lípidos y los radicales libres juegan un papel importante. Las semillas recalcitrantes no se desecan al madurar y experimentan reducción del metabolismo celular, no toleran ni sobreviven la desecación, mueren cuando el potencial de agua alcanza niveles similares a los del punto de marchitez permanente. La desecación en estas semillas provoca un deterioro de las membranas (plasmalema y mitocondrias), disminución en la respiración y nivel de Adenosin Trifosfato (ATP). Las plantas que producen semillas recalcitrantes habitan, por lo general, en ambientes que promueven una germinación rápida y un establecimiento de la semilla casi inmediatamente, como los pantanos o bosques tropicales muy húmedos, en los cuales el secado de maduración ofrece pocas ventajas adaptativas (Flores, 1995).

Las semillas presentan características y estructuras propias de la especie, entre las que destacan la forma y el tamaño; la posición del hilo y del micrópilo; la presencia de la rafe-antirrafe, así como de partes asociadas tales como el funículo, el arilo, el ariloide, la carúncula y el estrofiolo. La forma de una semilla está determinada por el tipo de óvulo del cual se ha originado y por las características del patrón de crecimiento, desarrollo y diferenciación que haya tenido durante su ontogenia. El tamaño está determinado tanto por la posición que guarden dentro del fruto, como por la cantidad de nutrimentos que reciben durante su ontogenia (Niembro, 1988).

Al alcanzar la semilla su punto máximo de madurez, se inicia un periodo de letargo producido por factores internos y externos, que normalmente se interrumpe cuando se presentan las condiciones adecuadas para la germinación. Sin embargo, en diversas ocasiones las semillas no germinan o lo hacen paulatinamente, debido a que presentan algún grado de letargo o reposo (estado en el cual una semilla viable es incapaz de

activar e iniciar su proceso de germinación, a pesar de tener condiciones de agua, temperatura, luz, etc, apropiadas para tal efecto).

Camacho (1994) afirma que generalmente durante la maduración, el crecimiento del embrión se suspende y continúa detenido después de la dispersión, ya sea por falta de condiciones ambientales adecuadas para su reanudación o por un mecanismo fisiológico que lo impide. La germinación es el proceso mediante el que un embrión adquiere el metabolismo necesario para reiniciar el crecimiento y transcribir las porciones del programa genético que lo convertirán en una planta adulta.

Rodríguez (1995) probó para varias especies tropicales tratamientos pregerminativos que ayudaran a homogeneizar y aumentar los porcentajes de germinación, donde los tratamientos más exitosos fueron para *Strypnodendron excelsum*, corte de testa con un 100% de germinación en 10 días, imbibición en ácido sulfúrico, la germinación fue del 98 al 100%, entre 8 y 10 días, mientras que en condiciones normales, el periodo de germinación puede prolongarse hasta un año; para *Hieronyma oblonga*, aplicando lijado e imbibición en varias sustancias la germinación inició entre los 10 y 15 días, lográndose un 65 a 80%; mientras que en *Zanthoxylum mayanum*, el lavado con agua y jabón, redujo el tiempo de germinación a 45 días, el cual se completó a los 90 días, con un porcentaje del 100%, éstos ensayos se realizaron en una cámara de ambiente controlado con un fotoperiodo de 12 horas luz y una temperatura en el día de 30°C y por la noche de 25°C.

4.2.2. Fisiología de la germinación

La importancia de conocer el rango óptimo de intensidad de luz para el desarrollo de cada especie radica, principalmente, en que se puede controlar la germinación y el desarrollo vegetativo de la planta. La acción principal de este factor es en la realización de la fotosíntesis y ésta, a su vez, se ve afectada por la calidad y cantidad de luz.

La intensidad de luz que reciben las plantas afecta de forma directa la germinación y el desarrollo vegetativo de éstas. Conocer y determinar un rango apropiado que permita obtener los mejores resultados justifica la realización de experimentos en vivero que a futuro puedan dar plantas con el mejor vigor posible y, por lo tanto, con una mejor capacidad y resistencia para su traslado al campo.

Cada especie, tiene requerimientos y necesidades diferentes, máximos, mínimos y óptimos de tolerancia, así que, encontrar la influencia directa que existe entre un factor ambiental (inducido) con el crecimiento y desarrollo de cada especie depende de investigaciones como la que se pretende realizar en este trabajo.

La luz junto con otros factores climáticos, afecta la fotosíntesis. La tasa de fotosíntesis varía ampliamente dependiendo de la exposición de las hojas a la intensidad de luz, cuando sucede un aumento en la intensidad de la luz, la tasa fotosintética aumenta hasta llegar a un punto de compensación, es decir, donde la retención de CO₂ en la fotosíntesis y la liberación de CO₂ en la respiración es igual, y por tanto no hay un intercambio neto de este gas entre la atmósfera y las hojas de la planta. Este punto de compensación varía entre especies (las especies tolerantes a la sombra necesitan menos luz para alcanzar este punto), genotipo, edad y posición de las hojas (Kozlowski y Pallardy, 1996). Con intensidad de luz adicional arriba del punto de saturación, la tasa de fotosíntesis se incrementa linealmente, hasta llegar a un punto de saturación, en este punto, si se aumenta la intensidad de luz, la fotosíntesis ya no aumenta de forma proporcional, en ciertas especies, especialmente las tolerantes a la sombra, se causa una disminución en la tasa fotosintética cuando se rebasa este límite.

Según Hartmann y Kester (1999), para que la germinación se realice, se necesita que:

a) la semilla sea viable, o sea, que tenga un embrión vivo capaz de crecer; b) tenga la temperatura, aireación y humedad adecuada para el proceso y c) eliminen los bloqueos fisiológicos presentes en las semillas, que impiden la germinación; y los factores ambientales que afectan la germinación de las semillas son:

El agua; con menos del 40 o 60% de agua en la semilla, con base en peso fresco, no se efectúa la germinación. Las semillas secas tienen una gran capacidad de absorción de agua durante la imbibición debido a su naturaleza coloidal. Esta capacidad de absorción está presente tanto cuando están almacenadas como estando en el medio de germinación, dicha capacidad varía con la naturaleza de la semilla y de la permeabilidad de la cubiertas, pero la absorción depende también de la disponibilidad de agua en el medio circundante. En ocasiones antes de la siembra se remojan las semillas para acelerar y uniformizar su germinación y superar ciertos problemas de letargo.

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 embebido agua pueden soportar temperaturas extremas. Es posible colocar semillas en agua hirviendo durante cortos periodos sin perjudicarlas. Las semillas de especies de regiones tropicales o subtropicales, tienen un requerimiento mínimo de 10 a 15°C y son susceptibles a daños por bajas temperaturas. Así mismo, las temperaturas fluctuantes del día y la noche producen mejor germinación y plantas mejor desarrolladas que a temperaturas constantes.

La aeración; un buen intercambio de gases entre el medio de germinación y el embrión es básico para una germinación rápida y uniforme, el oxígeno es esencial para el proceso de respiración de las semillas en germinación. En la mayoría de las especies que se reproducen por semilla es probable que exista alguna restricción al movimiento de los gases (en especial del oxígeno) al embrión embebido de agua, ya sea debido a la cubierta interna membranosa de la semilla, a la núcula envolvente o al endospermo.

La luz; ésta puede afectar la germinación de las semillas de varias especies, algunas tienen una necesidad absoluta de luz y sin ella pierden su viabilidad en unas cuantas semanas, y otras su germinación es estimulada por la luz. En algunos casos, los requerimientos de luz están asociados también con requerimientos de temperaturas diurnas. 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.

La sensibilidad de las semillas a la luz es un factor ecológico principal de adaptación de las especies de plantas a un ambiente específico. Las semillas sensibles a la luz generalmente 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. Estas semillas no tendrían la capacidad para emerger de grandes profundidades. La luz roja penetra en el suelo a menos profundidad que la infrarroja, de manera que la proporción de luz roja / infrarroja se vuelve menor con la profundidad, hasta que finalmente la obscuridad es completa.

Los árboles varían ampliamente en su capacidad de crecer bajo la sombra, mucha de ésta variación está relacionada con adaptaciones del aparato fotosintético en las especies tolerantes a la sombra. El crecimiento exitoso bajo condiciones de sombreado depende de la capacidad de las plantas para atrapar la luz disponible y convertirla en energía química. Las especies tolerantes por tanto presentan puntos de compensación y saturación bajos, que varían también en las distintas etapas de crecimiento (Kozlowski y Pallardy, 1996).

Soihet y Saravia (1995), compararon las diferencias de germinación entre la iluminación completa y la reducción a 8 horas luz, en semillas de *Enterolobium cyclocarpum*, *Pithecellobium saman*, *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Gmelina arborea*; encontrando que la reducción de la luz por 16 horas estimula la germinación en las dos primeras y la última especie.

Ray (1979) citado por Vera (1986) menciona que cuando la planta crece en condiciones de obscuridad o baja intensidad de luz, se da origen al fenómeno denominado etiolación o ahilamiento. La etiolación, es una respuesta de gran valor para la planta, porque provoca que el brote enterrado, o muy sombreado, se alargue rápidamente sin estorbo de hojas voluminosas hasta que emerge y alcanza la luz.

Así mismo, Bonner y Galston (1952) citados por Carpinteyro (1994) señalan en sus referencias sobre etiolación, que no solamente la planta carece de clorofila, sino que también exhibe anomalías morfológicas como entrenudos alargados, hojas no desarrolladas y tallos blanquecinos.

Vera (1986) concluye que el efecto de la falta de luz sobre el crecimiento y morfogénesis en plantas en proceso de crecimiento deriva en una menor producción de materia seca; se desarrollan pecíolos y entrenudos más largos; se producen hojas más grandes y alargadas; y se retienen productos fotosintetizados en el vástago a expensas del crecimiento de la raíz.

Las especies de tolerancia intermedia y las que son francamente tolerantes a la sombra, en general, se desarrollan mejor, inicialmente sin una exposición plena a la luz solar, aunque, el desarrollo subsecuente de estas especies se correlaciona positivamente con mayores intensidades de luz (Musalem 1985).

Velázquez, Rodríguez y Bonilla (1996) mencionan que las semillas de *Quercus crassipes* Humb. et. Bonpl., germinan y crecen adecuadamente a plena luz o con bajos niveles de sombra (35%).

Asteinza, Rey y Camacho (1989) encontraron que el calentamiento por 3 ó 6 minutos de las semillas en agua a 75°C después de remojarlas por espacio de 24 horas incrementó la germinación en más del 100% con respecto al testigo, resultando el tratamiento de 3 minutos mejor para *Acacia farnesiana* y *Cassia struttii*, mientras que para *Leucaena leucocephala*, el mejor tratamiento fue el de 6 minutos.

Camacho (1994) afirma que la amplitud y ubicación del intervalo de temperatura y luminosidad en que las semillas puedan germinar rápida y completamente dependen de la especie y clasifica a las semillas de acuerdo a su reacción a la luz como fotoblásticas positivas, que son las que requieren luz para germinar, y fotoblásticas negativas, las que requieren obscuridad. La clasificación no es exacta, porque a ciertas temperaturas la

reacción de las semillas con la luz cambia; así la germinación de las llamadas fotoblásticas positivas puede ser inhibida por la luz, mientras que en las llamadas fotoblásticas negativas puede ser estimulada por ella, y una exposición prolongada a la luz de alta intensidad posiblemente inhiba la germinación.

Rodríguez y Guizar (1997) realizaron la descripción y análisis físico y biológico de las semillas de *Celaenodendron mexicanum* y *Caesalpina eriostachys* Benth., dos árboles del bosque tropical caducifolio sinaloense. La germinación se realizó en una cámara de ambiente controlado con una temperatura constante de 30°C y un fotoperiodo de 10 horas luz, aplicando como tratamientos pregerminativos remojo en agua al tiempo y caliente por 24, 48 y 72 hr. Para la primera especie la germinación inicia al día 7, y se encontraron diferencias estadísticas significativas en la germinación final entre el testigo y el tratamiento de remojo en agua al tiempo durante 24 horas, con un 76.25% y un 97.50%, respectivamente, lográndose el 90% de la germinación total a los 8.42 días en promedio y el peor con 19 días fue remojo con agua caliente durante 48 hr. Para la segunda especie la germinación inició al tercer día, no se encontró diferencia estadísticamente de la germinación entre tratamientos, con un 81% promedio, el 90% de la germinación total, todos los tratamientos, salvo el remojo en agua al tiempo durante 72 horas propiciaron una mayor energía germinativa que el testigo, con promedios de 3.45 y 5.63 días, respectivamente.

CATIE (1999) describen a *Peltogyne purpurea* Pitier, como un árbol hasta de 50 m de altura y un metro de diámetro normal, nativa de Costa Rica y Panamá. La floración se produce en agosto y los frutos maduran de febrero a abril, la semilla es de forma ovada, plana y es persistente en el fruto al madurar, de 17 a 20 mm de largo, 10 a 15 mm de ancho y 2 mm de grosor. El número de semillas por kg varía de 2200 a 2500, alcanzando un porcentaje de germinación entre el 81 al 87%, las semillas son ortodoxas. La germinación es epigea y fanerocotilar, se inicia de 5 a 8 días y finaliza entre los 14 a los 18, no requieren tratamientos pregerminativos; sin embargo, las semillas pierden su viabilidad de seis a ocho semanas, mientras que almacenadas a 5°C y contenidos de humedad de 6 a 8% conservan su viabilidad de dos a tres años.

4.3. Metodología

Para la descripción de la fenología de la especie, desde 1998 se seleccionaron 5 árboles sanos y bien formados, en dos sitios (Cerro Tierra Colorada y Cerro Altos del Tepehuaje) localizados entre 300 a 600 msnm, pertenecientes al Municipio de Juan R. Escudero, Guerrero, cuya cabecera municipal es Tierra Colorada, la cual se ubica a 17° 09' 55" latitud Norte y 99° 31' 32" longitud Oeste, con una temperatura media anual de 27°C, una precipitación de 1750 mm anuales y un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, el más seco de los subhúmedos, Aw₂(w) (García, 1981).

Los frutos y semillas utilizadas en la descripción y fisiología de la germinación, fueron colectadas el 15 de marzo del 2001, en los árboles seleccionados en el Cerro Tierra Colorada (99° 31' latitud Norte y 17° 09' longitud Oeste), a partir de muestreos al azar, previa mezcla de cada lote, se obtuvieron los frutos y semillas necesarias para cada una de las partes del análisis. Para la descripción, se escanearon y fotografiaron semillas y frutos, se tomaron microfotografías del embrión de semillas previamente remojadas y abiertas, empleando la terminología propuesta por Niembro (1989). El tamaño del fruto y la semilla se determinó con un vernier electrónico con aproximación al centésimo de milímetro y el color utilizando la carta de suelos de Munsell. El análisis físico y biológico se realizó con base en las normas de la ISTA (International Seed Testing Association), citada por Bonner (1974), en el Laboratorio de Semillas de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo.

La pureza se determinó pesando diez muestras de 100 gramos, separando la semilla pura de otros componentes, calculándose en base al modelo 4.1.

$$P = [(PCI - PI) / PCI] * 100 \text{ -----(4.1).}$$

Donde:

P= % de pureza.

PCI= peso del componente con impurezas.

PI= peso de impurezas.

El peso se obtuvo a partir de diez muestras de cien semillas en una balanza electrónica con aproximación al centésimo de gramo, extrapolando este por kilogramo y por mil semillas.

La humedad se obtuvo poniendo a secar tres muestras de 25 semillas en una estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ hasta que se logró el peso constante en todas, éste se calculó con base anhidra y con base en verde, usando los modelos 4.2 y 4.3, respectivamente.

$$\text{CHo} = [(\text{Pv}-\text{Po}) / \text{Po}] * 100 \text{ -----(4.2).}$$

$$\text{CHv} = [(\text{Pv}-\text{Po}) / \text{Pv}] * 100 \text{ -----(4.3).}$$

Donde:

CHo = % contenido de humedad con base anhidra.

CHv = % contenido de humedad con base verde.

Pv = peso “verde”.

Po = peso anhidro de las muestras.

La viabilidad se determinó mediante tinción topográfica con sales de Tetrazolio al 1%, colocando 25 mitades de semillas con embrión, en cajas de petri con papel filtro y se dejaron reposar por 48 horas a 30°C , con cero horas luz, cotejando con corte e inspección. Esta actividad se realizó mensualmente, durante los primeros cinco meses y los resultados se analizaron utilizando el modelo 4.4.

$$\text{V} = [(\text{CS} - \text{SN}) / \text{CS}] * 100 \text{ -----(4.4).}$$

Donde:

V = % de viabilidad.

CS = cantidad de semilla de la muestra.

SN = número de semilla no viables (no teñidas).

La prueba de germinación se realizó en tres cámaras de ambiente controlado con una radiación fotosintéticamente activa entre 13.8 a 66.73 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$ (Rodríguez y Guizar, 1997), con tres regímenes de temperatura día y noche (25°C, 30°C y 35°C), con cuatro niveles de fotoperiodo (0, 8, 16 y 24 horas luz), ensayando los siguientes tratamientos pregerminativos, en cada combinación de luz y temperatura:

- a) Testigo.
- b) Remojo en agua hirviendo (94°C), durante 10 segundos.
- c) Remojo en agua hirviendo (94°C) durante 20 segundos.
- d) Imbibición en agua destilada con temperatura ambiente durante 12 horas.
- e) Imbibición en agua destilada con temperatura ambiente durante 24 horas.
- f) Imbibición en agua destilada con temperatura ambiente durante 48 horas.

En los tratamientos b) y c), inmediatamente después de su remojo en agua hirviendo se sumergieron en agua a temperatura ambiente y se sembraron.

Debido al largo periodo de tiempo por cada ensayo y a una notable disminución en el porcentaje de viabilidad, a partir del 31 de agosto de 2001, no se logró llevar acabo las combinaciones 25°C con 8 y 16 horas luz.

Las unidades experimentales constaron de 15 semillas con tres repeticiones, sembradas en cajas de petri con agrolita, aplicando un riego con Captán (1.5%) al momento de la siembra y riegos normales cada cuatros días, manteniendo la capacidad de campo. La semilla se consideró como germinada cuando la radícula igualaba la longitud de la misma, registrándose diariamente.

Los resultados se analizaron como un diseño completamente al azar con un arreglo factorial, utilizando el GLM del paquete estadístico SAS, con un $\alpha=0.05$ y comparación de medias de Tukey.

Un factorial estuvo constituido por los niveles de temperatura de 30 y 35°C con los cuatro niveles de luz y todos los tratamientos pregerminativos (factorial 2x4x6) y un segundo, con los tres niveles de temperatura y los niveles 0 y 24 horas luz y todos los tratamientos pregerminativos (factorial 3x2x6), acorde con el modelo 4.5.

$$Y_{ij} = \mu + T_{ij} + E_{ij} \text{-----}(4.5).$$

Donde:

$i = 1, 2, 3, \dots, 48$ (para el primero).

$i = 1, 2, 3, \dots, 36$ (para el segundo).

$j = 1, 2, 3$.

Los valores de germinación fueron transformados de variable binomial a normal, con el propósito de realizar el análisis de varianza, empleando el modelo 4.6.

$$\text{Germinación Transformada} = \text{arco seno} [\text{raíz } (\% \text{ Germinación}/100)] \text{-----}(4.6).$$

La energía germinativa, se calculó contabilizando el número de días en que alcanza el 70 y 90% de la germinación total (Rodríguez y Guízar, 1997), valores a los que también se les aplicó un análisis de varianza con el GLM de SAS y una prueba de comparación de medias de Tukey, para cada factorial.

4.4. Resultados y Discusión

4.4.1 Fenología

El desarrollo vegetativo se presenta en el inicio del periodo de lluvias (junio a octubre), en estos brotes nuevos es donde se lleva a cabo la floración, la cual inicia en la tercera semana de julio y se prolonga hasta la tercera de agosto, debido a este prolongado periodo de floración, ésta no se da uniformemente incluso dentro del mismo árbol, por lo que éste puede estar floreciendo y fructificando a la vez. Los pétalos son de color blanco y duran solo de 8 a 10 días en la flor, la cual se agrupa en inflorescencias paniculadas.

El fruto, vaina de una sola semilla (rara vez dos), se desarrolla durante los meses de julio a febrero. En el primer mes éste presenta una coloración púrpura rojiza, posteriormente se torna verde y finalmente cuando madura es café rojiza (5YR 4/3). Mide en promedio de 4.53 mm de grueso, 21.01 mm en su parte más ancha y 38.27 mm de largo.

La maduración del fruto se da entre la cuarta semana de febrero y la primera de marzo, posteriormente se presenta la apertura de la vaina y las semilla permanecen colgadas de ésta por el funículo durante, aproximadamente, 10 a 15 días más (Figura 4.1d), hasta que finalmente entre la segunda semana de marzo y la primera de abril se presenta la diseminación. La semilla cae, en la mayoría de los casos, pegada a una mitad de la vaina unida por el funículo, lo que en pendientes pronunciadas y vientos presentes ayudan a dispersarse, cuando máximo, el doble de la altura del árbol pendiente abajo; en ocasiones la semilla cae sola con el funículo adherido (Figura 4.2a).

4.4.2. Descripción del fruto y semilla

La semilla de *Peltogyne mexicana* Martínez, en su morfología externa, es de forma obovoide, con simetría bilateral longitudinalmente. Es de tamaño extragrande con un promedio de 3.67, 13.12 y 21.16 mm de grueso, ancho y largo respectivamente, aunque se observaron diferencias en tamaño entre las producidas en 1998 y las del 2001, siendo

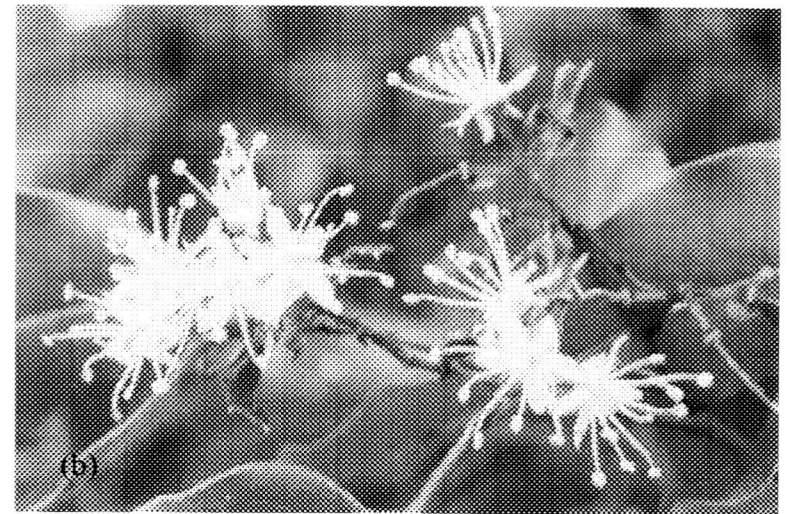


Figura 4.1. Desarrollo fenológico de *Peltogyne mexicana* Martínez. (a) botones florales; (b) flor; (c) fruto de un mes; (d) fruto maduro.

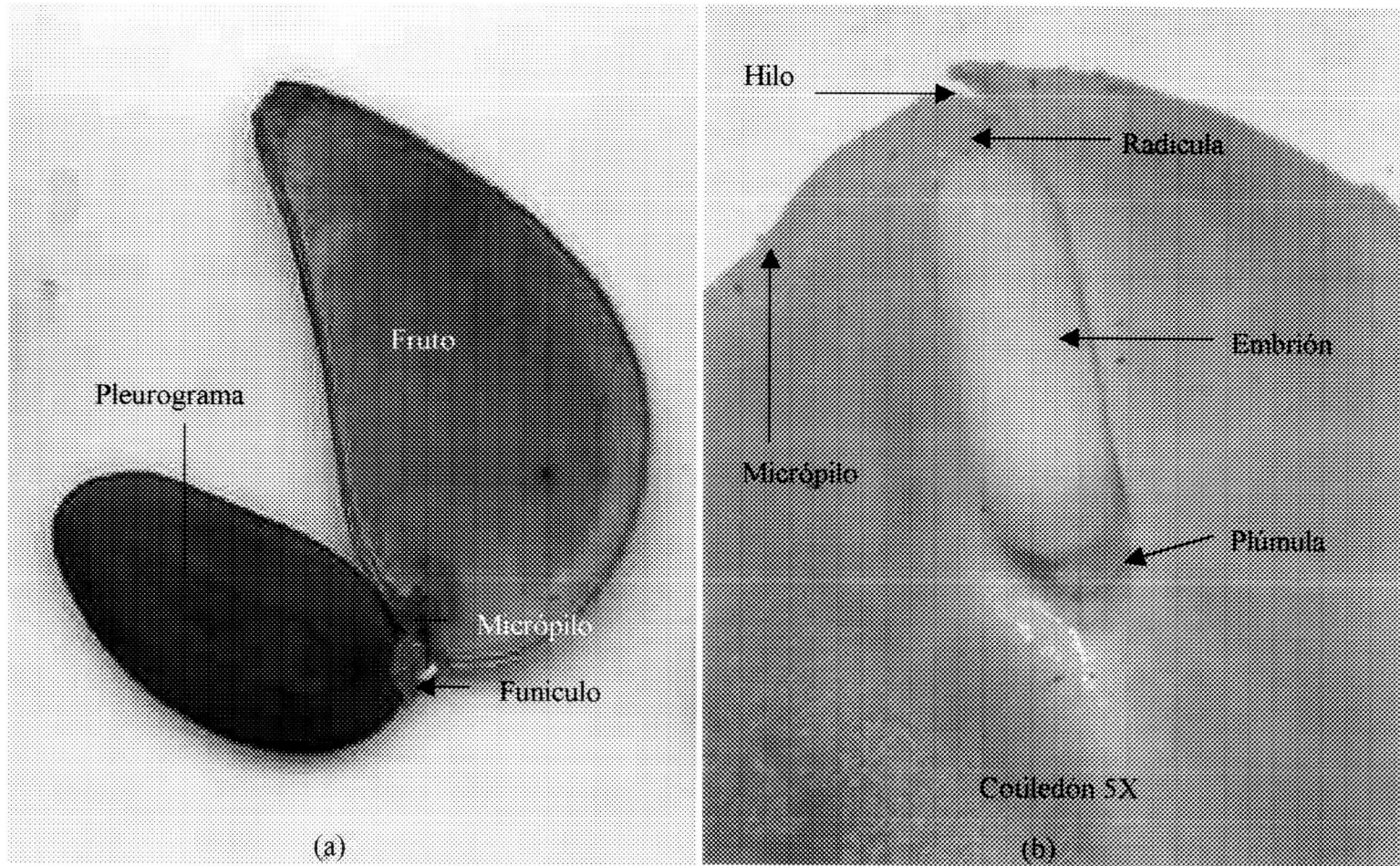


Figura 4.2. Semilla adherida a una parte del fruto (a) y embrión (b) de *Peltogyne mexicana* Martínez.

las primeras un 10% más grandes.

Son semilla desnudas de color rojo oscuro (10R 3/3 a 3/4), con una cubierta seminal coriácea de superficie lisa y lustrosa, presenta un pleurograma cerrado en el extremo hilar en ambos lados, la parte interna del pleurograma es de color rojo muy oscuro (10R 2.5/2) y se presenta en una depresión; no presenta ala, con hilo (de color negro) y micrópilo inconspicuos de posición basal de forma lineal (Figura 4.2a).

En su morfología interna, la semilla presenta un embrión axial, lineal recto, pequeño, menor a $\frac{1}{4}$ de los cotiledones, de coloración blanquecina. Presenta dos cotiledones, delgados foliáceos, de forma ovada a obovada, nervaduras y margen entero, ápice redondeado y de base obtusa, se encuentran separados entre sí (solo unidos por el embrión), del mismo tamaño y vernación recta. La radícula presenta una forma recta y se encuentra completamente incluida entre los cotiledones, es inferior, presenta una superficie glabra y está dirigida hacia el hilo, en raras ocasiones emerge hacia el micrópilo o bien por el antirrafe (Figura 4.2b).

4.4.3. Características físicas y biológicas

4.4.3.1. Pureza

Debido al tamaño grande de la semilla, además de que la colecta se realiza en el suelo, el porcentaje de pureza es muy elevado, en este caso del 99.9%, el resto lo componen restos de vaina que quedan unida a la semilla por el funículo.

4.4.3.2. Peso

El peso en mil semillas fue de 711.23 gramos ó bien 1,406.01 semillas por kilogramo.

4.4.3.3. Contenido de humedad

A los quince días de colectada la semilla tenía un contenido de humedad en base anhidra y verde, respectivamente, de 17.16% y 14.24%. Este contenido de humedad descendió a 9.58% y 8.72%, en base anhidra y verde, respectivamente, a los tres meses de antigüedad.

4.4.3.4. Condición fitosanitaria de la semilla

La semilla colectada en marzo de 1998 para su reproducción en el Centro de Bachillerato Tecnológico Forestal No. 5 de Tierra Colorada, Gro., no presentaba, aparentemente, problema alguno sobre plagas o enfermedades; sin embargo, en la semilla colectada para este estudio (marzo del 2001), se observaron visiblemente “picadas” por lo que fueron analizadas en el Laboratorio de Entomología y Patología de la División de Ciencias Forestales, encontrando la presencia de tres géneros de hongos, que se caracterizan en el ataque a semillas forestales, estos son: *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* y *Epicoccum sp.*, afectando hasta un 5.15% del lote.

A estas semillas, al igual que las gemelas (dos/viana, 1% del lote) y otras casi redondas y con menos colorido que las normales (6% del lote), se sometieron a una prueba de germinación a 30°C y un fotoperiodo de 8 horas luz, lográndose un 40.00%, 66.66% y 86.66% de germinación respectivamente.

4.4.3.5. Viabilidad

La viabilidad de las semillas, presentó una baja paulatina a partir de la cosecha y hasta los primeros cinco meses, como se observa en la Figura 4.3.

El comportamiento de la reducción en la viabilidad de la semilla se ajusta a una curva de regresión lineal simple (modelo 4.7).

$$y = 104.66 - 4.667 (x) \text{-----}(4.7).$$

$$R^2 = 0.87;$$

Donde:

y = Viabilidad (%),

x = Tiempo (meses).

En base al modelo anterior, se puede predecir con un 87% de confiabilidad de que si se quiere obtener un porcentaje de germinación de por lo menos un 50%, la semilla se debe utilizar entre el onceavo al doceavo mes y, el 0% se obtendría alrededor de los 22 meses. Estos datos concuerdan con una prueba de viabilidad y germinación realizada a un lote de semilla con 29 meses de edad, almacenada en un frasco de vidrio con aireación y a temperatura ambiente, en donde se obtuvo 0.00% en ambos casos y contenía un 2.18% y 2.23% de contenido de humedad con base en verde y anhidro, respectivamente.

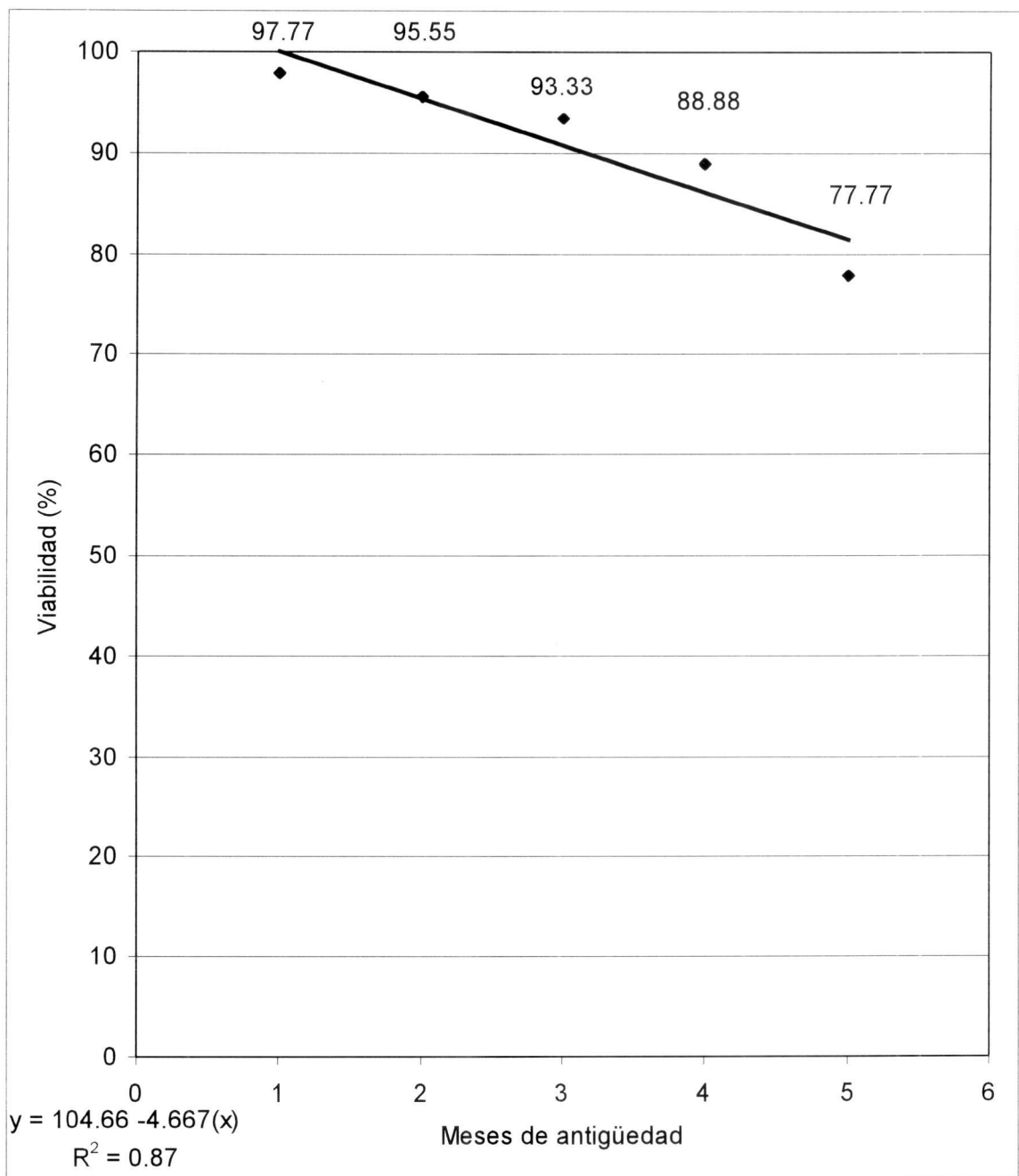


Figura 4.3. Comportamiento de la viabilidad de la semilla de *Peltogyne mexicana* Martínez, después de la cosecha.

4.4.4. Fisiología de la germinación

Los datos sobre la fisiología de la germinación fueron analizados como un diseño completamente al azar en dos arreglos factoriales.

4.4.4.1. Factorial 2x4x6

El primero, consistió en un factorial 2x4x6: Temperatura (TEMP), 30°C y 35°C; Fotoperiodo (FOTO), 0, 8, 16 y 24 horas luz; Tratamientos pregerminativos (PREG). El análisis de varianza del Cuadro 4.1, muestra que existe diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, así como entre efectos principales, doble y triple interacción.

Sin embargo, uno de los factores que menor influencia tienen sobre la respuesta en la germinación de la semilla son los Tratamientos pregerminativos, ya que al realizar el análisis de varianza para dicho factor por sí solo, resulta no significativo (Cuadro 4.2), y que solamente al entrar en combinación, ya sea con la Temperatura o el Fotoperiodo, influye en la germinación de la semilla.

Al analizar la comparación de medias de Tukey (Apéndice Cuadro 1), en el 54% de los tratamientos presentan porcentajes de germinación superiores al 75.55%, siendo el mejor tratamiento el Testigo a 30°C y un fotoperiodo de 16 horas luz, con un 95.55% de germinación, el cual fue igual al porcentaje de viabilidad inicial; seguido de Imbibición en agua a temperatura ambiente por 12 horas con 30°C y 8 horas luz, Imbibición en agua a temperatura ambiente por 12 horas con 30°C y 16 horas luz, y Remojo en agua hirviendo durante 10 segundos con 30°C y 8 horas luz; con un 93.33%, 93.33% y 88.88%, respectivamente.

En cuanto a la energía germinativa, existe diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, tanto en lograr el 70% como el 90% de la germinación total (Apéndice Cuadro 1 (a)).

Cuadro 4.1. Análisis de varianza* de los tratamientos aplicados para la germinación de la semilla de *Peltogyne mexicana* Martínez, analizado como un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x4x6

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada.	Pr>F
Modelo	47	78 953.8808	1 679.8698	22.23	0.0001
PREG	5	5 135.5227	1 027.1045	13.60	0.0001
TEMP	1	7 714.8408	7 714.8408	102.18	0.0001
PREG*TEMP	5	1 874.7455	374.9491	4.97	0.0004
FOTO	3	39 321.6447	13 107.2149	173.60	0.0001
TEMP*FOTO	3	18 044.6101	6 014.8700	79.67	0.0001
PREG*FOTO	15	3 119.9912	207.9994	2.75	0.0015
PREG*TEMP*FOTO	15	3 742.5256	249.5017	3.30	0.0002
Error	96	7 248.1894	75.5019	-----	-----
Total corregido	143	86 202.0702	-----	-----	-----

PREG: Tratamientos pregerminativos; TEMP: Temperatura; FOTO: Fotoperiodo.

* Significativo al nivel de probabilidad de 0.05

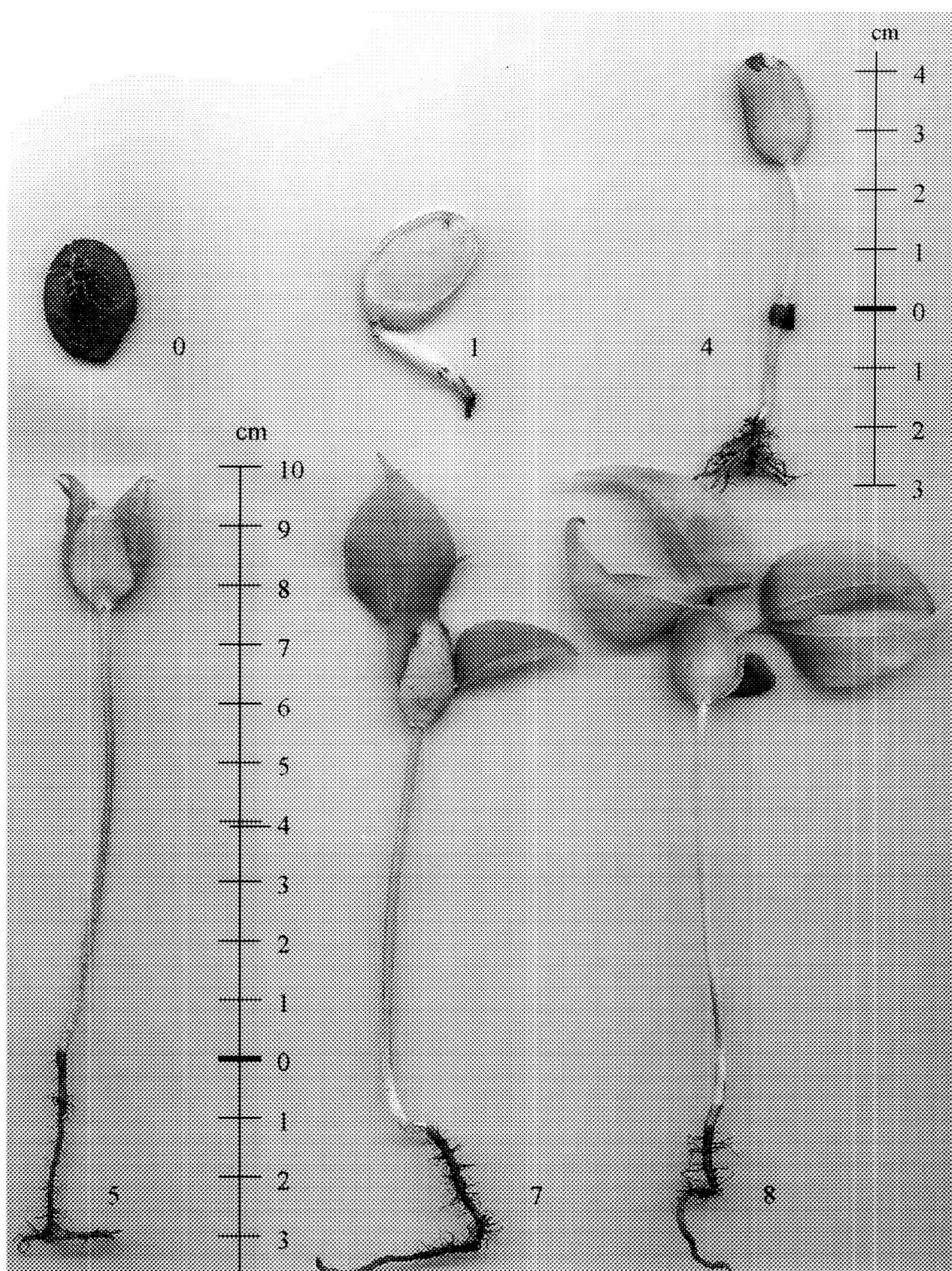


Figura 4.4. Desarrollo de la plántula de *Peltogyne mexicana* Martínez.

0: semilla embebida; 1, 4, 5, 7, 8: días de germinada.

En el primer caso, los mejores tratamientos fueron Imbibición en agua a temperatura ambiente por 48 horas a 30°C y 16 horas luz, seguido de Imbibición por 24 horas a 35°C y 0 horas luz, Imbibición por 12 horas a 35°C y 0 horas luz, Imbibición por 24 horas a 30°C con 8 horas luz y el Testigo a 30°C y 16 horas luz, con 10.66, 10.66, 10.66, 11 y 11 días, respectivamente necesarios para lograr el 70% de la germinación total (Apéndice Cuadro 1 (a)).

Para el segundo caso, los mejores tratamientos fueron Imbibición en agua a temperatura ambiente por 48 horas a 35°C y 0 horas luz, Imbibición por 12 horas a 35°C y 0 horas luz, Imbibición por 12 horas a 30°C y 8 horas luz, Testigo a 30°C y 16 horas luz, Testigo a 30°C y 8 horas luz e Imbibición por 48 horas a 30°C y 16 horas luz, con 12, 12, 12.66, 13, 13 y 13 días necesarios para lograr el 90% de la germinación total (Apéndice Cuadro 1 (b)).

En base a lo anterior, en este primer análisis factorial, se pueden considerar como los mejores tratamientos a aquellos sometidos a algún periodo de Imbibición (12, 24 o 48 horas) en agua a temperatura ambiente o bien el Testigo a 35°C y un fotoperíodo de 0 a 8 horas luz.

Aunque los tratamientos ensayados a 35°C y 0 horas luz, presentaron más bajos porcentajes de germinación que los ensayados a 30°C con 16 horas luz, no significa que estos últimos sean los mejores, ya que ambos logran los máximos porcentajes de germinación en base a viabilidad de la semilla en el periodo de ensayo; sin embargo, los que presentan la máxima energía germinativa son los primeros, por lo que éstos deben ser utilizados en una producción masiva.

Cuadro 4.2. Análisis de varianza* de los Tratamientos pregerminativos aplicados a la semilla de *Peltogyne mexicana* Martínez, analizado como un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x4x6.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	Pr>F
Modelo	5	1 705.5701	341.1140	0.47	0.7975
Error	102	73 963.3369	725.1895	-----	-----
Total corregido	107	75674.9070	-----	-----	-----

* No Significativo al nivel de probabilidad de 0.05.

4.4.4.2. Factorial 3x2x6

El segundo factorial 3x2x6 Temperatura (TEMP) 25°C, 30°C y 35°C; Fotoperíodo (FOTO), 0 y 24 horas luz; Tratamientos pregerminativos (PREG). El análisis de varianza (Cuadro 2.3) muestra que existe diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos; así mismo, en los efectos de los factores principales, las interacciones PREG*TEMP y TEMP*FOTO, y no significativas la interacción PREG*FOTO y la triple interacción PREG*TEMP*FOTO.

Al analizar la comparación de medias efectuada por el método de Tukey, se puede observar que el 50% de los tratamientos presentan porcentajes de germinación superiores al 75% (Apéndice Cuadro 2).

El mejor tratamiento resultó ser Imbibición en agua a temperatura ambiente durante 12 horas con 25°C y 0 horas luz con un 95.55% de germinación, seguido de los tratamientos Remojo en agua hirviendo durante 10 segundos, Testigo, Imbibición en agua a temperatura ambiente por 24 y 48 horas, todos ensayados a 25°C y 0 horas luz, con un 93.33%, 93.33%, 91.11% y 91.11%, respectivamente.

Resultados similares se observaron en los tratamientos ensayados a 30°C y 35°C, con un fotoperíodo entre 0 y 8 horas luz, excepto en los que se sometieron a un tratamiento pregerminativo de Remojo en agua hirviendo durante 10 y 20 segundos a 30°C. Los peores tratamientos fueron los que se ensayaron con 35°C y un fotoperíodo de 24 horas luz, con 0.00% de germinación.

Con respecto a la energía germinativa, existe diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, tanto en lograr el 70%, como el 90% de la germinación total (Apéndice Cuadro 2 (a) y (b)).

Cuadro 4.3. Análisis de varianza* de los tratamientos aplicados para la germinación de la semilla de *Peltogyne mexicana* Martínez, analizado como un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3x2x6.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	Pr>F
Modelo	35	69 942.4632	1 998.3560	30.19	0.0001
PREG	5	1 966.9876	393.3975	5.94	0.0001
TEMP	2	15 714.8893	7 857.4446	118.71	0.0001
PREG*TEMP	10	4 640.3049	464.0304	7.01	0.0001
FOTO	1	28 715.0616	28 715.0616	433.82	0.0001
TEMP*FOTO	2	17 609.0580	8 804.5290	133.02	0.0001
PREG*FOTO	5	419.6526	83.9305	1.27	0.2872
PREG*TEMP*FOTO	10	876.5089	87.6508	1.32	0.2343
Error	72	4 765.7722	66.1912	-----	-----
Total corregido	107	74 708.2354	-----	-----	-----

* Significativo al nivel de probabilidad de 0.05.

Los tratamientos que lograron con más prontitud el 70% de la germinación total fueron: Imbibición en agua a temperatura ambiente durante 12 y 24 horas ambos ensayados a 35°C, Imbibición en agua a temperatura ambiente durante 24 horas a 30°C, Imbibición durante 48 horas a 35°C, Testigo a 30°C, Remojo en agua hirviendo durante 10 segundos a 35°C E Imbibición durante 12 horas a 30°C, todos con un fotoperiodo de 0 horas luz, con 10.66, 10.66, 11, 11.33, 11.33, 12 y 12 días, respectivamente.

En cuanto a los tratamientos que logran más rápidamente el 90% de la germinación total fueron: Imbibición durante 48 y 12 horas a 35°C, Imbibición por 12 horas y el Testigo a 30°C, Imbibición durante 24 horas a 35°C y Remojo en agua hirviendo por 10 segundos a 30°C, todos ensayados con un fotoperiodo de 0 horas luz.

Finalmente, podemos confirmar que en ambos factoriales, los mejores tratamientos resultaron ser los que se ensayaron con fotoperiodos de 0 y 8 horas luz, sin importar el nivel de temperatura (25, 30 ó 35°C), y todos los que se ensayaron a plena luz resultaron afectados drásticamente.

4.4.4.3. Análisis de los efectos de los factores principales

Para analizar el efecto de los factores principales y las dobles interacciones, se determinaron con base a las medias de cada factor y sus interacciones dobles, sin dividirlos en los dos factoriales, ya que la tendencia de sus efectos, en ambos casos, es similar a la tendencia que muestran las medias generales, que a continuación se muestran.

a) Efecto de la Temperatura

Los resultados de la germinación por efecto de la Temperatura, ensayados a 25, 30 y 35°C se observan en el Cuadro 4.4 (a) y Figura 4.5; la diferencia estadística resultó altamente significativa en la comparación de medias. De los resultados es posible determinar que los niveles de temperatura ensayados constituyen el rango de

germinación óptimo para la semilla de *Peltogyne mexicana* Martínez; aunque a 35°C se observe el menor porcentaje de germinación, esto debe tomarse con cautela, puesto que este valor (media) está influenciado por el 0.00% de germinación logrado con un fotoperiodo de 24 horas luz.

b) Efecto del fotoperiodo

Los resultados del efecto de este factor se encuentran en el Cuadro 4.4 (b) y su tendencia se observa en la Figura 4.6.

Los porcentajes de germinación más altos se observan cuando se utilizan fotoperiodos de 0 y 8 horas luz, y este porcentaje disminuye drásticamente al aumentar las horas luz entre 16 a 24, por lo que se puede afirmar que desde el punto de vista de su germinación ésta semilla es fotoblástica negativa.

Lo anterior se observa en el campo, puesto que la semilla es diseminada bajo los árboles madre, micrositios altamente sombreados, en donde se observan altas densidades de plántulas (hasta 500 plántulas/m²), en los primeros meses de lluvias (junio-agosto).

c). Efecto de los Tratamientos pregerminativos

Existe diferencia estadística significativa entre las medias por el efecto de los Tratamientos pregerminativos, según se puede observar en el Cuadro 4.4 (c) y en la Figura 4.7.

Cuadro 4.4. Comparación de medias de Tukey*, del porcentaje de germinación de la semilla de *Peltogyne mexicana* Martínez por efecto de los factores principales.

(a). Temperatura

Temperatura (C°)	Germinación (%) **
25	74.44 a
30	72.68 a
35	55.46 b

(b). Fotoperiodo

Fotoperiodo (horas)	Germinación (%) **
0	79.88 ab
8	83.33 a
16	69.81 b
25	38.52 c

(c). Tratamientos pregerminativos

Tratamientos Pregerminativos	Germinación (%) *
Testigo	74.00 a
Imbibición en agua a temperatura ambiente	12 horas 68.89 ab
	24 horas 68.89 ab
	48 horas 70.00 ab
Remojo en agua hirviendo	10 segundos 64.00 ab
	20 segundos 51.11 b

* Alpha de 0.05.

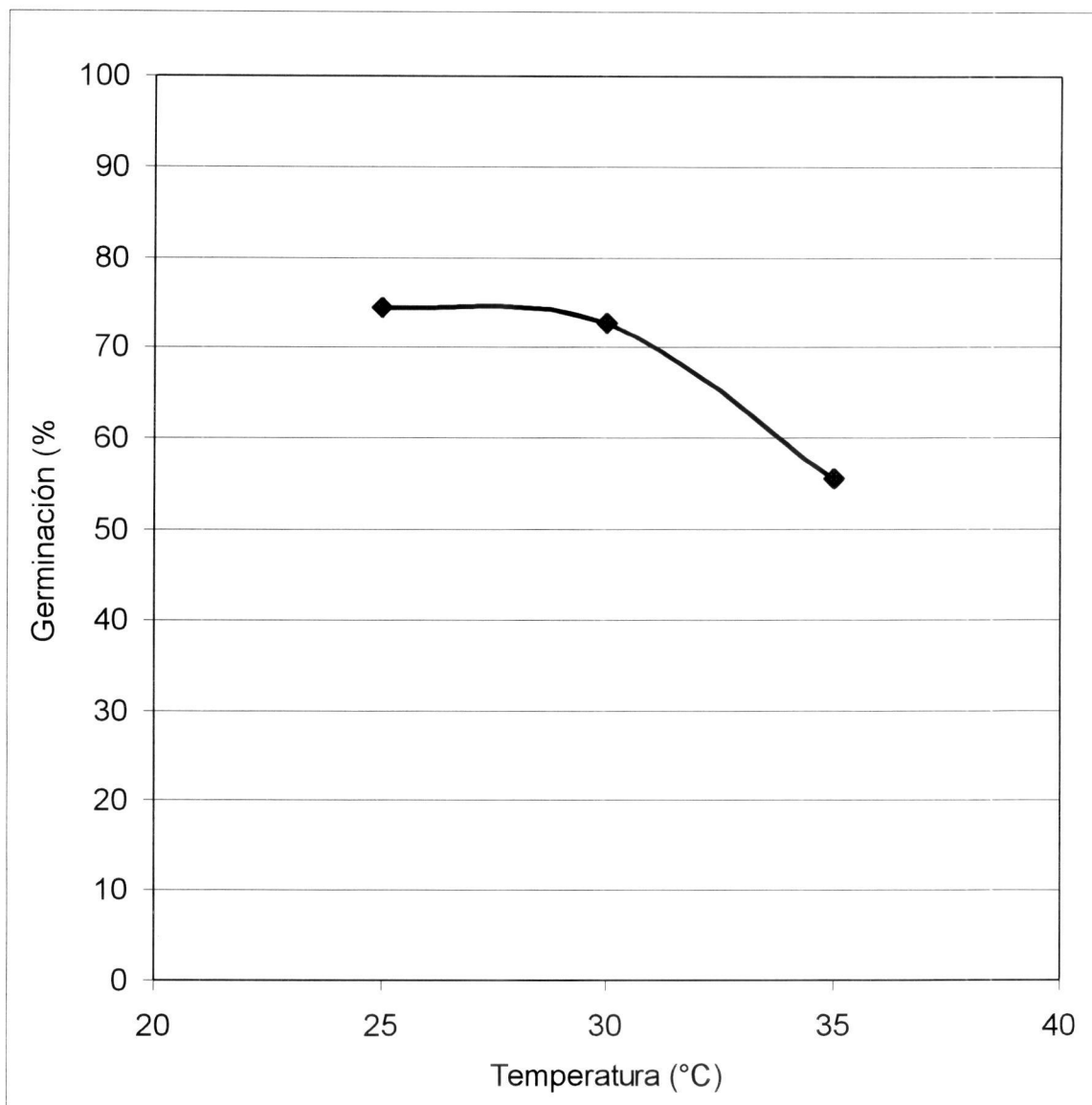


Figura 4.5. Efecto de la temperatura sobre la germinación de la semilla de *Peltogyne mexinana* Martínez.

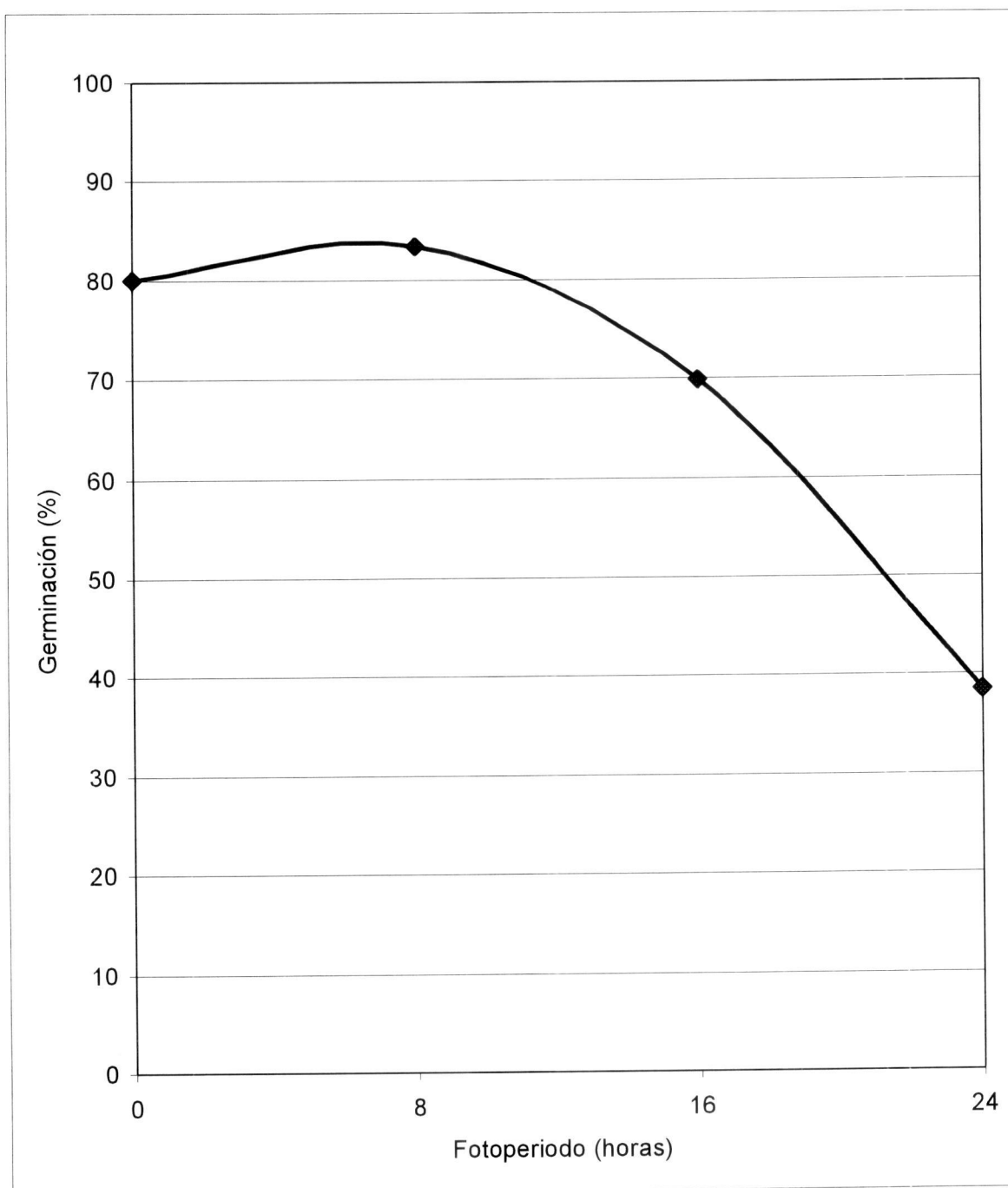


Figura 4.6. Efecto del fotoperiodo sobre la germinación de la semilla de *Peltogyne mexinana* Martínez.

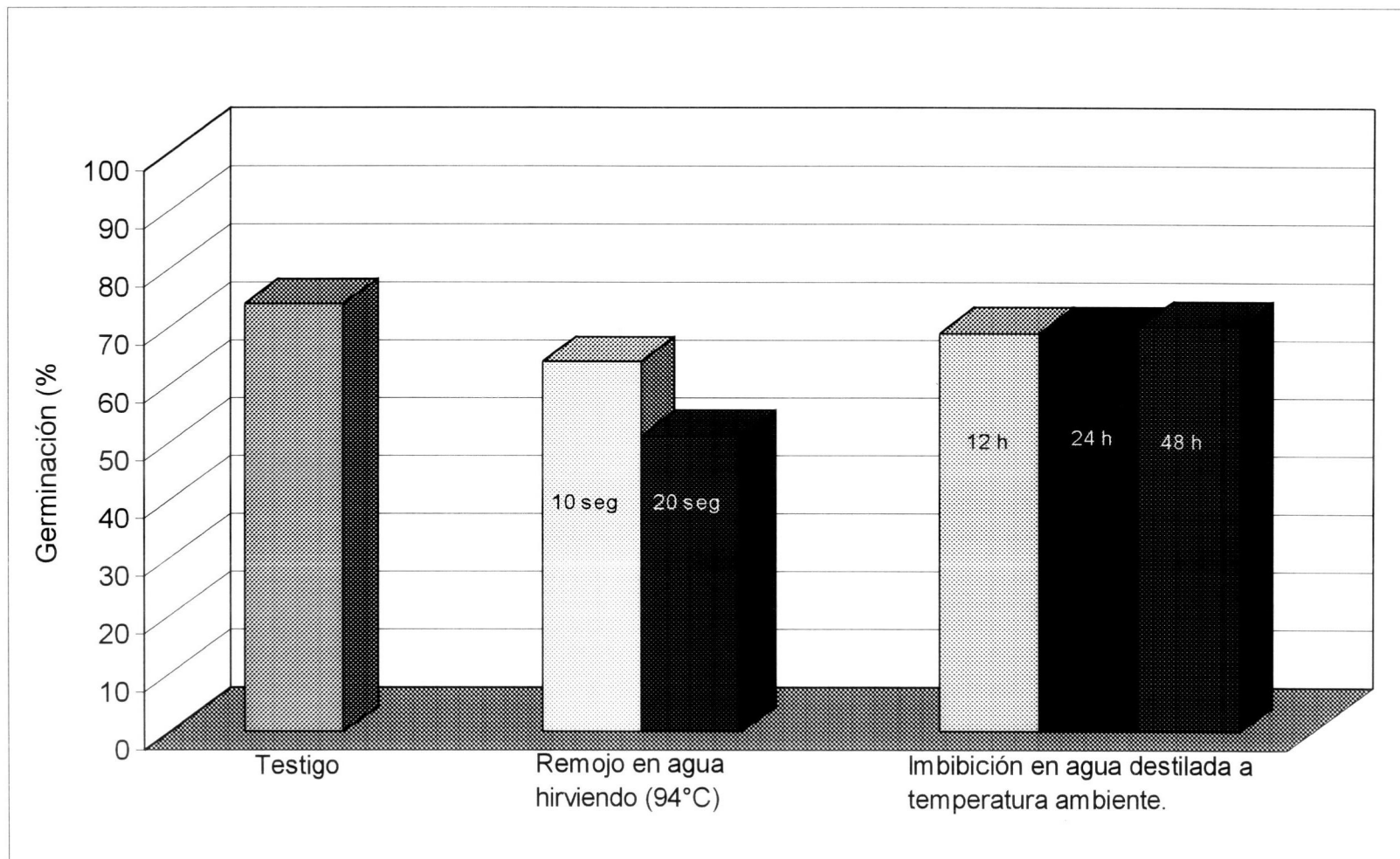


Figura 4.7. Efecto de los Tratamientos pregerminativos sobre la germinación de la semilla de *Peltogyne mexicana* Martínez.

4.4.4.4. Análisis de los efectos de las interacciones dobles

d) Efecto de la interacción Temperatura-Fotoperiodo

Existe diferencia altamente significativa en la interacción Fotoperiodo y los niveles 25 y 35°C, no así en el de 30°C. Los máximos porcentajes de germinación se observan en la combinación 25 y 35°C con 0 horas luz y 30°C con 8 hora luz. En la combinación 30°C y 0 horas luz se observa un descenso en el porcentaje de germinación; sin embargo, esto puede deberse el último tratamiento ensayado y la viabilidad había descendido a un 88.88% de un 97.77% original. Por lo tanto, se puede confirmar que es el factor fotoperiodo quién más influye sobre el porcentaje de germinación de la semilla de *Peltogyne mexicana* Martínez, siendo superiores los ensayados a 0 y 8 horas luz y los peores los ensayados a plena luz (Cuadro 4.5 y Figura 4.8).

e) Efecto de la interacción Fotoperiodo-Tratamientos pregerminativos

No existe diferencia estadística significativa entre las medias de esta interacción. Los mejores porcentajes de germinación se obtienen con fotoperiodos de 0 y 8 horas luz, con el testigo y aquellos sometidos a imbibición en agua a temperatura ambiente, destacando también el testigo con un fotoperiodo aproximado de 15 horas luz. De manera general, se observa una disminución drástica de la germinación en todos los tratamientos pregerminativos cuando se incrementa el fotoperiodo entre 16 y 24 horas luz. El peor de los casos se observa en el tratamiento de remojo en agua hirviendo durante 20 segundos, en donde al parecer la alta temperatura (94°C) a la que se somete la semilla afecta de manera notable al embrión (Cuadro 4.6 y Figura 4.10).

Cuadro 4.5. Comparación de medias de Tukey* del porcentaje de germinación de la semilla de *Peltogyne mexicana* Martínez por efecto de la interacción Temperatura-Fotoperiodo.

Fotoperiodo (horas luz)	Temperatura (°C)		
	25	30	35
0	91.85 a	64.45 a	83.33 a
8	-----	88.15 a	78.52 a
16	-----	79.63 a	60.00 b
24	56.29 b	58.52 a	0.00 c

*Estadísticamente Significativo, $\alpha = 0.05$

Cuadro 4.6. Comparación de medias deTukey* del porcentaje de germinación de la semilla de *Peltogyne mexicana* Martínez por efecto de la interacción Fotoperiodo-Tratamientos pregerminativos.

Fotoperiodo (horas luz)	Tratamientos pregerminativos					
	Testigo	Remojo en agua hirviendo (94°C)		Imbibición en agua a temperatura ambiente		
		10 seg	20 seg	12 horas	24 horas	48 horas
0	88.89	70.37	63.71	80.74	89.63	84.92
8	85.56	84.45	71.11	86.67	86.67	85.56
16	88.89	77.78	44.45	73.33	64.45	70.00
24	41.48	34.81	29.63	42.22	39.26	43.70

*Estadísticamente No Significativo, $\alpha=0.05$

Cadro 4.7. Comparación de medias de Tukey* del porcentaje de germinación de la semilla de *Peltogyne mexicana* Martínez por efecto de la interacción Temperatura-Tratamientos pregerminativos.

Temperatura (°C)	Tratamientos pregerminativos					
	Testigo	Remojo en agua hirviendo (94°C)		Imbibición en agua a temperatura ambiente		
		10 seg	20 seg	12 horas	24 horas	48 horas
25	78.89	78.89	71.12	73.34	72.22	72.22
30	81.67	61.11	47.22	83.89	81.67	80.56
35	63.89	59.45	45.00	51.67	54.44	58.33

*Estadísticamente No Significativo, $\alpha=0.05$

f) Efecto de la interacción Temperatura-Tratamientos pregerminativos

Con respecto a la interacción de la Temperatura-Tratamientos pregerminativos no existe diferencia estadística significativa entre las medias de estas combinaciones, aunque los mejores porcentajes de germinación se obtuvieron a 30°C en combinación con los tratamientos pregerminativos que se les aplicó Imbibición (12, 24 y 48 horas) en agua a temperatura ambiente y el Testigo (Cuadro 4.7 y Figura 4.9).

Se observa también que todos los tratamientos pregerminativos presentan excelentes porcentajes de germinación ensayados a 25°C, a los que se les aplicó Remojo en agua hirviendo (10 y 20 segundos), se ven afectados cuando se combinan con temperaturas de 30 y 35°C, debido probablemente, por el excesivo calor acumulado durante el remojo, aunado con las temperaturas a los que se ensayaron.

4.4.4.5. Días a la germinación

El inicio de la germinación se presenta entre el séptimo al noveno día, sin que se note la influencia de algún factor en particular. Sin embargo, la culminación sí está influenciada principalmente por el fotoperiodo.

En cuanto a la temperatura, la de 30°C supera en porcentaje a las otras dos; sin embargo, la que logra el 100% de la germinación total más rápido es la de 35°C, que en combinación con un fotoperiodo de 0 horas luz terminan de germinar a los 21 días, lográndose la mayor parte entre el décimo y el catorceavo día (Figura 4.11).

Con respecto al fotoperiodo, los mejores son los de 0 y 8 horas luz, presentan una germinación acelerada desde el inicio y logran el total de la germinación a los 21 días, mientras que los fotoperiodos de 16 y 24 horas luz, la germinación es lenta y termina hasta los 40 y 58 días, respectivamente, lo que provoca, además de un bajo porcentaje de germinación, una germinación no uniforme (Figura 4.12).

El efecto de los tratamientos pregerminativos sobre la velocidad de la germinación son más o menos similares en el inicio, aunque todos terminan casi en el mismo periodo, los que se someten a remojo en agua hirviendo alcanzan los menores porcentajes y culminan ligeramente un poco después al resto, destacando el testigo (Figura 4.13).

Con respecto a la energía germinativa, el efecto de la temperatura en la velocidad de la germinación, el menor tiempo en lograr tanto el 70% como el 90% de la germinación total es entre los 30°C y los 35°C, y con respecto al fotoperiodo la germinación se logra más rápido entre los 0 y 8 horas luz (Figura 4.14).

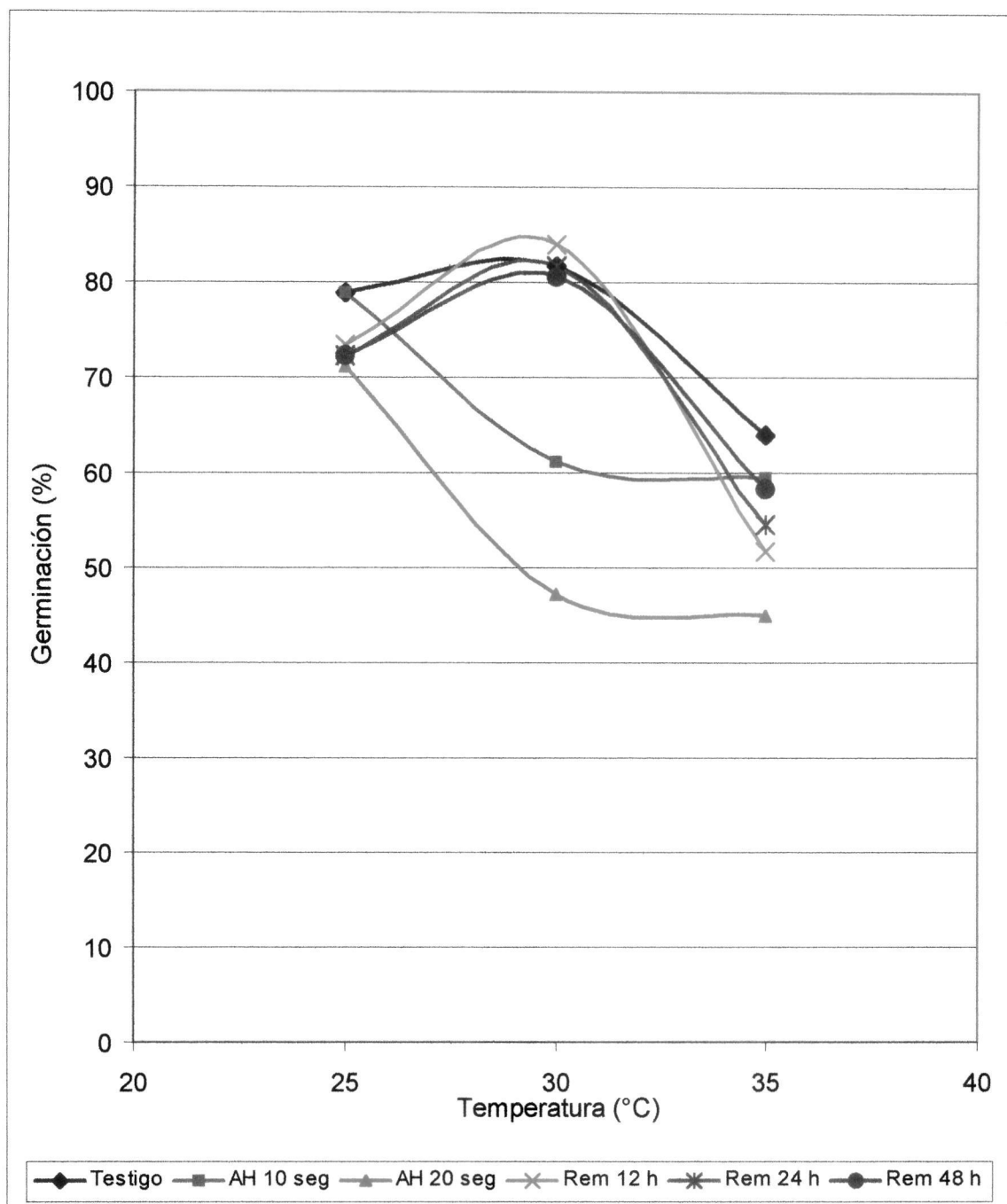


Figura 4.9. Efecto de la interacción Temperatura-Tratamiento pregerminativos sobre la germinación de la semilla de *Peltogyne mexicana* Martínez.

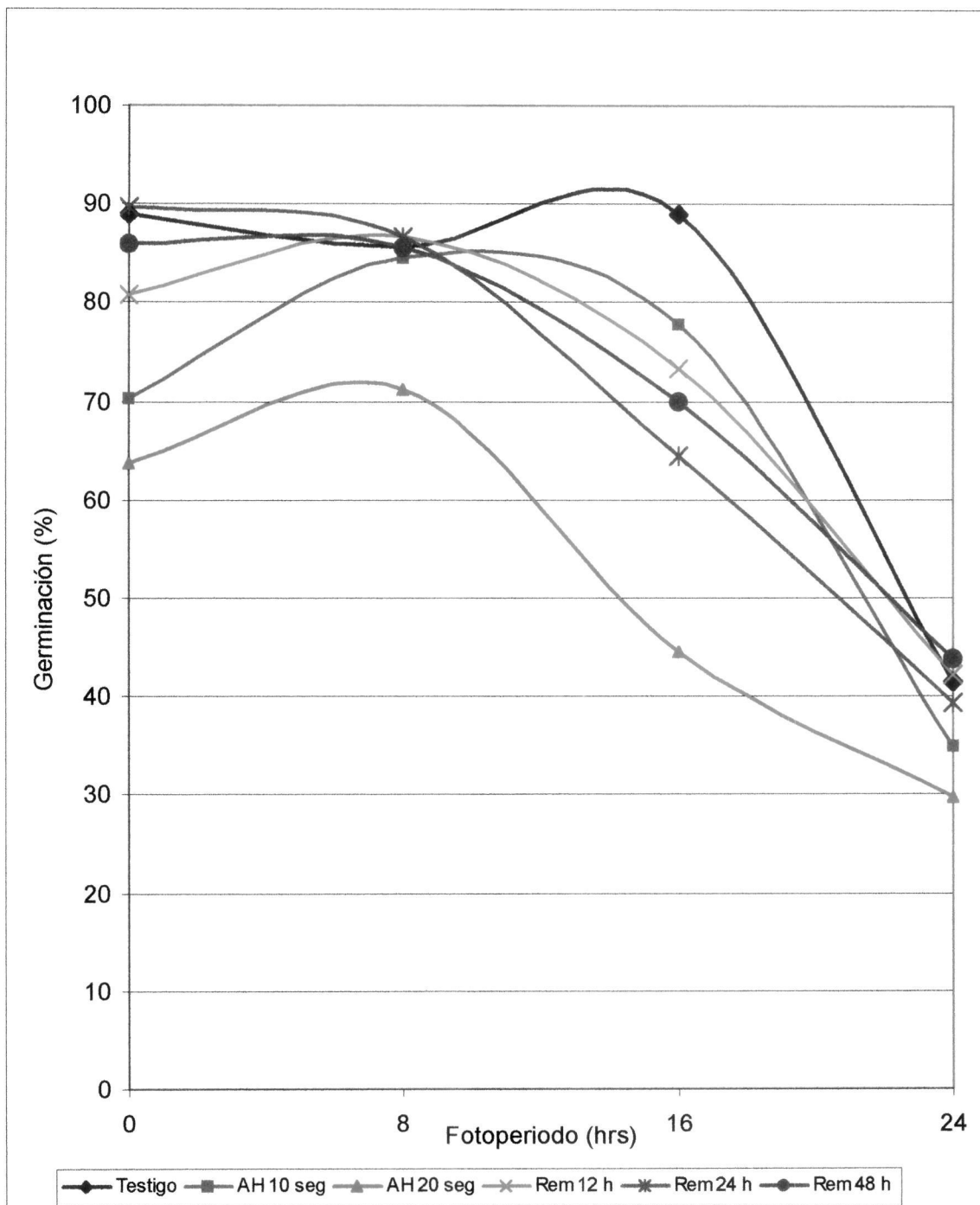


Figura 4.10. Efecto de la interacción Fotoperiodo-Tratamientos pregerminativos sobre la germinación de la semilla de *Peltogyne mexicana* Martínez.

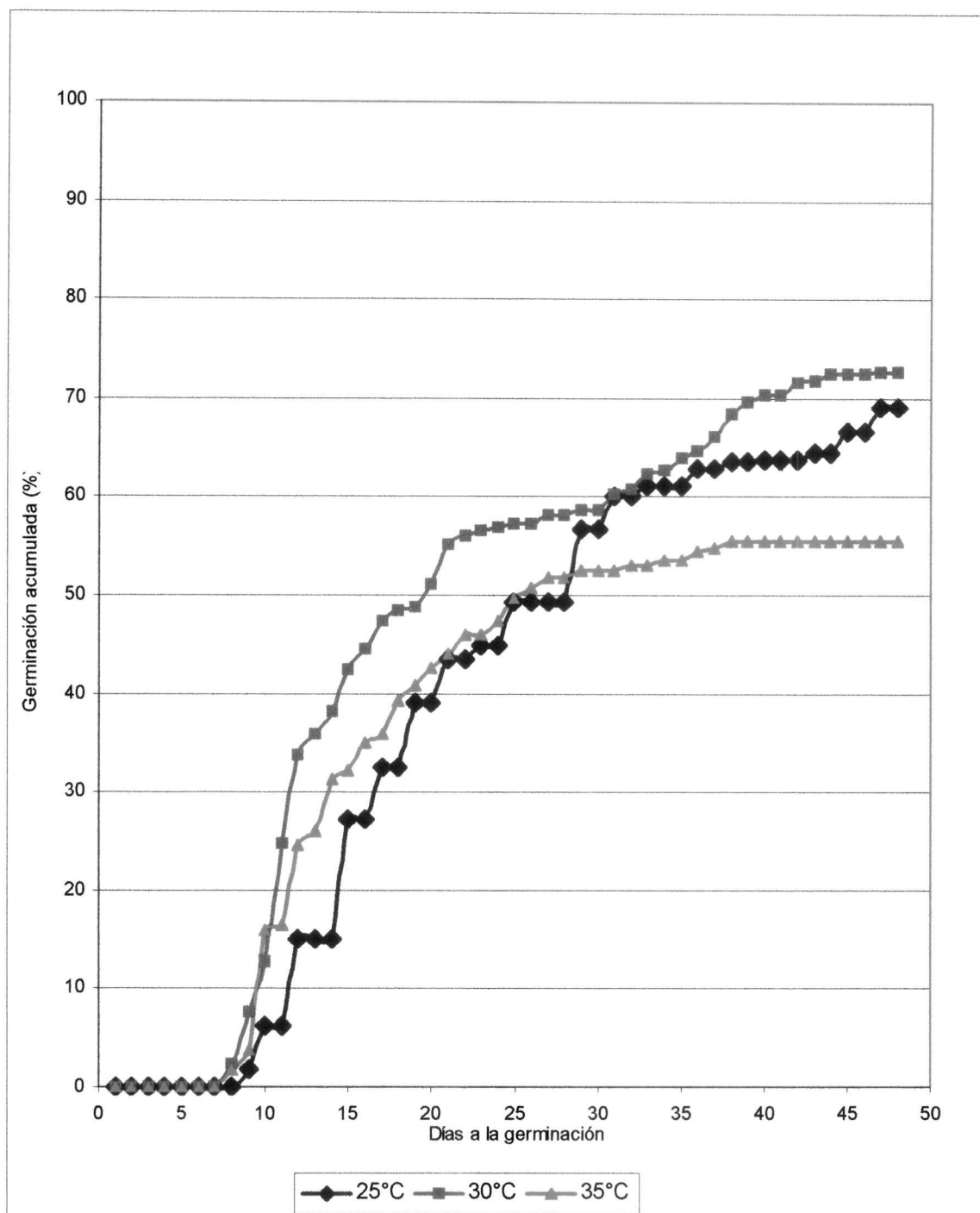


Figura 4.11. Efecto de la Temperatura sobre la velocidad de germinación de la semilla de *Peltogyne mexicana* Martínez.

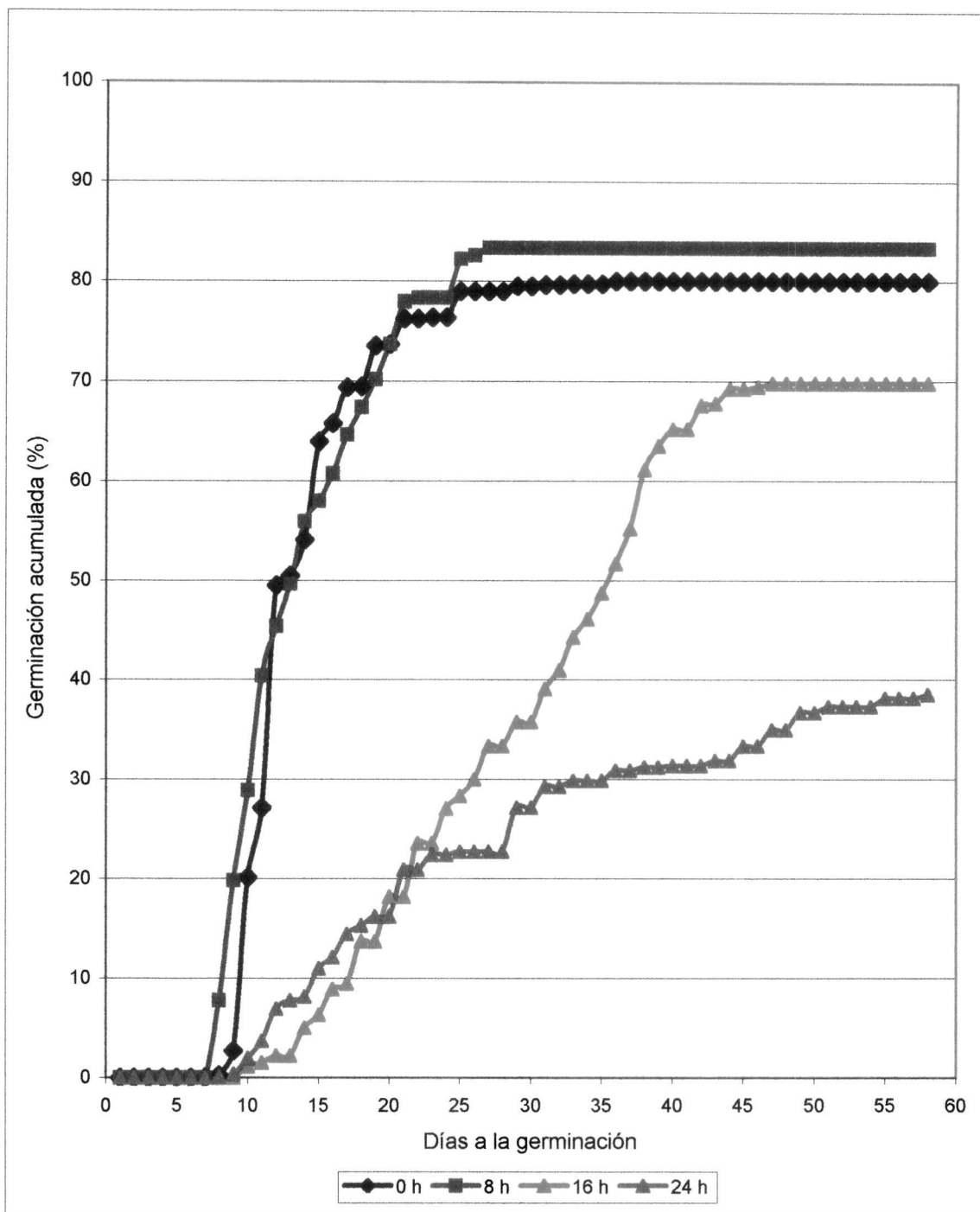


Figura 4.12. Efecto del Fotoperiodo sobre la velocidad de la germinación de la semilla de *Peltogyne mexicana* Martínez.

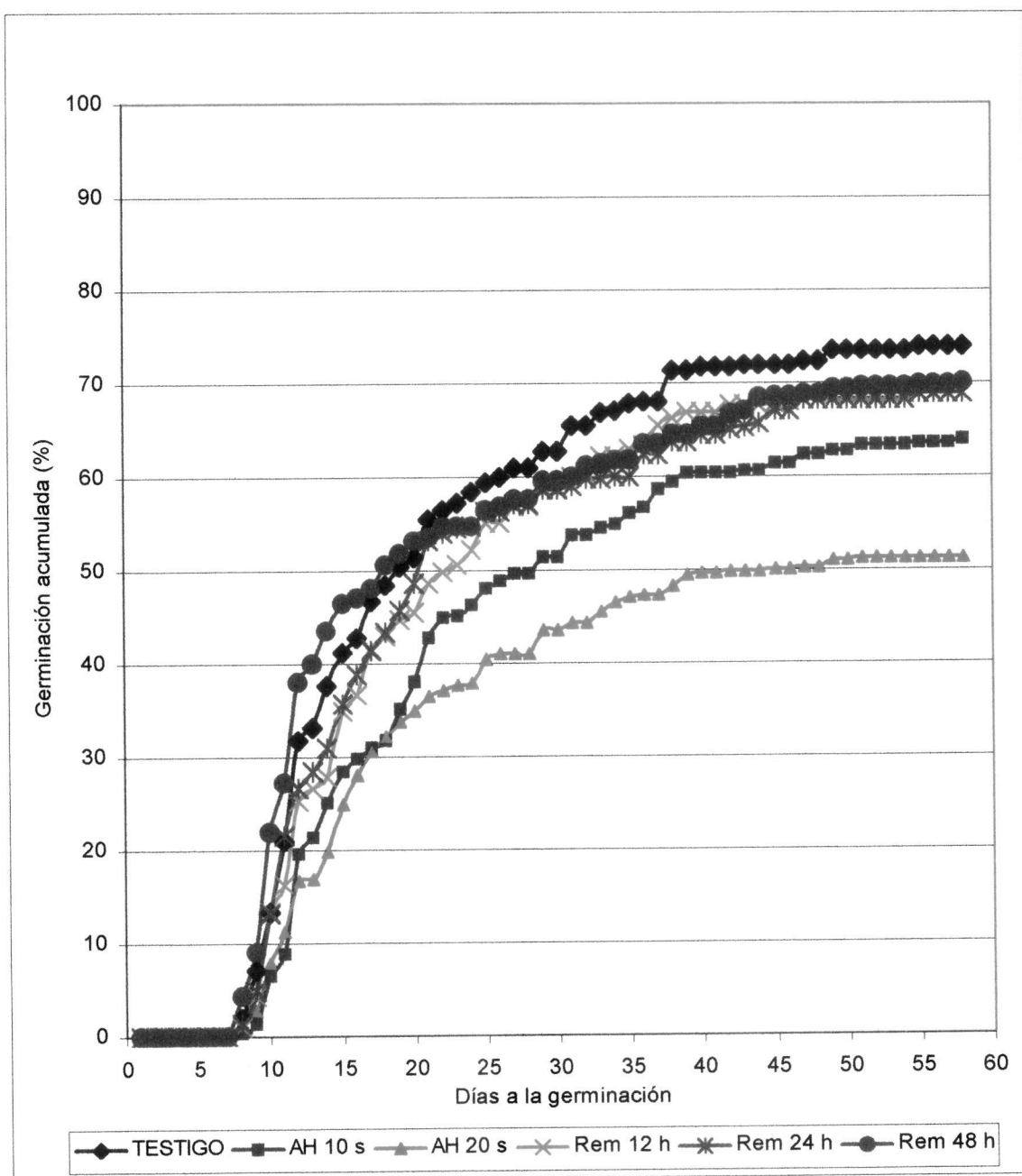


Figura 4.13. Efecto de los Tratamiento pregerminativos sobre la velocidad de la germinación de la semilla de *Peltogyne mexicana* Martínez.

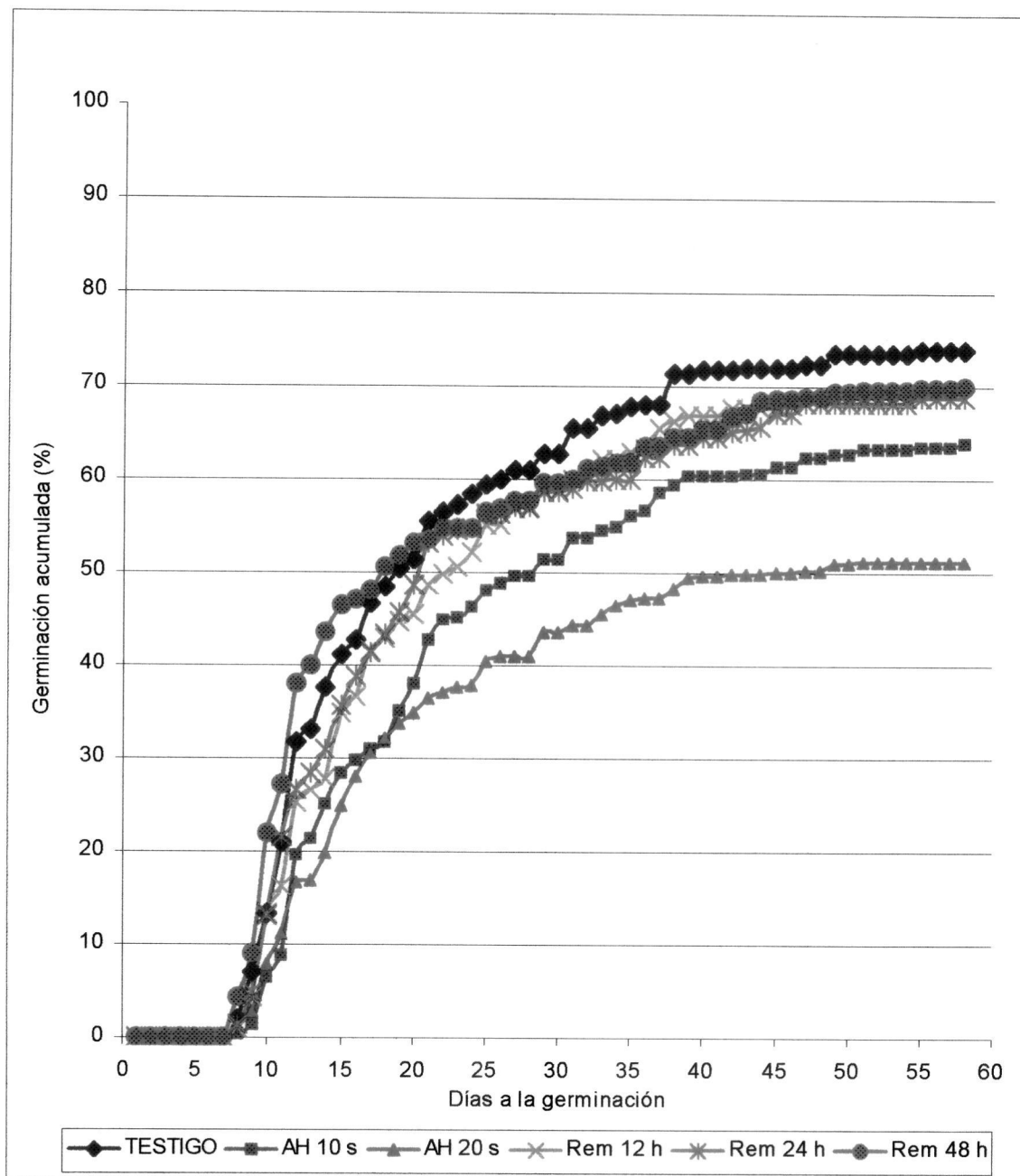


Figura 4.13. Efecto de los Tratamiento pregerminativos sobre la velocidad de la germinación de la semilla de *Peltogyne mexicana* Martínez.

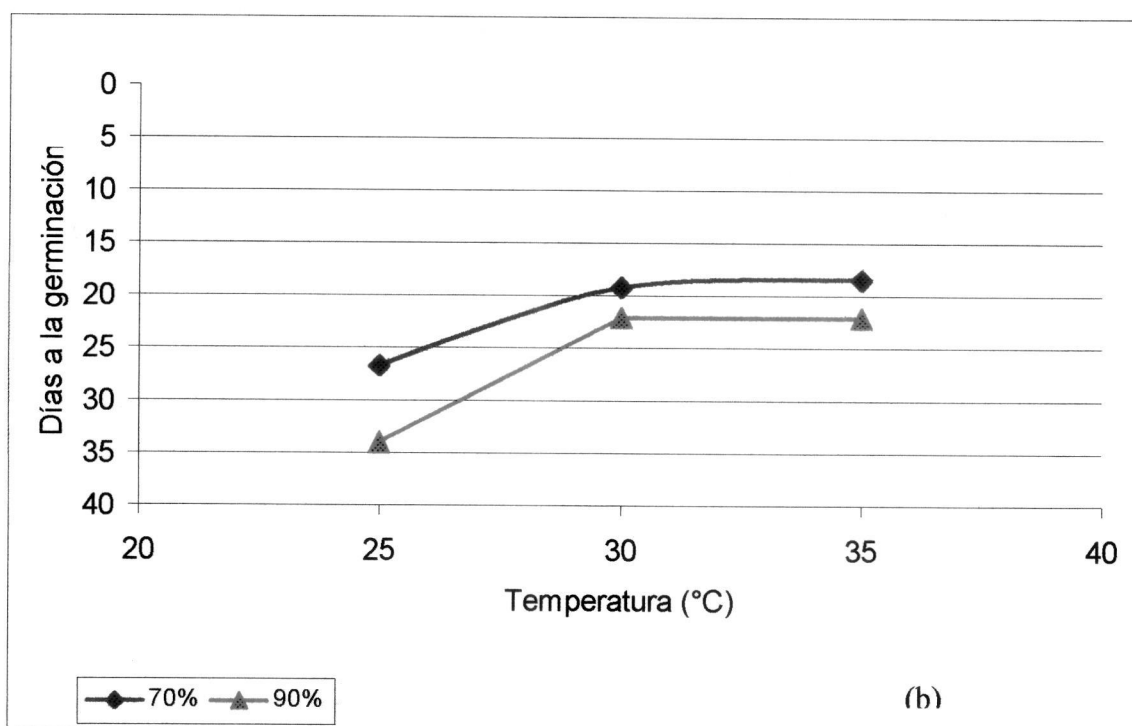
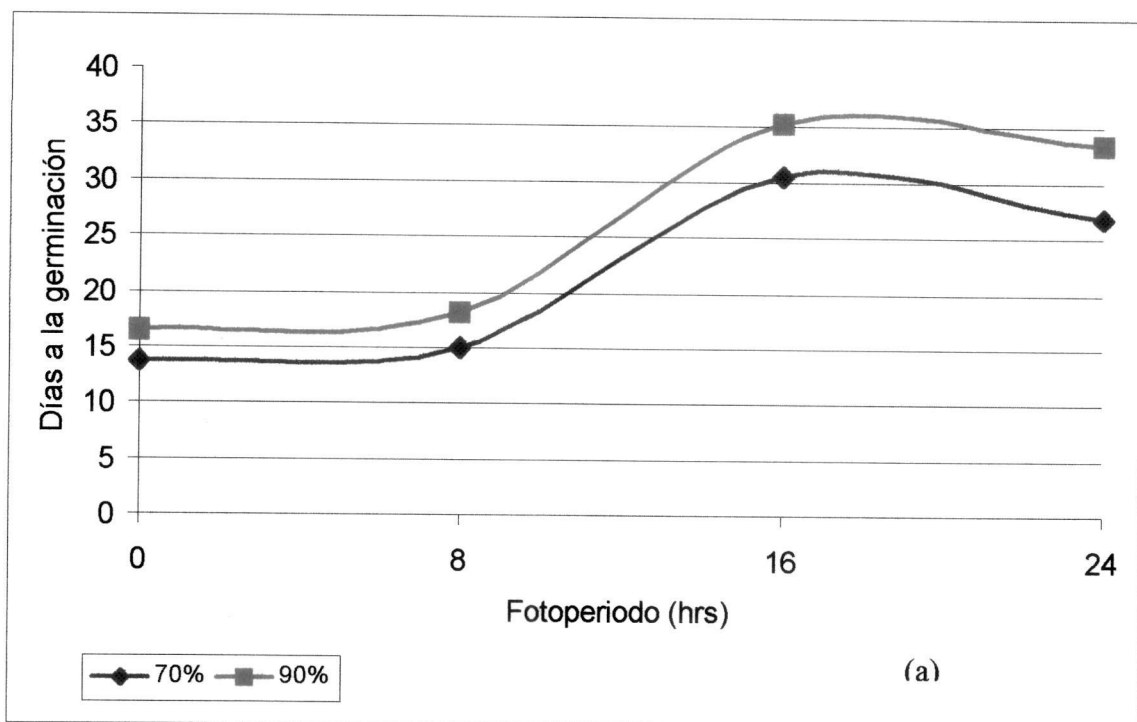


Figura 4.14. Efecto del Fotoperiodo (a) y la Temperatura (b) sobre la energía germinativa de la semilla de *Peltogyne mexicana* Martínez.

4.5. Conclusiones

Peltogyne mexicana Martínez, presenta un año semillero cada dos o tres años, la floración ocurre entre la tercera semana de julio y la tercera de agosto, y la maduración del fruto se da entre la cuarta semana de febrero y la primera semana de marzo.

La semilla *Peltogyne mexicana* Martínez, es fotoblastica negativa, ya que los porcentajes más bajos de germinación se registraron a plena luz, sin importar el nivel de temperatura.

Los mayores porcentajes de germinación se obtienen con fotoperiodos de 0 a 8 horas luz, lo que coincide con las observaciones realizadas en campo, puesto que la germinación ocurre en lugares altamente sombreados.

La germinación óptima se obtiene entre un rango de temperatura de 25°C a 35°C, lo que coinciden con las temperaturas de la región en el periodo en que ocurre la germinación en el campo.

La semilla de *Peltogyne mexicana* Martínez, no requiere de la aplicación de Tratamientos pregerminativo, ya que el Testigo presentó los mejores porcentajes de germinación, alcanzando hasta un 95.55% en el rango de temperatura ensayada con fotoperíodos menores a 8 horas luz.

4.6. Literatura citada

Asteinza B., G., J. Rey C. y F Camacho M. 1989. Precalentamiento de semillas de leguminosas silvestres y germinación. In memoria Congreso Forestal Mexicano. Tomo II. Toluca, México. pp: 804-807.

Bonner, F. T. 1974. Análisis de semillas forestales. Traductor Rodríguez T., D. A. 1973. Serie de apoyo académico No. 47. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

Camacho M., Francisco. 1994. Dormición de semillas. Causas y tratamientos. Trillas, México, D. F. 125 p.

CATIE, 1999. *Peltogyne purpurea* Pittier. Nota técnica sobre manejo de semillas forestales. Proyecto Semillas Forestales del CATIE (PROSEFOR). Turrialba, Costa Rica. 97:2.

Duke, A. 1938. Tropical Woods. Notes on the purpleheart trees (*Peltogyne* Vog.) of Bazilian Amazonia. School of Forestry. Yale Univerty. E. U. A. 54:1-7.

Flores, E. 1995. Morfofisiología, comportamiento y germinación de semillas forestales. In: Memorias Avances en la producción de semillas forestales en América Latina. Simposio, CATIE. Managua, Nicaragua. pp: 149-152.

Freitas da Silva, M. 1976. Revisoa taxonomica do genero *Peltogyne* Vog. (Leguminosae-Caesalpinioideae). Acta Amazonica. Vol. 6(1): Suplemento. INPA- Manaus.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografia, UNAM. México, D. F. 246 p.

González, E. y Fisher, R. 1995. Floración y fructificación de siete especies forestales tropicales en la Tierras Bajas Húmedas del Atlántico de Costa Rica. *In*: Memorias Avances en la producción de semillas forestales en América Latina. Simposio, CATIE. Managua, Nicaragua. pp: 113-121.

Hartmann, H. T. y Kester, D. E. 1999. Propagación de plantas. Principios y prácticas. CECSA. México, D. F. 760 p.

INEGI. 2000. Anuario estadístico del Estado de Guerrero. México, D. F.

INEGI. Carta de Uso de Suelo y Vegetación. E14-8 Chilpancingo. Esc. 1:250 000.

Kozlowski, T. T. , S. Pallardy G. 1996. Physiology of wood plants. Second edition. Academic Press. California, E. U. A. 411 p.

Kribs, D. A. 1968. Comercial foreing Wood on the America Market. Dover Publications. New York, E. U. A. pp:91-92.

Martínez, M. 1960. Una especie de *Peltogyne* en México. Anales del Instituto de Biología. Tomo XXXI. UNAM. México, D. F. pp: 123-131.

Moreira, I. y Arnáez, E. 1995. Fenología y su utilidad en domesticación de especies. *In*: Memorias Avances en la producción de semillas forestales en América Latina. Simposio. CATIE. Managua, Nicaragua. pp: 123-130.

Musalem S., M. A. 1984. Effect of environmental factors on regeneration of *Pinus montezumae* Lamb., in a temperate forest of Mexico. Ph. D. thesis. Yale University. U.S.A. 244 p.

Musalem S., M. A. 1985. Efecto de la intensidad de la luz en la germinación, desarrollo y sobrevivencia de plántulas de *Pinus montezumae* Lamb. Dasonomía Mexicana. Vol. 3 No. 5: 25-34.

Niembro R., A. 1988. Semillas de árboles y arbustos. Ontogenia y estructura. Limusa. México, D. F. 285 p.

Niembro R., A. 1989. Semillas de plantas leñosas. Morfología comparada. Limusa-Noriega. México, D. F. 224 p.

Niembro R., A. 2000. Estructura y morfología de diáporas de árboles y arbustos nativos e introducidos comunes en la república mexicana. Tesis de Maestría. División de Ciencias forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 381 p.

Rebolledo R., H. H. 2000. SAS en microcomputadoras. Análisis estadísticos de datos experimentales. Novena edición. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 176 p.

Rodríguez, L. 1995. Tratamientos pregerminativos para alguna especies forestales nativas de la Región Huetar Norte de Costa Rica. *In*: Memorias: Avances en la producción de semillas forestales en América Latina. Simposio. CATIE. Managua, Nicaragua. pp: 153-158.

Rodríguez T., D. A. y E. Guizar N. 1997. La semilla de dos árboles del bosque tropical sinaloense. Revista Chapingo, serie: Ciencias Forestales. Vol. III, No. 1:55-66.

Soihet, C. y Saravia, A. 1995. Efecto de la reducción de horas luz en la germinación de cinco especies forestales. *In*: Memorias Avances en la producción de semillas forestales en América Latina. Simposio, CATIE. Managua, Nicaragua. pp: 159-163.

Velázquez R., J. M.; D. A. Rodríguez T. y R. Bonilla B. 1996. Evaluación de *Quercus crassipes* Humb. et. Bonpl. en vivero, bajo diferentes tipos de sustratos e intensidades de luz. Revista Chapingo. Serie: Ciencias Forestales. Vol. II No. 1: 97-109.

Vera C., J. A. G. 1986. Estudio de algunos factores que influyen en la producción *Pinus montezumae* Lamb., en vivero. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. México, 141 p.

Verduzco, C. y L. C. Rodríguez. 1995. Estudios floríticos en Guerrero. El Rincón de la Vía. Facultad de Ciencias. UNAM. México, D. F. 4:43.

5. CARACTERIZACION SINECOLOGICA

5.1. Introducción

El hombre como parte de la naturaleza, siempre se ha servido de la vegetación, haciendo en la mayoría de los casos un uso irracional de dicho recurso, a tal grado que se ha acrecentado el deterioro tanto en calidad como en cantidad de los mismos, y podrían desaparecer sin que estos lleguen a conocerse por futuras generaciones.

En las regiones cálido-húmedas de México se encuentran variadas comunidades vegetales conocidas con los nombres de selvas o bosques tropicales, que representan complicadas asociaciones de plantas compuestas por numerosas especies de árboles, arbustos y trepadoras leñosas, así como variadas especies de epifitas y plantas herbáceas.

Los conocimientos ecológicos de la vegetación se tornan fundamentales para el manejo de cualquier recurso, como son el uso del suelo y las prácticas silvícolas. La diversidad florística existente, diferentes asociaciones vegetales debidas a variaciones climáticas, edáficas, de exposición y altitud, dan como resultado un mosaico complejo de microambientes.

La contribución al conocimiento de la vegetación en nuestro país ha sido abundante en algunas regiones; sin embargo, en otras siguen siendo vírgenes en este aspecto, como es el caso de la vegetación de las selvas del Estado de Guerrero, en ellas se encuentran especies en estatus de endémicas, endémicas amenazadas y en peligro de extinción, y en particular del Municipio de Juan R. Escudero, área de realización de la mayor parte de este trabajo y en particular a la sinecología de la especie *Peltogyne mexicana* Martínez (Palo morado), de gran importancia económica y ecológica, que en últimas fechas se ha visto disminuida su población, debido principalmente a un uso irracional y enfermedades que actualmente la afectan y que en los diversos estudios florísticos, ni siquiera es mencionada.

Esta parte del trabajo tiene como finalidad obtener conocimientos básicos tanto florísticos como ecológicos, que ayuden a efectuar un mejor aprovechamiento de éste recurso, así como el de ser un punto de partida para la implementación de estudios que tengan como fin impulsar el desarrollo de la investigación forestal de esta región y como base para la realización del primer inventario forestal maderable de la especie en particular y de otras con potencial de uso.

5.2. Antecedentes

La ecología forestal, estudia todo aquello que tenga que ver con una comunidad forestal, considerando que ésta se desarrolla en un medio físico compuesto por la atmósfera que rodea las porciones aéreas y el suelo que incluye las capas subterráneas afectadas. Este ambiente está combinado completamente debido a diversos factores, la radiación solar, los cambios atmosféricos y el efecto de la misma comunidad actuando sobre el clima y el suelo local (Spurr & Barnes, 1982).

En silvicultura, los estudios dirigidos a la búsqueda de correlaciones o asociaciones entre la vegetación (tipo de bosque) y ambiente (tipo de sitio-hábitat) juegan un papel importante, porque estas relaciones permiten emplear a la vegetación como indicadora del ambiente y viceversa, simplificando y acelerando los estudios de evaluación de la tierra y capacidad productiva de los bosques (Matteuci y Colma, 1982 citado por Bachem y Rojas, 1994).

Hawley y Smith (1972) mencionan que dentro de las ciencias naturales, la ecología forestal proporciona a la silvicultura su fundamento inmediato, esta ciencia trata de leyes que rigen el crecimiento y desarrollo de los árboles aislados y del bosque como comunidad biológica. El forestal debe conocer también todo cuanto sea posible sobre el complejo de factores ambientales que controlan el desarrollo de los árboles y de la masa como un todo.

Braun-Blaunquet (1979) define a la fitosociología como el estudio de las agrupaciones de plantas, sus interrelaciones y su dependencia frente al medio ambiente vivo e inanimado; desde este punto de vista, el estudio del desarrollo, composición, características e interrelaciones de los grupos vegetales o comunidades de plantas está definido como sociología vegetal o fitosociología.

Se entiende a una comunidad como un conjunto de poblaciones que tienen relaciones mutuas entre sí y con el medio ambiente que los rodea. Braun-Blaunquet (op.cit) menciona que el estudio de la comunidad y la interacción de los organismos que la componen corresponden al dominio de la sinecología y que forma parte de la fitosociología.

Mueller-Dombois y Ellenberg (1974) afirman que los principales objetivos de la sinecología están enfocados al estudio del medio ambiente de las comunidades, así como de la interacción sociológica de las especies que la constituyen.

(Spurr & Barnes, 1982) definen a un organismo individual, ya sea un árbol forestal u otro individuo, como el producto de su constitución genética y de cómo es afectado por el medio ambiente. El estudio del organismo individual en relación con su medio ambiente se incluye dentro del marco de referencia de la autoecología. El bosque, sin embargo, es un complejo de organismos, tanto vegetales como animales, que están ocupando mutuamente un complejo medio ambiente. Estos organismos están en competencia por la luz, el aire, el agua, el calor y los nutrientes necesarios para la subsistencia (que dependen de la densidad). Cada uno, a su vez, determina una parte del medio ambiente que afecta a los otros.

El estudio de la comunidad y la interacción de los organismos que lo componen corresponde al dominio de la sinecología. La autoecología abarca el estudio de las interrelaciones de cada planta, o de cada población, de una especie con el medio que la circunda.

Así mismo, de los comúnmente reconocidos factores del medio físico, tales como la temperatura, humedad del suelo, luz, etc., no se debe pasar por alto el aspecto biótico del medio circundante de las plantas. Los factores del hábitat quizá no determinen directamente la distribución e importancia de una planta, sino que puedan actuar más bien directamente influyendo en las capacidades competidoras de aquella. Este es el porqué ha de hacerse hincapié en el que el autoecólogo no trabaja aparte del sinecólogo ni de la información que éste crea. El sinecólogo aporta la comprensión de las estructuras o formas de la vegetación en relación con el medio. En el proceso para llegar a esta comprensión, se adquieren ante todo, aproximaciones de la distribución e importancia de una especie y su reacción al complejo del medio. Las observaciones que el sinecólogo hace de las reacciones a suelos, inundación, fuego, apacentamientos, etc., a menos por parte de la especie dominante, brindan al autoecólogo muchas hipótesis de trabajo, que éste las somete a experimentos que afinan el conocimiento de los valores indicadores de la especie, mejorando así el uso de los datos sinecológicos, para su comparación con los contextos del medio.

Chapman (1976) reconoce las necesidades de conocimientos sobre la flora y composición de especies, y que se requiere tiempo y experiencia, especialmente en un área no familiar. Su enfoque también depende de si el problema es autoecológico (especies únicas) o sinecológico (comunidades), y orientados hacia el estudio de la producción o de la identificación de la causalidad. Los autoecologistas usualmente requieren una medición de la abundancia o comportamiento de las especies las cuales pueden ser fácilmente suministradas, mientras que los sinecologistas, tratan con comunidades, que llegan a ser destruidas por problemas asociados con la naturaleza de la variación de la vegetación.

Los inventarios fitosociológicos reunidos en un tipo de comunidad tiene la enorme ventaja de que a partir de ellos y de un modo casi automático pueden deducirse el aspecto, el grado de desarrollo, las relaciones de competencia, el área de distribución y otras propiedades de comunidad (Braun-Blanquet, 1979). Sin embargo, es difícil de mantener cifras exactas de estos inventarios, puesto que estas entidades naturales son

muy complejas y poco estables. Además, el conocimiento seguro de las especies es, pues, el requerimiento primero e ineludible del fitosociólogo (estudios florísticos de la vegetación sin un conocimiento suficiente de las especies son científicamente inútiles). El objetivo de estos estudios es precisamente conocer la significación de la especie y su forma de vida en la comunidad, así como, la determinación de las leyes que regulan las relaciones de los organismos en la misma.

Las diversas especies de árboles y arbustos que vegetan en las regiones cálido-húmedas del país tienen afinidad neotropical y son proporcionalmente los elementos más importantes en la composición de la flora nacional. Algunas de las especies que vegetan en el Sur y Sureste de México se extienden libremente hacia Centroamérica, mientras que otras se distribuyen hasta la parte norte de América del Sur. Algunas de esas especies pertenecen a los géneros *Tabebuia*, *Psidium*, *Spondias*, *Apeiba*, *Trema*, *Muntingia*, *Bursera*, *Manilkara*, *Brosimum*, *Protium*, *Lonchocarpus*, *Trichilia*, *Sickingia*, *Andira*, *Vochysia*, *Hura*, *Lysiloma*, *Bucida*, *Thevetia*, *Schizolobium*, *Sterculia*, *Didymopanax*, *Ochroma*, *Cochlospermum*, *Cordia*, *Guazuma*, *Sapindus*, *Byttneria*, entre otras (Niembro, 2000). Algunos de éstos géneros interactúan con *Peltogyne mexicana* Martínez en la Selva Baja Caducifolia y Mediana Subcaducifolia Guerrerense.

5.2.1. Antecedentes de estudios sinecológicos en el área

De las cuatro localidades elegidas (por ser las más representativas) para la realización del estudio sinecológico de *Peltogyne mexicana* Martínez, únicamente en el área comprendida entre Acahuizotla y El Rincón de la Vía se han realizados estudios florísticos.

El Rincón de la Vía es una zona donde se presentan elementos florísticos de la región templada y de la zona tropical, este hecho permite encontrar especies de una y otra afinidad en un área relativamente pequeña; es una región de contrastes en cuanto a tipos de vegetación, prácticamente a la misma altitud y en el mismo clima se presentan bosques de *Pinus spp.* y bosque tropical caducifolio. Parte de la zona se sitúa en la

región Mesoamericana de Montaña y parte en la región Caribe (Good, 1964; Takhtajan, 1969; Rzedowski, 1978; citados por Verduzco y Rodríguez, 1995).

A pesar de esto sólo Hubert Kruse ha realizado colectas en el área, entre 1959 y 1970, a partir de las cuales se describieron 16 especies nuevas para la ciencia (Rzedowski, 1973, citado por Verduzco y Rodríguez, 1995), mismas que se depositaron en el Herbario Nacional en el Instituto de Biología de la UNAM (MEXU) y en el Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB).

Verduzco y Rodríguez (1995) enlistan los siguientes trabajos: Chavelas (1987), realizó trabajos en el bosque tropical caducifolio en los alrededores de Chilpancingo; Diego, *et. al.* (1983) investigaron la vegetación en los alrededores de Agua de Obispo; Zamudio (1986) describe la estructura y composición de las comunidades vegetales en la Sierra de Mochitlan y Quechultenango, además analiza los diversos factores físicos que influyen en su establecimiento; Flores (1990) elaboró un estudio florístico y cartográfico de la vegetación en la región Agua de Obispo-Chapolapa.

También, Verduzco y Rodríguez (1995) mediante revisiones bibliográficas y trabajos de campo elaboraron una lista florística de la zona de El Rincón de la Vía, describieron las comunidades vegetales presentes, cartografiaron los tipos de vegetación, elaboraron el perfil diagramático de la vegetación y analizaron algunos aspectos de distribución geográfica que se relacionan con las familias y géneros presentes en esta área.

5.3. Metodología

Los aspectos más importantes que se tomaron en cuenta para definir las unidades básicas de vegetación para realizar la caracterización sin ecológica del estrato arbóreo de *Peltogyne mexicana* Martínez fueron, la presencia de la especie en estudio y las áreas de menor disturbio, mismas que se ubicaron de manera aleatoria aledañas a los poblados de Acahuizotla y El Rincón de la Vía Municipio de Chilpancingo, y Tierra colorada y

Omitlan , Municipio. de Juan R. Escudero, levantando 10 sitios para cada localidad (40 sitios en total).

Una vez delimitadas las unidades de vegetación, se programaron colectas botánicas de la vegetación arbórea en los meses de julio, agosto y diciembre del 2000, estas se herborizaron en el Laboratorio de Ecología Forestal y se determinaron en el Herbario de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, y posteriormente se procedió a realizar el muestreo.

Así mismo, se realizaron muestreos de suelo en los cuatro sitios, para determinar sus características físicas y de fertilidad de mayor importancia, éste análisis se llevó a cabo en el Laboratorio Central Universitario UACH-Suelos.

Para el estudio sinecológico, se utilizó el método de **punto cuadrante central** (Cottam & Curtis, 1949) éste método consiste en establecer para cada punto de muestreo, cuatro cuadrantes formados por intersección de dos líneas, una línea es la directriz y la segunda es perpendicular a la primera pasando por el punto central, en cada cuadrante se mide la distancia existente entre el punto central y el árbol más cercano a él, así como el diámetro normal y la altura total, en éste caso se tomaron en cuenta solo aquellos individuos mayores de 10 cm de diámetro normal.

Los datos fueron procesados por localidad obteniendo los siguientes parámetros: Distancia total, distancia media, dominancia absoluta, área basal, número de árboles por hectárea, frecuencia absoluta, número de individuos de cada especie, densidad relativa, dominancia relativa, frecuencia relativa y valor de importancia.

Estos parámetros fueron determinados de acuerdo a las siguientes fórmulas matemáticas:

a) Densidad absoluta. Es el número de individuos de una especie por unidad de área.

$$\text{Densidad absoluta} = [\text{área} / (\text{distancia media})^2]$$

b) Dominancia absoluta. Es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie.

$$\text{Dominancia absoluta} = (\text{área basal media por árbol}) * (\text{número de árboles en especies})$$

c) Frecuencia absoluta. Es el número de muestras en las que ocurre una especie.

$$\text{Frecuencia absoluta} = [(\text{No. de sitios con especie}) / (\text{No. total de sitios})] * 100$$

d) Densidad relativa. Es la densidad de una especie referida a todas las especies del área en %.

$$\text{Densidad relativa} = [(\text{No. de individuos de especies}) / (\text{No. total de individuos})] * 100$$

e) Dominancia relativa. Es la dominancia de una especie referida a la dominancia de todas las especies.

$$\text{Dominancia relativa} = [(\text{dominancia de una especie}) / (\text{dominancia de todas las especies})] * 100$$

f) Frecuencia relativa. Es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies.

$$\text{Frecuencia relativa} = [(\text{frecuencia de una especie}) / (\text{suma de frecuencias de todas las especies})] * 100$$

g) Valor de importancia. = Densidad relativa + Dominancia relativa + Frecuencia relativa.

Dentro de los muestreos sin área definida, se encuentra el método de punto cuadrante central, que consiste en fijar una serie de puntos al azar o de manera sistemática, sobre

una línea continua dentro de una comunidad vegetal. Este método ha mostrado una amplia utilidad para la cuantificación de formas arbóreas, y aún más cuando estas presentan alta diversidad, como en este caso. Las medidas de distancias tomadas en el campo sirven para evaluar el área promedio que ocuparía cada individuo de la comunidad, de esta forma se estima la densidad; también mediante éste método es factible evaluar parámetros tales como dominancia y frecuencia.

Discusión del método de punto cuadrante central

Al utilizar éste método, se efectúan mediciones de cuatro distancias, lo cual constituye una ventaja, con respecto a otros métodos similares como el pares al azar y el de distancia al vecino más cercano (Cottam & Curtis, 1949; Cottam, Curtis & Half, 1953; Cottam & Curtis, 1956), en las que se hacen mediciones en un solo cuadrante. Además de promediar las distancias y al elevarlas al cuadrado se tiene el área ocupada por cada árbol, Cottam & Curtis, probaron además la validez del método en poblaciones al azar, determinando que no es necesario la consideración de factores de correlación, debido a que se trabaja con el promedio de cuatro distancias y el área basal media de cada árbol.

Morisita (1954) realizó la prueba matemática que proporciona validez al método, sin embargo, la confiabilidad de los datos aumenta en función directa del número de puntos de muestreo. Cabe señalar que éste método ha sido probado y discutido por diversos autores en ecosistemas semejantes, por lo que la mayoría de ellos recomienda un número aproximado de 20 puntos de muestreo (Mueller-Dombois & Ellwenberg, 1974).

Finalmente es de mencionarse que se considera el Valor de Importancia (V.I.) o Valor de Curtis (1959) con el objeto de evaluar las principales especies de cada unidad de vegetación muestreada. Este parámetro permite de manera más exacta conocer las especies que por su mayor importancia caracterizan a las unidades. Su determinación consiste en la conjugación sumatoria de los valores relativos de frecuencia, densidad y dominancia.

Cualquiera de los parámetros que se obtienen por éste método, pueden ser considerados como un V. I. (Whittaker, 1970), esto depende de los intereses de los trabajos silvícolas que se requieran realizar de acuerdo a cada especie en particular o grupos de especies. Por ejemplo en un renuevo de árboles puede existir un alto número de brinzales por unidad de área dentro de un matorral, si analizamos la dominancia de estos renuevos de árboles, esta sería insignificante, en cambio si analizamos la frecuencia de estos, esta puede ser considerada como un parámetro de gran importancia, ya que es un indicador de una etapa de distribución y reproducción uniforme; en éste caso la frecuencia de árboles puede ser considerada como “importante”.

El empleo del método en mención se convierte en una práctica muy común en estudios cuantitativos, en los que se aplican las técnicas de distancias medias. El llamado V. I. de Curtis, puede ser convertido y llamado porciento de importancia por especie (Risser & Rice, 1971). El uso del parámetro V. I. solamente limita el análisis de la información, por lo que se puede decir que este parámetro, no da idea de la composición de la biomasa o de la cobertura, por lo que uno de los parámetros que tiene gran significado en la distribución de las plantas es la densidad absoluta (Fosberg, 1961; Rice, 1967; Daubenmire, 1963). Por lo que el análisis de todos los parámetros ecológicos nos permite hacer deducciones sobre el dinamismo y las futuras tendencias de las unidades que se estudian.

El % V. I., por lo tanto, nos expresa el valor relativo al valor de importancia de cada especie en comparación con la suma del V. I. de todo el levantamiento. Se estima que el V. I. en porcentaje hace sobresalir fuertemente a la vista la vigorosidad ecológica de cada especie dentro de la unidad estudiada. El rango, expresa directamente el lugar de importancia fitosociológico, que corresponde a cada especie dentro de la unidad de vegetación estudiada.

5.4. Resultados y Discusión

5.4.1. Descripción del estrato arbóreo en comunidades con *Peltogyne mexicana* Martínez

Esta comunidad se caracteriza por habitar en zonas escarpadas con pendientes superiores al 50%, en suelos con textura arcillosa y arenosa, someros y pedregosos (caliza y granito), en la rivera de ríos y barrancas, desde 50 msnm (Acapulco) hasta los 1,150 msnm (Acahuizotla).

Sus rasgos fisonómicos en estado natural corresponden a una comunidad relativamente densa, presenta dos estratos arbóreos bien diferenciados, aunque puede haber un estrato adicional con eminencias aisladas.

El primer estrato lo constituyen individuos aislados de *Brosimum alicastrum* y *Astronium conzattii* Blake, los que superan los 18 metros de altura y diámetros hasta de 90 cm.

El segundo estrato y de mayor importancia económica, está constituido por individuos comúnmente de entre los 12 a los 18 metros de altura, de las siguientes especies: *Acacia gaumeri* Blake, *Aspidosperma megalocarpon* Mull Arg., *Cederla mexicana* m. Roemer, *Cordia alliodora* (Ruíz & Pav.) Oken, *Cordia elaeagnoides* A. DC., *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., *Hymenaea courbaril* L., *Lysiloma acapulcensis* (Kunth) Benth, *Lysiloma divaricata* (Jacq.) Macbride. *Peltogyne mexicana* Martínez, *Platimiscium yucatanum* Standl., *Pterocarpus acapulcensis* Rose, *Tabebuia palmeri* Rose, *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson, *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC., *Sweetia panamense* (Benth) y *Swietenia humillis* Zucc.

El tercer estrato está constituidos por individuos con alturas menores a 12 metros, comúnmente entre 5 y 8 metros y diámetros que no sobrepasan los 30 cm, con copas convexas o planas y su anchura a menudo iguala o supera la altura del árbol, lo que proporciona a éstos un porte característico. Con frecuencia son retorcidos y se ramifican

a corta altura, de tal manera que el tronco principal pierde su individualidad muy pronto. Varias especies presentan cortezas de colores llamativas y superficie brillante, exfoliándose continuamente sus partes externas. La característica más sobresaliente de este estrato es la pérdida del follaje en la época más seca del año e inicia el desarrollo vegetativo al inicio del periodo de lluvias.

En éste estrato se encuentran especies medicinales y las principales son: *Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schltdl, *Bursera discolor* Rzedowski, *Bursera excelsa* Engl., *Bursera grandifolia* Engl., *Comocladia mollissima* H. B. K., *Erythrina cf. mexicana*, *Jacaratia mexicana* A. DC., *Haematoxylum brasiletto* Karst y *Plumeria rubra* L.

Esta comunidad de vegetación arbórea está representada por 30 familias, 55 géneros y 68 especies determinadas. La familia más representativa es la Leguminosae con 18 géneros y 23 especies, seguida de la Burseraceae y Meliaceae. No se logró determinar una especie de la familia Annonaceae y otra de la Rubiaceae.

En el Cuadro 3 del Apéndice se presenta una lista florística arbórea de las colectas botánicas realizadas en las cuatro áreas de estudio y determinadas en el Herbario de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo.

5.4.2. Análisis cuantitativo de los parámetros ecológicos del estrato arbóreo de los sitios de muestreo

5.4.2.1. Sitio Tierra Colorada

En base al muestreo de la vegetación arbórea realizado en exposiciones Norte, Noroeste y Oeste del Cerro Tierra Colorada, localizado al Este del poblado del mismo nombre, entre los 300 a 650 msnm.

Se determinaron en el muestreo 17 especies diferentes en esta área, calculándose una distribución espacial entre un individuo y otro de 6.74 m, para un total de 220.13 árboles/ha. La densidad absoluta para *Peltogyne mexicana* Martínez es de 27.52 árboles/ha, con un área basal media de 0.2066 m²/árbol (Apéndice Cuadro 4).

Los valores cuantitativos que determinan la estructura horizontal, como es la frecuencia absoluta tienen un valor de 70% para *Pseudobombax ellipticum*, 30% para *Bursera simaruba* y *Peltogyne mexicana* Martínez y con un 20% se encuentran *Brosimum alicastrum*, *Sapium macrocarpum* Muell. Arg., *Bursera excelsa* Engl., *Annona globiflora* Schl. y *Ficus cotinifolia* H.B.K.

La dominancia absoluta muestra el siguiente orden: *Peltogyne mexicana* Martínez, *Brosimum alicastrum* y *Pterocarpus acapulcensis* Rose. Con respecto a la densidad relativa se tienen valores de 22.50% para *Pseudobombax ellipticum*, 12.50% para *Peltogyne mexicana* Martínez, 10.00% para *Bursera excelsa* Engl. y 7.50% para *Brosimum alicastrum* y *Bursera simaruba*.

Con la suma de los parámetros relativos se obtienen los valores de importancia, en donde para las primeras cinco especies con más de un 20% se encuentran: *Pseudobombax ellipticum*, *Peltogyne mexicana* Martínez, *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba* y *Sapium macrocarpum* Muell. Arg., con 52.44%, 48.49%, 29.68%, 25.17 y 20.02% respectivamente (Cuadro 5.1)

En cuanto a su estructura vertical, los árboles de mayor altura (entre 14 a 20 m) tenemos a: *Brosimum alicastrum*, *Peltogyne mexicana* Martínez, *Sapium macrocarpum* Muell. Arg., *Cedrela mexicana* m. Roemer y *Pterocarpus acapulcensis* Rose; y los más bajos (< 10 m) son: *Pseudobombax ellipticum*, *Bursera excelsa* Engl., *Annona globiflora* Schl y *Plumeria rubra* L.

Cuadro 5.1. Resultados de la evaluación de parámetros ecológicos del estrato arbóreo para el sitio de Tierra Colorada, Municipio de Juan R. Escudero, Gro.

ESPECIE	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)
1. <i>Pseudobombax ellipticum</i>	22.50	8.73	21.21	52.44
2. <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	12.50	26.90	9.09	48.49
3. <i>Brosimum alicastrum</i>	7.50	16.12	6.06	29.68
4. <i>Bursera simaruba</i>	7.50	8.58	9.09	25.17
5. <i>Sapium macrocarpum</i> Muell. Arg.	5.00	8.96	6.06	20.02
6. <i>Bursera excelsa</i> Engl.	10.00	1.39	6.06	17.45
7. <i>Plumeria rubra</i> L.	5.00	4.66	6.06	15.72
8. <i>Ficus cotinifolia</i> H.B.K.	5.00	4.66	6.06	15.72
9. <i>Pterocarpus acapulcensis</i> Rose	2.50	9.13	3.03	14.66
10. <i>Annona globiflora</i> Schl.	5.00	1.27	6.06	12.33
11. <i>Cedrela mexicana</i> m. Roemer	2.50	2.74	3.03	8.27
12. <i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	2.50	1.87	3.03	7.40
13. <i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hocrr.	2.50	1.54	3.03	7.07
14. <i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	2.50	1.33	3.03	6.86
14. <i>Bursera discolor</i> Rzedowski	2.50	1.14	3.03	6.67
16. <i>Cocoloba barbadensis</i>	2.50	0.63	3.03	6.16
17. <i>Comocladia mollissima</i> H.B.K.	2.50	0.37	3.03	5.90
	100.00	100.00	100.00	300.00

5.4.2.2. Sitio La Venta-Omitlán

El muestreo de la vegetación arbórea en esta área se realizó en las exposiciones Norte, Noreste y Noroeste del Cerro Altos del Tepehuaje, entre el poblado de Omitlán y la Presa Hidroeléctrica La Venta entre los 300 a 700 msnm.

En base al muestreo se determinaron en esta área un total de 26 especies diferentes, calculándose una distribución espacial entre individuos de 4.54 m y una densidad absoluta de 485.64 árboles/ha. La densidad absoluta para *Peltogyne mexicana* Martínez fue de 48.56 árboles/ha, con un área basal media de 0.0612 m²/árbol.

Los valores de frecuencia absoluta son: 40% para *Peltogyne mexicana* Martínez, 30% para *Brosimum alicastrum* y con un 20% para *Lonchocarpus megalanthus* Pitt., *Bursera excelsa* Engl., *Astronium konzattii* Blake y *Comocladia mollissima* H. B. K.

La dominancia absoluta de las primeras seis especies muestran el siguiente orden: *Brosimum alicastrum*, *Peltogyne mexicana* Martínez, *Jacaratia mexicana* A.DC., *Haematoxylum brasiletto* Karst, *Acacia gaumeri* Blake, seguido de *Astronium konzattii* Blake. Con respecto a la densidad relativa se tienen valores de 10% para *Peltogyne mexicana* Martínez, 7.50% para *Brosimum alicastrum* y *Haematoxylum brasiletto* Karst, de 5.00% para *Jacaratia mexicana* A.DC., *Astronium konzattii* Blake, *Acacia gaumeri* Blake, *Lonchocarpus megalanthus* Pitt., *Bursera excelsa* Engl., *Comocladia mollissima* H. B. K. y *Cedrela mexicana* m. Roemer, el resto con un 2.5% (Apéndice Cuadro 5).

Solo tres especies superan el 20% de importancia en este sitio: *Brosimum alicastrum* con un 47.52%, *Peltogyne mexicana* Martínez con un 32.48% y *Haematoxylum brasiletto* Karst con un 20.14% (Cuadro 5.2).

Entre los árboles con mayor altura (entre 20 a 25 m) están: *Brosimum alicastrum* y *Astronium konzattii* Blake y entre los 14 a 20 m a: *Peltogyne mexicana* Martínez, *Platimiscium yucatanum* Standl, *Cedrela mexicana* m. Roemer y *Acacia gaumeri* Blake.

Cuadro 5.2. Resultados de la evaluación de parámetros ecológicos del estrato arbóreo para el sitio Presa Hidroeléctrica La Venta-Omitlán, Juan R. Escudero, Gro.

ESPECIE	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)
1. <i>Brosimum alicastrum</i>	7.50	31.68	8.33	47.52
2. <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	10.00	11.37	11.11	32.48
3. <i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst	7.50	7.08	5.56	20.14
4. <i>Jacaratia mexicana</i> A.DC.	5.00	10.02	2.78	17.79
5. <i>Astronium conzattii</i> Blake	5.00	4.30	5.56	14.86
6. <i>Acacia gaumeri</i> Blake	5.00	6.24	2.78	14.02
7. <i>Lonchocarpus megalanthus</i> Pitt.	5.00	1.57	5.56	12.13
8. <i>Bursera excelsa</i> Engl.	5.00	1.27	5.56	11.83
9. <i>Comocladia mollisima</i> H. B. K.	5.00	0.96	5.56	11.52
10. <i>Cedrela mexicana</i> m. Roemer	5.00	2.22	2.78	9.99
11. <i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth	2.50	3.41	2.78	8.69
12. <i>Ceiba parviflora</i>	2.50	3.26	2.78	8.54
13. <i>Platimiscium yucatanun</i> Standl	2.50	2.74	2.78	8.01
14. <i>Acacia coulteri</i> Benth	2.50	2.37	2.78	7.65
15. <i>Annona globiflora</i> Schl.	2.50	2.03	2.78	7.31
16. <i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbride	2.50	1.76	2.78	7.04
17. <i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hocotr.	2.50	1.41	2.78	6.69
18. <i>Luehea candida</i> Mart.	2.50	1.33	2.78	6.61
19. <i>Tabebuia palmeri</i> Rose	2.50	0.96	2.78	6.23
20. <i>Amphipterygium adstringens</i> Schide ex Schtdl.	2.50	0.88	2.78	6.16
21. <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	2.50	0.68	2.78	5.96
22. <i>Piptadenia cf. obliqua</i> (Pers.) Macbride	2.50	0.65	2.78	5.93
23. <i>Plumeria rubra</i> L.	2.50	0.63	2.78	5.90
24. <i>Bursera grandifolia</i> Engl.	2.50	0.40	2.78	5.68
25. <i>Sapium macrocarpum</i> Muell. Arg.	2.50	0.38	2.78	5.66
26. <i>Bursera simaruba</i>	2.50	0.38	2.78	5.66
	100.00	100.00	100.00	300.00

Entre los más bajos (< 10m) se encuentran: *Bursera excelsa* Engl., *Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schltdl., *Comocladia mollissima* H. B. K. y *Jacaratia mexicana* A.DC.

5.4.2.3. Sitio El Rincón de la Vía

Este sitio se localizó a 0.5 Km al Noreste del poblado El Rincón de la Vía entre 800 y 950 msnm en un área clasificada como selva baja caducifolia.

En este sitio, en base al muestreo realizado se determinaron 21 especies, con una distribución espacial entre individuos de 5.11 m, con una densidad absoluta de 382.96 árboles/ha. Para la especie de interés se calculó una dominancia absoluta de 67.02 árboles/ha y un área basal media de 0.0962 m²/árbol (Apéndice Cuadro 6).

Los valores de frecuencia absoluta calculada es como sigue: 50% para *Peltogyne mexicana* Martínez, 40% para *Pseudobambax ellipticum* y *Astronium conzattii* Blake, 30% para *Sapium macracarpum* Muell. Arg. y *Bursera excelsa* Engl., con un 20% *Heliocarpus terebinthinaceus* (DC.) Hoctrr, *Leucaena lanceolata* S. Wats. y *Aspidosperma megalocarpon* Muell. Arg., y el resto con un 10%.

La dominancia absoluta de las primeras seis especies, se da en el siguiente orden: *Peltogyne mexicana* Martínez, *Astronium conzattii* Blake, *Sapium macracarpum* Muell. Arg., *Pseudobambax ellipticum*, *Ficus cotinifolia* H.B.K. y *Jacaratia mexicana* A. DC.

Los árboles con mayor altura encontrados en este sitio fueron: *Jacaratia mexicana* A. DC., *Peltogyne mexicana* Martínez y *Alvaradoa amorphoides* Liebm, con 16, 14 y 14 m respectivamente. Los más bajos con alturas menores a 10 m se encuentran: *Pseudobambax ellipticum*, *Bursera excelsa* Engl., *Bursera discolor* Rzedowski y *Erythrina cf. Mexicana*.

Cuadro 5.3. Resultados de la evaluación de parámetros ecológicos del estrato arbóreo para el sitio de El Rincón de la Vía, Municipio de Chilpancingo, Gro.

ESPECIE	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)
1. <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	17.50	26.63	13.16	57.28
2. <i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	10.00	17.32	10.53	37.85
3. <i>Pseudobambax ellipticum</i>	10.00	8.29	10.53	28.82
4. <i>Sapium macracarpum</i> Muell. Arg.	7.50	8.93	7.89	24.32
5. <i>Bursera excelsa</i> Engl.	7.50	2.07	7.89	17.47
6. <i>Ficus cotinifolia</i> H.B.K.	2.50	7.76	2.63	12.89
7. <i>Aspidosperma megalocarpon</i> Muell. Arg.	5.00	1.87	5.26	12.13
8. <i>Leucaena lanceolata</i> S. Wats.	5.00	1.46	5.26	11.72
9. <i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hoottr.	5.00	1.14	5.26	11.40
10. <i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	2.50	6.17	2.63	11.31
11. <i>Bursera simaruba</i>	2.50	3.14	2.63	8.27
12. <i>Plumeria rubra</i> L.	2.50	2.72	2.63	7.85
13. <i>Bursera discolor</i> Rzedowski	2.50	2.38	2.63	7.51
14. <i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm	2.50	2.33	2.63	7.46
15. <i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	2.50	2.28	2.63	7.41
16. <i>Trichilia hirta</i>	2.50	2.28	2.63	7.41
17. <i>Erythrina cf. mexicana</i>	2.50	1.45	2.63	6.58
18. <i>Diospyros sp.</i>	2.50	0.56	2.63	5.69
19. <i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britton & Rose	2.50	0.50	2.63	5.63
20. <i>Thovinia acuminata</i> S. Wats.	2.50	0.41	2.63	5.54
21. <i>Swietenia humilis</i> Zucc.	2.50	0.32	2.63	5.45
	100.00	100.00	100.00	300.00

5.4.2.4. Sitio Acahuizotla

Este fue el sitio de mayor altitud localizado a 1 km al Este del poblado de Acahuizotla entre los 900 a 1100 msnm en un bosque de transición entre *Pinus oocarpa* y la selva baja caducifolia, muy similar al sitio del Rincón de la Vía.

En este sitio se determinaron 18 especies diferentes, con una distancia media entre individuos de 3.83 m y una densidad absoluta de 681.71 árboles/ha. Para *Peltogyne mexicana* Martínez se encontró una densidad absoluta de 68.17 árboles/ha y un área basal media de 0.0219 m²/árbol (Apéndice Cuadro 7).

La frecuencia absoluta es como sigue: 70% para *Pseudobombax ellipticum*, 40% para *Bursera discolor* Rzedowski, 30% para *Peltogyne mexicana* Martínez, *Lysiloma divaricata* (Jacq.) Macbride y *Bursera excelsa* Engl., con un 20% tenemos a *Bursera simaruba* y *Guazuma ulmifolia* Lam., y el resto con un 10%.

La dominancia absoluta de las primeras seis especies, se presenta en el siguiente orden: *Pseudobombax ellipticum*, *Bursera simaruba*, *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng., *Bursera discolor* Rzedowski, *Peltogyne mexicana* Martínez y *Lysiloma divaricata* (Jacq.) Macbride.

Solo 5 especies superan el 20% de valor de importancia, datos que se observan en el Cuadro 5.4, con su respectiva dominancia, densidad y frecuencia relativas.

Los árboles de mayor altura, apenas superan los 10 m de altura, ya que era en su mayoría es arbolado joven, con diámetros normales menores a 15 cm, en las especies *Peltogyne mexicana* Martínez y *Lysiloma divaricata* (Jacq.) Macbride. El resto son especies características de las selvas bajas caducifolias, presentando en este caso altura menores a 6 metros.

Cuadro 5.4 Resultados de la evaluación de parámetros ecológicos del estrato arbóreo para el sitio de Acahuizotla, Municipio de Chilpancingo, Gro.

ESPECIE	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)
1. <i>Pseudobombax ellipticum</i>	22.50	33.11	20.00	75.61
2. <i>Bursera discolor</i> Rzedowski	10.00	8.77	11.43	30.20
3. <i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	10.00	6.00	8.57	24.57
4. <i>Bursera simaruba</i>	5.00	11.32	5.71	22.04
5. <i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbride	7.50	4.78	8.57	20.85
6. <i>Bursera excelsa</i> Engl.	7.50	3.54	8.57	19.61
7. <i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	5.00	9.04	2.86	16.89
8. <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	5.00	2.05	5.71	12.76
9. <i>Leucaena esculenta</i> Benth.	5.00	2.42	2.86	10.28
10. <i>Annona globiflora</i> Schl.	2.50	3.96	2.86	9.32
11. <i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst	2.50	3.50	2.86	8.86
12. <i>Hauya elegans</i> DC.	2.50	2.90	2.86	8.26
13. <i>Swietenia humilis</i> Zucc.	2.50	2.68	2.86	8.04
14. <i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth.	2.50	2.38	2.86	7.73
15. <i>Leucaena lanceolata</i> S. Wats.	2.50	1.10	2.86	6.46
16. <i>Dipholis cf. Salicifolia</i> (L.) A. DI.	2.50	1.06	2.86	6.41
17. <i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hoottr.	2.50	0.83	2.86	6.19
18. <i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	2.50	0.56	2.86	5.92
	100.00	100.00	100.00	300.00

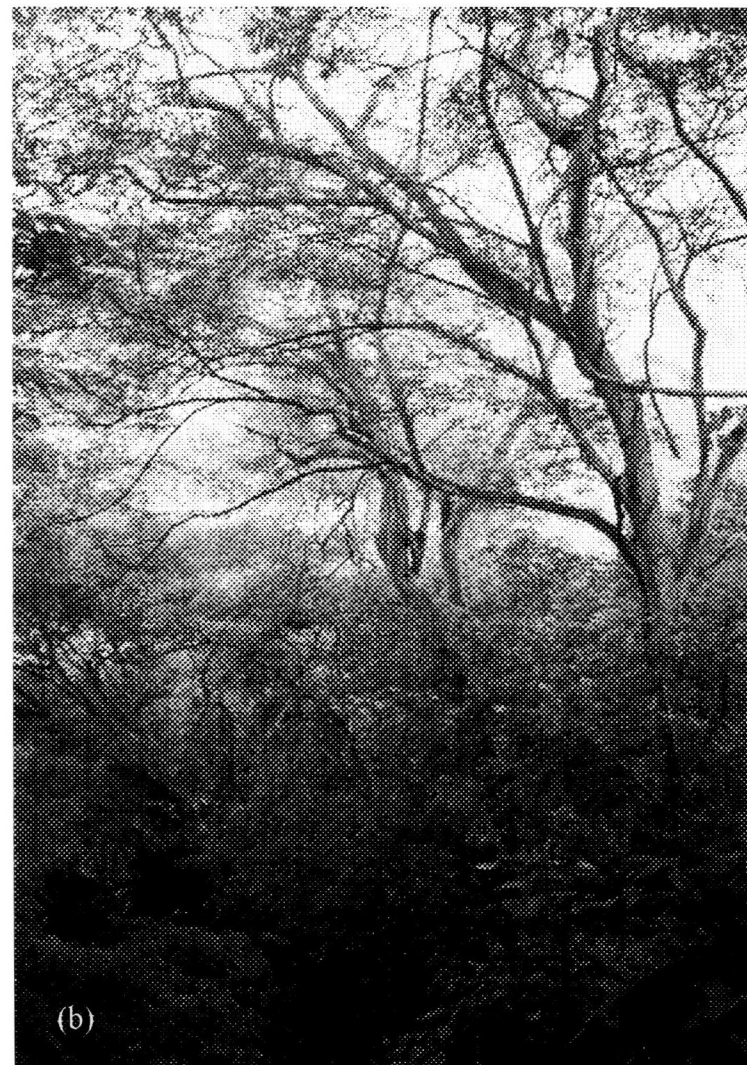


Figura 5.1. (a) Arbolado joven sitio La Venta-Omitlán y (b) adulto sitio Tierra Colorada de *Peltogyne mexicana* Martínez.

5.5. Análisis del suelo

Pritchett (1986) afirma que el crecimiento de un árbol con una estructura genética determinada es una función de la edad y de muchos factores locales. Entre los elementos ambientales figuran la temperatura, la humedad disponible, la energía radiante, la composición de la atmósfera y del aire del suelo, los factores bióticos así como las propiedades físicas y químicas del suelo.

Las propiedades químicas, entre las que destacan la acidez, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y la disponibilidad de nutrientes, son primordiales para el crecimiento vegetal en sitios específicos. La acidez del suelo tiene poco efecto sobre el crecimiento arbóreo, ya que la mayor parte de los árboles crecen bastante bien en una amplia variedad de reacciones. Sin embargo, ésta puede tener enorme influencia indirecta sobre el crecimiento y desarrollo, a través de su efecto sobre la disponibilidad de los nutrientes, la actividad microbiana, y la existencia de compuestos tóxicos.

Los suelos en donde se desarrolla *Peltogyne mexicana* Martínez, son someros (< 30 cm) con una capa de materia orgánica de hasta 8 cm, rojos arcillosos los que se presentan en sitios de rocas calizas (La Venta –Omitlán, El Rincón de la Vía y Acahuizotla), y blanquecinos franco-arenosos los derivados de granito (Tierra Colorada).

Son ligeramente alcalinos, extremadamente ricos en materia orgánica, con nulo efecto de salinidad, muy ricos en nitrógeno total y altas concentraciones de nitratos, concentraciones de fósforo bajos (excepto en El Rincón de la Vía considerado como alto), extremadamente ricos en potasio, calcio y magnesio, con niveles de medio a alto de micronutrientes y presentan una alta CIC (Cuadro 5.5).

Cuadro 5.5. Resultados del análisis del suelo del área de distribución natural de *Peltogyne mexicana* Martínez.

PROPIEDAD	TIERRA COLORADA	LA VENTA- OMITLAN	EL RINCÓN DE LA VIA	ACAHUIZOTLA
pH	7.68	7.48	7.91	7.76
CE (dS m ⁻¹)*	1.03	0.41	0.54	1.11
M O (%)*	12.8	8.28	8.61	21.2
NT (%)*	0.82	0.46	0.48	0.98
NI (mg Kg ⁻¹)*	29.10	33.58	34.33	42.53
P (mg Kg ⁻¹)	6.34	10.46	33.42	7.61
K (mg Kg ⁻¹)	328	149	405	263
Ca (mg Kg ⁻¹)	6,318	5,068	7,475	10,800
Mg (mg g ⁻¹)	929	1,356	1,213	396
Fe (mg Kg ⁻¹)	37.75	10.71	13.10	83.94
Cu (mg Kg ⁻¹)	0.60	1.43	2.49	6.37
Zn (mg Kg ⁻¹)	2.84	5.63	36.6	7.67
Mn (mg Kg ⁻¹)	13.30	52.37	28.66	46.29
CIC (Cmol (+) Kg ⁻¹)*	34.72	39.45	37.35	53.13
ARENA (%)	63.48	16.76	24.76	30.76
LIMO (%)	16.72	35.44	25.44	27.44
ARCILLA (%)	19.80	47.80	49.08	41.80
CLASIFICACION TEXTURAL	FRANCO- ARENOSO	ARCILLOSO	ARCILLOSO	ARCILLOSO

*CE: Conductividad Eléctrica; M O: Materia Orgánica; NT: Nitrogeno Total; NI: Nitrógeno Inorgánico; CIC: Capacidad de Intercambio Catiónico.

Cuadro 5.6. Metodología utilizada por el Laboratorio Central Universitario Suelos-UACH, para el análisis del suelo.

PROPIEDAD	METODOLOGÍA
pH	Potenciómetro relación suelo-agua 1:2.
CE*	Puente de conductividad en el extracto de la pasta.
M O*	Walkley y Black.
NT*	Determinado por arrastre de vapor (Kjeldahl)
NI*	Extraído con cloruro de Potasio 2N y determinado por arrastre de vapor.
P	Olsen.
K	Extraído en acetato de amonio 1.0 N pH 7.0 relación 1:20 y determinado por espectrofotometría de emisión de flama.
Ca y Mg	Extraído en acetato de amonio 1.0 N pH 7.0 relación 1:20 y determinado por espectrofotometría de absorción atómica.
Fe, Cu, Zn y Mn	Extraído con DTPA relación 1:4 y determinado por espectrofotometría de absorción atómica.
CIC*	Acetato de amonio 1.0 N, pH 7.0 centrifugación.
Textura	Hidrómetro de Bouyoucos.

*CE: Conductividad Eléctrica; M O: Materia Orgánica; NT: Nitrogeno Total; NI: Nitrógeno Inorgánico; CIC: Capacidad de Intercambio Catiónico.

5.6. Regeneración y condición fitosanitaria de *Peltogyne mexicana* Martínez

Existen árboles de *Peltogyne mexicana* Martínez que florecen cada año, mientras que la mayoría lo hacen cada dos y tres años; sin embargo, en los árboles con floración anual ó bianual, solo producen semilla en abundancia cada tercer año y en los intermedios se ha observado un gran número de semilla abortadas sobre el suelo, aunque no se han realizado estudios para explicar las causas de éste fenómeno.

La semilla se almacena en el piso forestal por un periodo de tres meses (mientras se presenta el periodo de lluvias), en donde, por efecto de la gravedad ha llegado, ya que no se ha observado que la semilla madura sea apetecible por algún animal que ayude a su diseminación (aunque si son comidas por aves canoras cuando están tiernas, en diciembre; sin embargo, no ponen en ningún momento en riesgo la producción de semillas).

El viento tiene una mínima influencia, debido que al caer la semilla, ésta lo hace unida por el funículo a una mitad de la vaina, que hace la función de una ala, pero solo alcanza como máximo una distancia igual a la altura del árbol a favor de la pendiente y que el viento sea lo suficientemente fuerte para desplazar una semilla de peso considerable.

No existe dificultad en la germinación de la semilla y ésta es abundante por lo menos cada tres años. Sin embargo, debido a la gran cantidad de roca, tanto caliza como de granito (>80%) existente en el área de distribución de la especie, la semilla cae en alguna depresión, sobre o entre las rocas, en donde existe acumulación de humus, que facilitará la germinación, pero que difícilmente la plántula podrá prosperar, porque la raíz no alcanzará suelo firme, antes de que la humedad del suelo se termine, observándose entre los meses de noviembre y diciembre una gran mortalidad de plántulas, quedando vivas únicamente las que germinaron en suelo firme, pero en la mayoría de los casos, es debajo de los árboles progenitores, sitios altamente sombreados, que facilita la germinación pero obstruye el crecimiento posterior (Figura 5.3).

El desarrollo vegetativo de *Peltogyne mexicana* Martínez, se inicia junto con la temporada de lluvias (junio) y se prolonga por un periodo de cuatro a cinco meses, principalmente en árboles adultos y en aquellos brinzales que crecen con por lo menos un 50% de luz, ya que en sitios altamente sombreados el crecimiento es inapreciable, observándose plántulas con dos o tres años con 15 a 20 cm de altura.

Un fenómeno opuesto se observa en plántulas producidas en vivero, en donde el desarrollo vegetativo es continuo y solo es limitado por el volumen y fertilidad del sustrato, de tal forma que a los dos años éstas plantas han alcanzado entre 80 a 90 cm de altura, por lo anterior, se puede pronosticar, que en el establecimiento de una plantación, con los cuidados mínimos necesarios, se lograrían incrementos considerables.

En cuanto a la condición fitosanitaria del árbol, se observa entre un 35 a 40% de árboles, tanto adultos como jóvenes, afectados por el hongo del género *Phellinus sp.*, que causa una pudrición parda al duramen, sin afectar a la albura por su mayor contenido de humedad, lo que mantiene el árbol con vida, cumpliendo una función productiva y ecológica, pero desde el punto de vista maderable, es inservible (Figura 5.4).

5.7. Importancia económica de la especie

La superficie de distribución de *Peltogyne mexicana* Martínez, se ha visto disminuida a través del tiempo, debido principalmente a la apertura de nuevos espacios para la agricultura en áreas cercanas a las riveras de ríos, arroyos y barrancas ó en las partes con menor pendiente y menos rocosas.

Delimitando la superficie de distribución actual de la especie, con un planímetro digital, se calculó para Acahuizotla una superficie aproximada de 718.75 ha, 546.75 para El Rincón de la Vía, 2,027.50 ha para el ejido Tierra Colorada y 3, 828.00 ha en terrenos de los ejidos Omitlán y La Palma.



Figura 5.2. Vista panorámica del área de distribución de *Peltogyne mexicana* Martínez, (a) en la rivera del río Omitlán, observando actividades agrícolas, (b) al fondo cerro El Zoyatal.

Por comentarios con los pobladores (por no haber registro oficial), el aprovechamiento de ésta especie data desde hace aproximadamente cincuenta años, en ambos Municipios, principalmente en los poblados de Omitlán y Acahuizotla. Tan solo en el primero existen a la fecha seis carpinterías que transforman en promedio 200 pt por semana cada una, durante el periodo de octubre a julio. Así mismo, una cuarta parte de éste volumen se vende clandestinamente a carpinterías y talleres de Taxco y Chilpancingo.

En el poblado de Acahuizotla, existían más de quince talleres artesanales que elaboraban piezas talladas y torneadas de palo morado; sin embargo, desde hace siete años, debido a la carencia del material y a restricciones de las autoridades en la materia, las artesanías se elaboran de *Pithecellobium dulce*, y muchos artesanos han tenido que emigrar hacia los Estados Unidos, en busca de mejores fuentes de empleo.

Lo anterior, nos permite constatar la urgente necesidad de implementar programas encaminados a la conservación, rescate y fomento de esta especie, para el sustento y arraigo de muchas familias de esta región.



Figura 5.3. Regeneración de *Peltogyne mexicana* Martínez, bajo árboles progenitores (a) y sobre rocas (b).

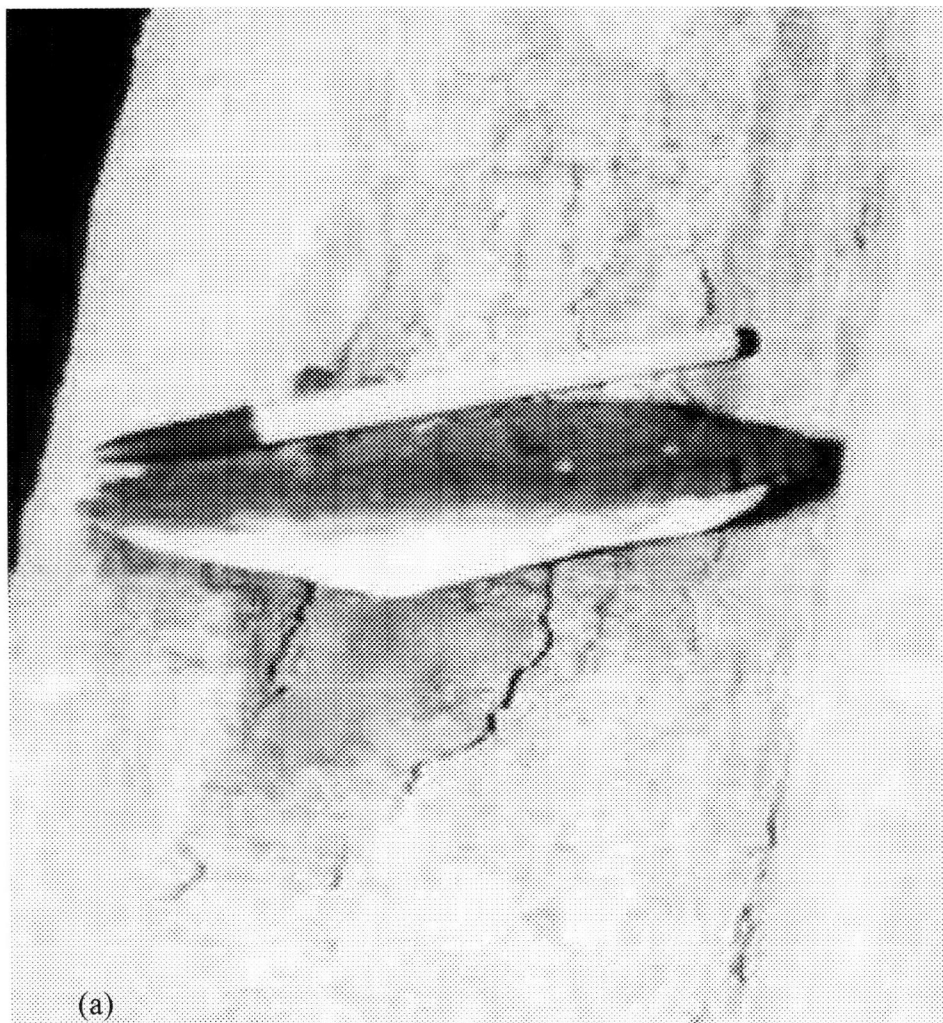


Figura 5.4. Hongo del género *Phellinus* sp.(a) y su efecto en un árbol adulto (b).

5.8. Conclusiones

Peltogyne mexicana Martínez, es una especie que se convierte en emergente (sobrepasa el nivel medio del dosel) en etapas adultas, con un ciclo de vida largo. Produce semillas grandes, de corta viabilidad, tiende a germinar rápidamente en forma más o menos sincrónica, produciendo carpetas de plántulas coetáneas, que pueden permanecer latentes hasta morir o crecer, lenta o rápidamente, dependiendo de los recursos disponibles, principalmente de la cantidad de luz incidente debida a la apertura en el dosel.

En general, en los cuatro sitios se observan una gran cantidad de familias representadas con pocas especies. La familia de mayor abundancia es la Leguminosae con 18 géneros y 23 especies, seguida de la Meliaceae con cuatro géneros e igual número de especies, la Anacardiaceae con tres y tres, Bombacaceae con dos y tres y la Burseraceae con un y cuatro, géneros y especies respectivamente.

Estas comunidades actualmente son consideradas como Selvas Bajas Caducifolias; sin embargo, en base a la colecta y determinación de especies realizadas en el presente trabajo deben ser consideradas como Selvas Medianas Subcaducifolias, debido a que se encuentran especies entre 15 a 25 metros de altura, como son: *Brosimum alicastrum*, *Astronium konzattii* Blake, *Peltogyne mexicana* Martínez, *Platimiscium yucatanum* Standl, *Cederla mexicana* m. Roemer, *Tabebuia palmeri* Rose, *Pterocarpus acapulcensis* Rose. Las especies que presentan individuos con alturas menores, son: *Pseudobombax ellipticum*, *Bursera* sp., *Annona globiflora* Schl., *Plumeria rubra* L., *Comocladia mollissima* H. B. K., *Jacaratia mexicana* A. DC., *Haematoxylum brasiletto* Karst y *Amphipterygium adstringens* Schide ex Schltdl.

En cuanto a *Peltogyne mexicana* Martínez, los sitios con mayor área basal por hectárea (AB/ha) son Tierra Colorada y El Rincón de la Vía, con presencia de árboles adultos y buen diámetro, ya que el aprovechamiento se ha dejado de realizar desde hace aproximadamente quince años. Mientras que en los sitios de La Venta-Omitlán y Acahuizotla, se observa relativamente un mayor número de individuos jóvenes, reflejado

en una baja AB/ha. En el primer sitio, se siguen realizando aprovechamientos, mientras que en el segundo, se dejó de aprovechar desde hace aproximadamente siete años.

A pesar de la relativamente alta cantidad de individuos y al alto valor de importancia (V. I.) con calificaciones excelentes (>3), un 40% de los individuos se encuentran infectados con un hongo del género *Phellinus* sp., que aunado al aprovechamiento irracional, esta especie podría desaparecer.

Es necesario, que se implementen programas de reproducción de la especie en vivero y realizar plantaciones, tratamientos silvícolas encaminados a propiciar y establecer una regeneración natural exitosa, investigaciones sobre el control de la enfermedad que la aqueja, así como, concientizar a la población sobre la decadencia y la urgente necesidad de conservación y fomento de la especie.

En lo que respecta al análisis del suelo, las altas cantidades de nitrógeno presente en estos suelos indica, probablemente, que ésta especie sea fijadora de éste elemento, como la mayoría de las leguminosas.

El pH se encuentra entre 7.48 a 7.91, por lo que existe una alta disponibilidad de elementos principales, excepto el fósforo (a pesar de la gran cantidad de M. O.) y micronutrientes (Fe, Mn, Bo, Cu y Zn), aunque esto se compensa con la alta CIC, por lo que estos suelos pueden ser considerados como muy fértiles; sin embargo, son delgados y muy frágiles, que aunado a las pendientes pronunciadas y alto porcentaje de roquerío, éstos terrenos no deben utilizarse para las actividades agrícolas, como actualmente sucede.

Se ha demostrado que en los viveros, los hongos del género *Fusarium* spp., son más virulentos en condiciones de neutralidad o de alcalinidad y las pérdidas de plántulas se incrementa en valores de pH superiores a 5.9, por lo que puede ser ésta otra causa de la alta mortandad de plántulas de *Peltogyne mexicana* Martínez en los primeros meses, ya que crecen en sitios altamente sombreados.

5.9. Literatura citada

- Acevedo R., R. 1998. Estudio sinecológico del bosque de *Pseudotsuga menziessi* (Mirb.) Franco var. *oaxacana* Debreczy & Rácz, en la zona de Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca, México. Tesis de licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 105 p.
- Bachem C., U., R. Rojas C. 1994. Contribución al estudio ecológico de la vegetación de "La Frayleza" Chiapas. Tesis de licenciatura. UNAM. México, D. F. 184 p.
- Braun-Blanquet, J. 1979. Fitosociología: Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Madrid, España. 820 pp.
- Chapman, S. B. 1976. Methods in plant ecology. John Wiley & Sons, Inc. New York, E. U. A. 536 pp.
- Cottam, G. S. & J. T. Curtis. 1949. A method for making rapid surveys of wet land by means of pairs of randomly selected trees, *Ecology* 30:101 – 104 p.
- Cottam, G. S.; J. T. Curtis & B. W. Half. 1953. Some sampling characteristics of a population of randomly individuals, *Ecology* 34:741 – 757 p.
- Cottam, G. S. & J. T. Curtis. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37:451 – 460 p.
- Curtis, J. T. 1959. The vegetation of Wisconsin. An ordination of plant communities, University of Wisconsin, Press, Madison, E. U. A. 657 p.
- Daubenmire, R. F. 1963. Plant communities. A textbook of plant synecology, Harper & Row, New York, E. U. A. 300 p.
- Fosberg, F. R. 1961. A classification of vegetation for general purposes, *Tropical Ecology* 2:1 – 28, (Republished in modified form in A. F. Paterken, 1976. Guide to the check sheet for IBP areas. Handbook No. 4. Blackwell Scientific Publication, Oxford and Edinburgh. pp 73 – 120)
- Gómez-Pompa, A. y C. Vázquez-Yañes. 1985. Estudios sobre la regeneración de selvas en regiones cálido-húmedas de México. Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Vol. II. INEREB. Xalapa, Ver., México. pp 1-25.
- Hawley, R. C. y Smith, D. M. 1972. Silvicultura práctica. Trad. de la sexta edición del Inglés por Jaime Terradas. Omega. Barcelona, Esp. 544 p.

- Moreno C., P. 1979. Viabilidad de semillas de árboles tropicales y templados: Una revisión bibliográfica. *Regeneración de Selvas Vol. I*. Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver., México. pp. 471-526.
- Morisita, M. 1954. Estmation of population density by spacing method. *Mem. Fac. Sci. Kyushu University. (Biol.)* 1:187-197.
- Mueller-Dombois, D. S. & H. Ellenberg. 1974. *Aims and meted of vegetation ecology*. Wiley International Editing United State of America, 445 p.
- Niembro R., A. 2000. Estructura y morfología de diásporas de árboles y arbustos nativos e introducidos comunes en la república mexicana. Tesis de Maestría. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 381 p.
- Pritchett, W. L. 1986. Suelos forestales: propiedades, conservación y mejoramiento. Trad. por José Hurtado Vega. LIMUSA. México, D. F. 634 p.
- Rice, E. L. 1967. A statical method of determining quadrant size and adequacy of sampling. *Ecology* 48:1047-1049.
- Risser, P. G. & E. L. Rice 1971. Phytosociological analysis of Oklahoma splend forest species, *Ecology* 49:1006-1009.
- Spurr, S. H. y B. V. Barnes. 1982. *Ecología Forestal*. Trad. de la tercera edición del Inglés por Carlos L. Raigorodky Z. AGT Editor. México D. F. 690 p.
- Verduzco, C. y Rodríguez, L. C. 1995. Estudios florísticos en Guerrero. No. 4 El Rincón de la Vía. Facultad de Ciencias. UNAM, México. 43 p.
- Whittaker, R. H. 1970. *Communities and ecosystems*, Macmillan Co., Collier-Macmillan, LTD, London, 162 p.

6. FUNCIONES DE VOLUMEN COMERCIAL CON Y SIN CORTEZA

6.1. Introducción

En los bosques tropicales del Estado de Guerrero, México, existen especies maderables de importancia comercial, ecológica y cultural de las cuales no se tiene registro oficial de su aprovechamiento, como son el palo morado (*Peltogyne mexicana* Martínez), cedro enebro (*Juniperus flaccida* Schl.) y linaloe (*Bursera aloexylon* Scheide), que en la última década han visto disminuidas sus poblaciones debido entre otras causas a la conversión a tierras agrícolas, aprovechamientos selectivos e irracionales y plagas y enfermedades, que ponen en peligro su capacidad productiva y sus consecuentes efectos ecológicos negativos.

En la actualidad dentro de la práctica forestal, es importante conocer las existencias volumétricas de por lo menos las especies maderables de mayor importancia económica, de tal forma que permitan al silvicultor establecer planes de manejo forestal sin poner en riesgo la productividad del bosque, estos volúmenes pueden ser conocidos, ya sea a través de ecuaciones y/o tablas de volumen.

Las ecuaciones de volumen son expresiones que permiten calcular el volumen en función de variables dendrométricas más fáciles de medir, como el diámetro y la altura. Las tablas de volumen son expresiones tabulares de las ecuaciones de volumen. La segunda es consecuencia de la primera y son consideradas dentro del sector forestal como el fundamento de los inventarios forestales maderables, los que a su vez son el cimiento de la silvicultura y de los métodos de ordenación de montes.

El presente capítulo tiene la finalidad de elaborar ecuaciones de volumen comercial con y sin corteza para *Peltogyne mexicana* Martínez, que servirán como base para la elaboración del primer inventario forestal maderable de ésta valiosa especie.

6.2 Antecedentes

La cubicación del volumen de madera de los árboles genera información indispensable para el estudio, la conservación y el cultivo de los ecosistemas forestales. Las ecuaciones de volumen, son expresiones que permiten calcular el volumen en función de variables más fáciles de medir, como el diámetro y la altura. Las ecuaciones se elaboran generalmente para el fuste o tronco total y ramas con un diámetro mínimo aceptable (como en este caso), se pueden emplear solo el fuste o según especificaciones fijadas de acuerdo a algún criterio (Romahn, *et. al.*, 1994).

De acuerdo con Caballero y Frola (1976) el procedimiento “clásico” para la estimación del volumen del arbolado existente en un área determinada, consiste básicamente en los puntos siguientes: a) selección para su estudio, de una parte de la superficie total arbolada (muestreo); b) conducción de cierto tipo de mediciones de campo de todos y cada uno de los árboles contenidos en la muestra; c) estimación del volumen de cada sujeto, mediante la utilización de una tabla de volúmenes de árboles individuales, o su correspondiente ecuación de regresión; d) cálculo del volumen de la muestra y del volumen medio por unidad de muestreo; y e) extrapolación del volumen de la muestra al área total considerada. El inciso c) sobre la cubicación del arbolado, puede dividirse en dos grandes rubros: las tablas y ecuaciones de volumen, y las ecuaciones de ahusamiento (esta última, no aplicable a ésta especie).

Para la elaboración de tablas de volumen desde un principio se emplearon datos experimentales de diámetro normal, altura total y alguna expresión de volumen, definida de acuerdo al propósito de la cubicación. Los datos experimentales han sido obtenidos mediante derribo del arbolado y haciendo las mediciones sobre el fuste y el ramaje, si es requerido, para obtener el volumen. También pueden ser obtenidos sin derribar los árboles (como en éste caso), empleando aditamentos para escalar o bien aparatos ópticos que permiten hacer las mediciones estando el árbol en pie, por ejemplo el telerrelascopio (Caballero, 1972). Otra técnica empleada es el análisis troncal, que implica el derribo de los árboles.

Los métodos de “ajuste” del volumen como una función de las otras variables han evolucionado de la obtención del “volumen promedio” para cada combinación de las variables, “ajustes gráficos”, y actualmente el método común es el “ajuste analítico” mediante regresión (Caballero, 1970, 1971, 1972; Caballero y Frola, 1976; FAO, 1980; Rodríguez y Moreno, 1982; Prodan, *et. al.*, 1997).

Prodan (1965) citado por Herrera (1995) afirma que la manera más rápida de obtener el volumen de una troza o sección, es utilizando las formulas propuestas por Huber, Smalian y Newton, ya que resultan más eficientes y rápidas, que utilizar cuerpos geométricos correspondientes. Así mismo, menciona que la obtención del volumen en árboles en pie, puede realizarse mediante la cubicación seccional (donde los factores a tomar son la longitud de la sección y el diámetro a diferentes alturas del árbol) y la determinación del volumen mediante el coeficiente mórfico (el cual se presenta como un factor de reducción para obtener el volumen real de un árbol).

6.3. Materiales y Métodos

Este trabajo se realizó en el Municipio de Juan R. Escudero, Gro., cuya cabecera municipal Tierra Colorada se localiza en las coordenadas geográficas 17° 09' 55" de latitud Norte y 99° 31' 32" de longitud Oeste, a 300 msnm, con una temperatura media anual de 27°C y una precipitación de 1750 mm anuales, con un clima Aw₂ (w) (INEGI, 2000.).

Se seleccionaron al azar a 65 árboles en pie a los cuales se les midió: altura total, diámetro normal, alturas parciales, diámetros y grosor de corteza en cada inflexión del fuste principal o ramas hasta de 20 cm de diámetro mediante escalamiento con maneas, flexómetro y medidor de corteza. Hubo árboles desde 10 cm hasta 50 cm de diámetro normal.

La cubicación se realizó para cada árbol empleando la formula de Huber (modificada):

$$V = ((D + d) / 2) (\pi/4) * L \text{ -----(6.1).}$$

Donde:

V = Volumen en (m³)

D = Diámetro mayor (m)

d = Diámetro menor (m)

π = 3.1416

L = Longitud (m)

Posteriormente se generó una base de datos que contenía el volumen con corteza (Vcc), volumen sin corteza (Vsc), altura total y diámetro normal (DN). Mediante la técnica de regresión por mínimos cuadrados ordinarios, empleando el procedimiento PROC REG del paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) se ajustaron los modelos 6.2 al 6.10.

a). De la variable combinada $V = \beta_0 + \beta_1(D^2H) + E$ -----(6.2).

b). Australiana $V = \beta_0 + \beta_1(D^2) + \beta_2(H) + \beta_3(D^2H) + E$ -----(6.3).

c). Meyer modificada $V = \beta_0 + \beta_1(D) + \beta_2(DH) + \beta_3(D^2H) + E$ -----(6.4).

d). Comprensible $V = \beta_0 + \beta_1(D) + \beta_2(DH) + \beta_3(D^2) + \beta_4(H) + \beta_5(D^2H) + E$ -----(6.5).

e). De Naslund $V = \beta_0 + \beta_1(D^2) + \beta_2(D^2H) + \beta_3(H^2) + \beta_4(DH^2) + E$ -----(6.6).

f). De Schumacher $V = \beta_0 D^{\beta_1} H^{\beta_2} \exp(E)$ -----(6.7).

$$\log V = \log \beta_0 + \beta_1(\log D) + \beta_2(\log H) + E$$

g). De Korsun $V = \beta_0 (D + 1)^{\beta_1} H^{\beta_2} \exp(E)$ -----(6.8).

$$\log V = \log \beta_0 + \beta_1 \log(D + 1) + \beta_2 \log(H) + E$$

i). De la variable combinada $V = \beta_0 (D^2 H)^{\beta_1} \exp(E)$ -----(6.9).

$$\log V = \log \beta_0 + \beta_1 \log(D^2 H) + E$$

j). De thornber $V = \beta_0 (D/H)^{\beta_1} D^2 H \exp(E)$ -----(6.10).

$$\log V = \log \beta_0 + \beta_1 \log(H/D) + \log(D^2 H) + E$$

Donde:

D = Diámetro normal con corteza,

H = Altura total,

β's = Parámetros

E = Error aleatorio

6.4. Resultados y Discusión

Los resultados del ajuste de las funciones de volumen para los datos recabados en el área de distribución natural (Tierra colorada y Omitlan, Gro.) de *Peltogyne mexicana* Martínez, se anotan en los Cuadros 6.1 y 6.2.

Los modelos que mejores ajustes presentaron ($R^2 > 0.93$, tanto con corteza como sin corteza) fueron la Australiana, Meyer modificada, Comprensible y De Naslund. Sin embargo, todas tienen demasiadas variables y por ende mayor complejidad; por lo que se optó por el de la Variable Combinada ordinaria con un $R^2 = 0.9260$, que aunque el parámetro β_0 no es estadísticamente diferente de cero ($\text{Prob}>|T| = 0.1290$ para el V_{cc} y 0.1767 para el V_{sc}), se mantienen en los respectivos modelos ya que no se harán estimaciones cercas del origen y estas interceptadas permiten mejores estimaciones para la región donde realmente se utilizará la ecuación.

Por lo anterior, las funciones para la estimación del volumen con y sin corteza para *Peltogyne mexicana* quedan de la siguiente manera:

$$V_{cc} = 0.021015 + 0.000027435 (D^2 H)$$

$$V_{sc} = 0.017627 + 0.000025916 (D^2 H)$$

Donde:

V_{cc} = Volumen comercial con corteza en m^3

V_{sc} = Volumen comercial sin corteza en m^3

D = Diámetro normal en cm

H = Altura total en m

Cuadro 6.1. Resultados de los modelos ajustados para el calculo de volumen **con corteza** para *Peltogyne mexicana* Martínez.

MODELO	R ² /R ² AJUS	SCE	CME	PROB>F	βi	ERROR EST	PROB<T
Variable combinada	0.9260	0.33201	0.00527	0.0001	β0=0.021015	0.01366268	0.1290
	0.9248				β1=0.000027	0.00000098	0.0001
Australiana	0.9332	0.29969	0.00491	0.0001	β0=-0.064934	0.06341422	0.3099
	0.9299				β1= 0.000149	0.00006257	0.0205
					β2= 0.006019	0.00568144	0.2936
					β3= 0.000016	0.00000490	0.0010
Meyer modificada	0.9333	0.29894	0.00490	0.0001	β0=-0.094023	0.05354283	0.0841
	0.9301				β1= 0.005501	0.00212822	0.0121
					β2= 0.000187	0.00025900	0.4736
					β3= 0.000018	0.00000581	0.0026
Comprensible	0.9377	0.27948	0.00474	0.0001	β0= 0.468291	0.30802117	0.1338
	0.9324				β1=-0.039967	0.02321382	0.0904
					β2= 0.003787	0.00195108	0.0570
					β3= 0.000803	0.00039832	0.0485
					β4=-0.044911	0.02647922	0.0951
					β5=-0.000044	0.00003261	0.1777
De Naslund	0.9360	0.28699	0.00478	0.0001	β0=-0.020677	0.03436936	0.5497
	0.9317				β1= 0.000244	0.00008572	0.0060
					β2=-0.000003	0.00001266	0.8418
					β3=-0.000530	0.00051695	0.3097
					β4= 0.000054	0.00003198	0.0969
De Schumacher*	0.9212	4.54444	0.07330	0.0001	β0=-10.350465	0.36252573	0.0001
	0.9187				β1= 2.018742	0.09110555	0.0001
					β2= 0.935384	0.13924835	0.0001
De Korsun*	0.9211	4.54807	0.07336	0.0001	β0=-10.703033	0.37085639	0.0001
	0.9186				β1= 2.105653	0.09507051	0.0001
					β2= 0.928676	0.13940939	0.0001
Variable Combinada*	0.9209	4.55997	0.07238	0.0001	β0=-10.419149	0.32832003	0.0001
	0.9197				β1= 0.997169	0.03681276	0.0001
De Thornber*	0.9212	4.54444	0.07330	0.0001	β0=-10.350465	0.36252573	0.0001
	0.9187				β1=-0.0493250	0.10715925	0.6469
					β2= 0.9847090	0.04588230	0.0001
* Modelos logarítmizados							

Cuadro 6.2. Resultados de los modelos ajustados para el calculo de volumen **sin corteza** para *Peltogyne mexicana* Martínez.

MODELO	R ² /R ² AJUS	SCE	CME	PROB>F	β _i	ERROR EST	PROB<T
Variable	0.9260	0.29010	0.00470	0.0001	β ₀ =0.017627	0.0190195	0.1767
combinada	0.9248				β ₁ =0.000026	0.00000092	0.0001
Australiana	0.9335	0.26609	0.00436	0.0001	β ₀ = -0.060441	0.05975432	0.3158
	0.9302				β ₁ = 0.000141	0.00005896	0.0197
					β ₂ = 0.005332	0.00535354	0.3232
					β ₃ = 0.000016	0.00000462	0.0010
Meyer	0.9333	0.26675	0.00437	0.0001	β ₀ = -0.086665	0.05057840	0.0917
modificada	0.9301				β ₁ = 0.005201	0.00201039	0.0121
					β ₂ = 0.000140	0.00024466	0.5685
					β ₃ = 0.000012	0.00000549	0.0018
Comprensible	0.9377	0.24943	0.00423	0.0001	β ₀ = 0.436733	0.29099495	0.1387
	0.9324				β ₁ = -0.037363	0.02193065	0.0937
					β ₂ = 0.003493	0.00184324	0.0630
					β ₃ = 0.000754	0.00037631	0.0496
					β ₄ = -0.041544	0.02501555	0.1021
					β ₅ = -0.000041	0.00003081	0.1910
De Naslund	0.9363	0.25496	0.00425	0.0001	β ₀ = -0.021386	0.03239500	0.5117
	0.9320				β ₁ = 0.000231	0.00008080	0.0059
					β ₂ = -0.000002	0.00001194	0.8609
					β ₃ = -0.000497	0.00048725	0.3120
					β ₄ = 0.000050	0.00003015	0.1023
De Schumacher*	0.9240	4.46275	0.07198	0.0001	β ₀ = -10.49316	0.35925278	0.0001
	0.9216				β ₁ = 2.048620	0.09028303	0.0001
					β ₂ = 0.924866	0.13799119	0.0001
De Korsun*	0.9239	4.46946	0.07209	0.0001	β ₀ = -10.85077	0.36763771	0.0001
	0.9215				β ₁ = 2.136731	0.09424539	0.0001
					β ₂ = 0.918103	0.13819945	0.0001
Variable	0.9236	4.49081	0.07128	0.0001	β ₀ = -10.585476	0.32582070	0.0001
Combinada*	0.9223				β ₁ = 1.007910	0.03653252	0.0001
De Thornber*	0.9240	4.46275	0.07198	0.0001	β ₀ = -10.493161	0.35925278	0.0001
	0.9216				β ₁ = -0.066296	0.10619179	0.5347
					β ₂ = 0.991162	0.04546806	0.0001
* Modelos logarítmizados							

Cuadro 6.3. Análisis de varianza para el modelo de la Variable Combinada (ordinaria), para estimar el volumen comercial con corteza para *Peltogyne mexicana* Martínez..

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	Prob > F
Modelo	1	4.15266	4.15266	787.973	0.0001
Error	63	0.33201	0.00527	-----	-----
Total Corregido	64	4.48467	-----	-----	-----

$$R^2 = 0.9260$$

$$R^2\text{-Ajustada} = 0.9248$$

Cuadro 6.4. Parámetros estimados para el modelo de la Variable combinada (ordinaria) para estimar el volumen con corteza para *Peltogyne mexicana* Martínez.

Variable	Grados de Libertad	Parámetros Estimados	Error Estandar	T para HO: Parámetro=0	Prob > T
Intercepto	1	0.021015	0.01366268	1.538	0.1290
D ² H	1	0.000027	0.00000098	28.071	0.0001

D: diámetro; H: altura.

Cuadro 6.5. Análisis de varianza para el modelo de la Variable Combinada (ordinaria), para estimar el volumen comercial sin corteza para *Peltogyne mexicana* Martínez..

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	Prob > F
Modelo	1	3.70533	3.70533	788.447	0.0001
Error	63	0.29607	0.00470	-----	-----
Total Corregido	64	4.00140	-----	-----	-----

$$R^2 = 0.9260$$

$$R^2\text{-Ajustada} = 0.9248$$

Cuadro 6.6. Parámetros estimados para el modelo de la Variable combinada (ordinaria) para estimar el volumen sin corteza para *Peltogyne mexicana* Martínez.

Variable	Grados de Libertad	Parámetros Estimados	Error Estandar	T para HO: Parámetro=0	Prob > T
Intercepto	1	0.017627	0.01290195	1.366	0.1767
D ² H	1	0.000026	0.00000092	28.079	0.0001

6.5. Conclusión

Es preciso señalar que estos modelos se consideran aceptables para los fines del presente estudio, falta por cubrir el proceso de validación con los datos no incluidos en sus ajustes, para estar en condiciones de aplicarlo con mayor confiabilidad.

6.6. Literatura citada

Caballero, D. M. 1970. Empleo de coeficientes mórficos en la elaboración de tablas de volúmenes de cedro rojo. Biol. Div. No. 26-B. INIF, SFF, SAG. 27p.

_____. 1971. Elaboración de una tabla de volúmenes por medio del empleo de una variable combinada. Revista Bosques. México VIII(1): 14-27.

_____. 1972. Tablas y tarifas de volúmenes: Análisis de algunas de las metodologías existentes y su aplicación a las condiciones de los bosques mexicanos. Nota INIF No. 7. Dirección General del Inventario Nacional Forestal, SFF, SAG. 55 p.

_____. y Frola. 1976. Análisis de un caso práctico relativo a la elaboración de tablas de volúmenes de aplicación directa a rodales. Publicación No. 35 Dirección General del Inventario Nacional Forestal, SFF, SAG, México. 36p.

D. O. F. (Diario Oficial de la Federación). 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994. Tomo 488, No. 10 (16/05/1994) Primera Sección. pp. 1-60.

Duke, A. 1938. Tropical Woods. Notes on the purpleheart trees (*Peltogyne* VOG.) of Brazilian Amazonia. Yale University, School of Forestry. 54:1-7.

FAO. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento; con referencia especial a los trópicos. Vol. I. Estudio FAO: Montes. Roma. 92 p.

Herrera M., V. J. 1995. Elaboración de una tabla y tarifa de volumen para *Pinus hartwegii* Lindl., en el Cerro el Potosí, Galeana, Nuevo León. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N.L., México. 53 p.

INEGI. 2000. Anuario estadístico del Estado de Guerrero. México, D. F.

Prodan, M., R. Peters, F. Cox y P. Real. 1997. Mensura Forestal. IICA-BMZ/GTZ. San José, Costa Rica. 561 pp.

Rodríguez F., C. y R. Moreno S., 1982. Elaboración de tablas de volúmenes a través de análisis troncales para *Pinus montezumae* Lamb., en el C. E. F. San Juan Tetla, Puebla. Bol. Téc. No. 90. INIF-SARH. 37 pp.

Romahn de la V., C. F., H. Ramírez M., y J. L. Treviño G., 1994. Dendrometría. Universidad Autónoma Chapingo. México. 354 p.

7. CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES TECNOLÓGICAS

7.1. Introducción

La madera, históricamente ha sido el material más utilizado por diversas culturas, para la fabricación de armas, herramientas, vehículos de transporte, entre otros, y cada día se incrementan los usos que se le puede dar a este material, a tal grado que ha desplazado en algunos campos al concreto y al acero (Boding y Jane, 1982).

En la actualidad, la determinación y el conocimiento de las propiedades tecnológicas sobre las especies maderables que son aprovechadas industrialmente, cobra una importancia primordial, puesto de su estudio depende en gran medida aprovecharlas y darles el adecuado uso y mantiene la posibilidad de sugerir nuevos usos (Borja y Tamarit, 1997).

La madera por ser un material anisotrópico, es decir, que sus propiedades se manifiestan con diferente intensidad según el plano de que se trate, aunado a esto, su naturaleza higroscópica, la hace muy sensible a los cambios de humedad del medio ambiente que la rodea. Conocer las características de la madera es de suma importancia, debido que influyen en los diversos procesos de industrialización como: aserrío, secado, impregnación; y sus propiedades proporcionan información sobre los cambios dimensionales que ésta experimenta en diferentes condiciones de uso y servicio, además de que ofrecen información sobre su comportamiento ante la aplicación de cargas externas y finalmente con ésta información darle el uso óptimo a tan valioso material (Panshin y de Zeeuw, 1980).

En este capítulo el trabajo tiene la finalidad de conocer y determinar las características anatómicas, propiedades físicas y tres propiedades mecánicas, y así poder inferir el uso más apropiado de la madera de *Peltogyne mexicana* Martínez (Palo morado).

7.2. Antecedentes

Han sido varios los trabajos relacionados con la determinación de las características y propiedades de las maderas de especies tropicales; sin embargo, a la fecha ninguno se refiere a *Peltogyne mexicana* Martínez.

Carothie (1967), describe a la madera de *Peltogyne porphyrocardia* Griseb., como de duramen castaño violáceo muy intenso y muy distintivo, albura de color blancuzco grisáceo, con transición abrupta entre estos; líneas vasculares muy finas e indistintas; mediana a decididamente lustrosa; olor y sabor ausentes; muy dura y pesada; densidad básica de aproximadamente 0.93 gr/cm³; grano entrecruzado; textura fina; difícil de elaborar con herramientas manuales; muy durable. Anatómicamente es de porosidad difusa, anillos ausentes o pobremente definidos; a veces indicados por una línea muy fina y concéntrica de parénquima terminal; poros apenas visibles a simple vista como puntitos blancuzcos; solitarios y en múltiples cortos radiales de 2 a 3 poros y localmente en pequeñas agrupaciones arracimadas irregulares, de distribución variable; en la mayoría cerrados con una goma oscura; diámetro tangencial pequeño, con 25 a 40 por mm². Elementos vasculares cortos a muy cortos, perforaciones simples y punteaduras intervascuales alternas, ornadas, pequeñas, con apertura incluidas, con diámetro promedio de 5µ. Parénquima aliforme fino; confluyente formando bandas cortas onduladas tangencialmente; y terminal de 1 a 3 células de ancho; con cristales y glomérulos gomosos; en ocasiones series longitudinales cristalíferas. Rayos visible a simple vista, finos a muy finos, con abundante goma oscura, homogéneos, uniseriados y la mayoría triseriados, hasta de 80 células o más de alto. Fibras libriformes con punteaduras simples o areoladas, con paredes gruesas.

Kribs (1968), agrupa a *Peltogyne densiflora* Spruce, *P. paniculata* Benth y *P. venosa* (Vahl.) Benth., describiéndolas de la siguiente forma; albura de color rozado canela con líneas café claras, duramen café cuando está fresco y cambia a púrpura o violeta cuando se expone a la luz, cuando no se expone a la luz se torna café nogal, aunque algunas especímenes conservan el color púrpura. Lustre medio, olor y sabor indistinto, densidad

básica de 0.80 a 1.00 gr/cm³; textura fina; difícil de trabajar, pero se logran finos acabados. Vasos escasamente visibles sin una lupa, numerosos y uniformemente distribuidos, solitarios y radiales en grupos de 2 a 4, lumen con goma rojiza, punteaduras alternas, diámetro de 5 μ . Fibras libriformes con punteaduras simples; parénquima terminal, si presenta, concéntrica en líneas de 1 a 3 células de ancho, confluyente, en su mayoría alas cortas a largas, ondulado, bandas tangencial y difuso escaso, lumen ocasionalmente con cristales. Rayos escasamente visibles en la sección transversal, homogéneos, lumen con goma rojiza. Estas especies son utilizadas en la construcción de barcos, vehículos e implementos agrícolas, durmientes, usos en exteriores, parquet, tintes para textiles, artículos deportivos, mangos de herramientas, muebles y armarios, acabados de interiores, chapa y triplay.

Arroyo (1971), presenta en forma resumida la evaluación de algunas maderas venezolanas desde el punto de vista de sus usos actuales y potenciales, en base a sus propiedades físicas y mecánicas, resistencia al arrancamiento de clavos y tronillos, características de aserrado y labrado, características de secado y preservación, durabilidad natural, y aptitud para la producción de chapas y contrachapado. Mencionado a *Peltogyne porphyrocardia* (zapatero), como una madera con una densidad verde de 1.246 gr/cm³ y al 12% de 1.055 gr/cm³, con una contracción de verde a seca al aire radial de 2.0% y tangencial de 3.5% , relación de anisotropía de 1.7; el MOR y MOE de flexión estática es de 2,177 y 244,000 kg/cm² respectivamente; con una resistencia máxima a la compresión paralela a la fibra de 1,020 kg/cm² y perpendicular de 213 kg/cm²; dureza Janka lateral de 1782 kg y transversal de 1593 kg (presenta extremos agrietados); cizallamiento de 171 kg/cm² y tenacidad Madison de 4.59 kg-m. En base a estas características se recomienda para la construcción de quillas de barcos y otros elementos en contacto con el agua, construcción en exteriores, pisos, carpintería en general, ebanistería y durmientes para ferrocarril. Por otro lado, describe a *Peltogyne paniculata* (palo concha), con las siguientes características: tiene una densidad verde de 1.247 gr/cm³ y al 12% de 0.795 gr/cm³, con una contracción de verde a seca al aire radial de 1.4% y tangencial de 2.2% , relación de anisotropía de 1.5; el MOR y MOE de flexión estática es de 952 y 146,000 kg/cm² respectivamente; con una resistencia

máxima a la compresión paralela a la fibra de 760 kg/cm² y perpendicular de 156 kg/cm²; dureza Janka lateral de 858 kg y transversal de 1,035 kg; cizallamiento de 126 kg/cm² y tenacidad Madison de 1.81 kg-m; y puede ser utilizada para la construcción de cubiertas y forros de barcos.

Longwood (1971), menciona que *Peltogyne pubescens* tiene una densidad básica de 0.74 y una contracción total de 3.8%, 8.4% y 13.2% radial, tangencial y volumétrica, respectivamente; para *Peltogyne venosa* var. *densiflora* una densidad básica de 0.75 y 3.2%, 6.1% y 9.9% de contracción radial, tangencial y volumétrica, respectivamente.

Haygreen y Bowyer (1989), proporcionan una lista de las propiedades mecánicas de algunas maderas importadas hacia Estados Unidos, destacando la madera del género *Peltogyne* spp. (Purpleheart), con los siguientes valores, en estado verde y al 12% de CH, respectivamente: MOR de 963.24 y 1349.95 kg/cm², MOE de 140.62 y 159.60 kg/cm² y WCM (Trabajo a carga máxima) de 0.409 y 0.486 kg-cm/cm³ para el ensayo de flexión estática; un esfuerzo a la compresión paralela a la fibra de 493.57 y 725.59 kg/cm²; un esfuerzo a cortante de 115.30 y 156.08 kg/cm² y una dureza Janka lateral de 829.99 y 843.67 kg.

Echenique y Robles (1993), proporcionan una lista de propiedades mecánicas de maderas de América Latina, mencionando a *Peltogyne porphyrocordia* con una densidad básica 0.89; MOR de 1221 kg/cm² y 1785 kg/cm², MOE de 169,000 y 199,000 Kg/cm², E_{LP} de 801 y 1068 kg/cm², en cuanto a flexión estática; E_M entre 684 y 963 kg/cm², en compresión paralela a la fibra; E_{LP} en compresión perpendicular a la fibra de 129 y 210 kg/cm² y una dureza Janka lateral entre 1524 y 1931 kg, y en los extremos de 1364 y 1914 kg, verde y al 12% respectivamente.

Echenique y Plumptre (1994), proporcionan un sistema simple de agrupación de maderas (aserrada) de México y Belice, conforme a sus usos finales, especificando las propiedades requeridas, qué especies conocidas son apropiadas y cómo deben ser usadas. En éste documento se incluye a *Peltogyne pubescens* (amaranth), a la que

describen como de dureza muy alta, grano ondulado a entrecruzado, textura fina, con un color del duramen de morado intenso cambiando a pardo oscuro, con un patrón de veteado indistinto, con una respuesta al aserrado y cepillado de moderado a bueno y lijado de fácil y bueno, con cambios dimensionales de mediano a grande, resistente a las termitas y/o *Lyctus*, con una permeabilidad a los preservadores de resistente a extremadamente resistente y una densidad básica y dureza transversal muy altas. La madera de ésta especie puede ser utilizada para pisos con tráfico de peatones de mediano a pesado, incluyendo uso residencial; peldaños de escaleras y pasamanos; muebles de lata calidad y partes visibles de muebles tapizados; artículos novedosos de artesanía (torneados, tallados, anillos, bancos, juguetes, vasijas, mangos de cuchillos y otros).

Simpson y TenWolde (1999), proporcionan una lista de las contracciones totales de varias especies introducidas a Estados Unidos de América, mencionando para el género *Peltogyne spp.* (purpleheart) de 3.2%, 6.1% y 9.9%, radial, tangencial y volumétrica respectivamente.

USDA Forest Service (2001) reportan que la madera de *Peltogyne spp.*, es de fácil a moderadamente difícil de secar, de secado lento a ligeramente rápido y sugieren el programa de secado T6-D2 para piezas de 4/4 y T3-D1 para 8/4.

Diversas páginas internet, reportan los siguientes datos (convertidos al SMD) sobre algunas propiedades físicas y mecánicas de varias especies del género *Peltogyne spp.*

Especie y fuente	Condición	Flexión estática		
		E_{LP} (kg/m ²)	MOR (kg/m ²)	MOE (kg/m ²)
Peltogyne spp. http://www2.fpt.fs.fed.us	Verde (75%) 12%	962.54 1,351.36	493.58 725.60	140,620 159,600
Peltogyne recifensis Ducke Hht://www.madeiratotal.com.br	Verde 13%	1,508 1,841	828 1,025	Tracción normal. 97
P. lecointei Duke y P. Confertiflora (Hayne) Benth http://www.madeiratotal.com.br	Verde 15%	1,835 Dureza Janka	1,020 Verde 1,774	MOE (kg/m ²) 177,411
Peltogyne spp. http://www.forestweb.com		Dureza Janka	843.68 a 1,778.07	

Especie y fuente	Densidad básica.	Contracción total (%)			Relación de anisotropía
		Tangencial	Radial	Volumétrica	
Peltogyne spp. http://www2.fpt.fs.fed.us	0.67 a 0.91				
Peltogyne spp. http://www.reale.com.br	13% 1.31 verde 0.80				
Peltogyne recifensis Ducke Hht://www.madeiratotal.com.br	0.87 15% 1.13	7.90	4.40	14.40	1.79
P. lecointei Duke y P. Confertiflora (Hayne) Benth http://www.madeiratotal.com.br	15% 0.74	7.30	4.20		1.74
Peltogyne paniculata http://www.genesisny.net	0.92	6.30	4.20	9.60	1.50
Peltogyne spp. http://www.forestweb.com		6.10	3.20	9.90	1.90
Peltogyne purpurea http://www.cocoboloine.com	0.91 a 1.21				

7.3. Metodología

7.3.1. Caracterización anatómica

7.3.1.1. Anatomía macroscópica

Se extrajeron dos rodajas de 20 cm de largo a 0.50 m y 1.50 m de altura de dos árboles colectados en la Barranca de la Gringa, en éstas se marcaron y elaboraron tablillas para xiloteca de 1 x 7 x 15 cm con cortes típicos (transversal, longitudinal radial y longitudinal tangencial) tanto de albura como de duramen, y se realizaron observaciones directas a simple vista y con la ayuda de una lupa de mano de 10x. Las características que se observaron son: color, olor, sabor, brillo, veteado, hilo, textura y visibilidad de elementos; utilizando la clasificación de Munsell (1964) para el color y para las restantes la clasificación recomendada por Salinas (2000), quién realiza un análisis de las clasificaciones que se han generado y aplicado para clasificar y denominar la diferentes características y propiedades de las maderas, recomendando las que más se apegan a la variedad de las maderas mexicanas.

7.3.1.2. Anatomía microscópica

Elaboración y montaje de cortes típicos

De los mismos árboles utilizados para la caracterización macroscópica se cortaron dos rodajas de 5 cm a 1.00 m de altura, en las cuales se marcaron y elaboraron cubos de 2 x 2 x 2 cm, dividiendo la rodaja en cuatro zonas (tres en la zona del duramen y una en la albura). Posteriormente se sometieron a un proceso de ablandamiento por el método de ebullición en agua destilada durante 190 hrs efectivas. Una vez ablandados se obtuvieron cortes típicos de 20 micras de espesor en un microtomo marca Jung con una cuchilla de filo tipo "C". Las secciones cortadas se tomaron con un pincel empapado con una solución de alcohol y glicerina (en partes iguales) y se colocaron en frascos con agua destilada separados por zonas.

Los cortes fueron teñidos con el colorante Pardo de Bismar al 1% durante 3 minutos y se enjuagaron hasta eliminar el exceso de colorante. Una vez teñidos los cortes se colocaron (uno de cada corte típico) en alcohol etílico (96%) durante 3 minutos y luego en alcohol etílico absoluto (99.5%) por el mismo tiempo, con el fin de deshidratarlos e inmediatamente se sumergieron en xilol para su lubricación, finalmente se procedió al montaje utilizando Resina de Entellan como fijador.

En dichas preparaciones se observaron y evaluaron las características siguientes: Elementos de vaso: arreglo, distribución, diámetro radial y tangencial, número por mm² y mm, longitud, modificaciones de la pared celular, tipo de placa y tipo de puntuaciones; fibras: longitud, diámetro total, diámetro de lumen, grosor de la pared celular y tipo de puntuaciones; Rayos: número por mm² y mm, altura, ancho, tipo de rayos y clase de rayos por el número de series; Parénquima axial: tipo de parénquima, y los contenidos celulares en cada una de estos elementos constitutivos. Así mismo, se determinó el porcentaje de elementos constitutivos: vasos, rayos, parénquima axial y fibras.

Elaboración de material disociado

De los cubos que se utilizaron para cortes se obtuvieron pequeñas y delgadas virutas que fueron colocadas en frascos previamente aforados con peróxido de hidrógeno y ácido acético glacial (en partes iguales), para luego colocarlos en una estufa a 60°C durante 48 horas, posteriormente se lavaron con agua destilada hasta eliminar totalmente los residuos de la solución disociadora. El material disociado se tiñó con Pardo de Bismar al 1% y enjuagado en varias ocasiones hasta eliminar totalmente el exceso de colorante, finalizando en la elaboración de preparaciones temporales para la medición transversal y longitudinal de fibras y longitud de vasos.

Proporción de elementos constitutivos

Para determinar la proporción de los elementos constitutivos, se utilizó la metodología según Machuca (1995).

Una vez teniendo las preparaciones fijas, se tomaron al azar dos preparaciones por zona en cada árbol, midiéndose en el microscopio de pantalla con el auxilio de una plantilla, tres campos de 9 x 9 cm (81 cm²) por preparación, para un total de 48 campos. Todos los elementos se midieron en el corte transversal de la preparación y el calculo se realizó usando las formulas 7.1 a la 7.4.

Proporción de rayos = área de rayos / área del campo -----(7.1).

Proporción de vasos. El área individual de un vaso se determinó mediante la fórmula del elipse. Del área total del campo se le restó el área que ocupan los rayos, quedando así una nueva área de interés para calcular el resto de los elementos.

Área de interés = (1 – proporción de rayos) * área del campo.

Proporción de vasos promedio en los campos = (área de los vasos en todos los campos) / (área del campo * número de campos).

Área de vasos en la preparación = proporción de vasos promedio en los campos * área de interés.

Proporción de vasos = área de vasos en la preparación / área del campo -----(7.2).

Proporción de parénquima axial. Para la determinación del área del parénquima se utilizó una plantilla con cuadrícula al milímetro. Aquí también se genera una nueva área de interés.

Área de interés = (1 – proporción de rayos – proporción de vasos) * área del campo.

Proporción del parénquima promedio en los campos = (área del parénquima en todos los campos) / (área del campo * número de campos).

Área del parénquima en la preparación = (proporción del parénquima promedio en los campos * área de interés).

Proporción de parénquima = área del parénquima en la preparación / área del campo –
------(7.3).

Proporción de fibras = (1 – proporción de rayos – proporción de vasos – proporción de parénquima) -----(7.4).

Tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra y evaluar las dimensiones de los elementos constitutivo se realizó un premuestro y con base a los resultados se calculó del tamaño de la muestra con niveles de confianza del 95%, aplicando la formula 7.5 a cada una de las variables a estudiar.

$N = (S^2 t^2) / E^2$ -----(7.5).

Donde:

N= Tamaño de la muestra.

t= Tablas de Student

S^2 = Varianza

E^2 = Esperanza.

7.3.2. Propiedades físicas

7.3.2.1. Contenido de humedad verde

El contenido de humedad de la madera se define como la cantidad de agua que contiene una pieza de madera, expresada en porcentaje relacionado a su peso en estado anhidro.

De un árbol derribado se cortaron dos rodajas de 5 cm de espesor, a 50 cm y a dos metros de altura, de cada rodaja se obtuvieron 6 piezas de duramen y cuatro de albura, a las cuales con una balanza de platos portátil se les determinó el peso verde (Pv) en el campo. Posteriormente se colocaron en una estufa a una temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$, se pesaron varias veces hasta obtener un peso constante para determinar el peso anhidro (Po). Con estos datos se obtuvo el porcentaje de humedad verde, aplicando la formula 7.6.

$$\text{CHv} = [(Pv - Po)/Po] * 100 \text{ -----}(7.6).$$

Donde:

CHv = % contenido de humedad verde.

Pv = peso verde de la pieza (gr).

Po = peso anhidro de la pieza (gr.).

7.3.2.2. Densidades

La densidad se define como la cantidad de materia que existe en una pieza, por unidad de volumen. Como en el caso de la madera esta propiedad se ve influenciada por el contenido de humedad que presente, debido a su carácter higroscópico, se determinan varios tipos de densidades, que de acuerdo con las especificaciones de la norma mexicana NOM – EE – 117 – 1981, de las rodajas destinadas para la densidad , se

elaboraron 110 probetas de 2 x 2 x 2 cm, tanto de albura como duramen, utilizando finalmente 40 de estas para cada tipo de madera, de acuerdo al premuestreo.

Para cada probeta se registró el peso y volumen desde su estado verde o saturado, hasta equilibrarse con el medio ambiente del laboratorio, posteriormente se llevaron al estado anhidro introduciéndose en una estufa a una temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$ hasta lograr un peso constante y así calcular las densidades: básica, anhidra, normal o en equilibrio y verde, tanto de albura como de duramen, con las formulas 7.7 a la 7.10.

$$a) D_b = P_o/V_v \text{ -----(7.7).}$$

$$b) D_o = P_o/V_o \text{ -----(7.8).}$$

$$c) D_h = P_h/V_h \text{ -----(7.9).}$$

$$d) D_v = P_v/V_v \text{ -----(7.10).}$$

Donde:

D_v = Densidad verde.

D_b = Densidad básica.

D_o = Densidad anhidra.

D_h = Densidad normal o en equilibrio al h% de contenido de humedad (<PSF).

V_h = Volumen al h% de contenido de humedad (<PSF).

V_v = Volumen verde

V_o = Volumen anhidro.

P_v = Peso verde.

P_h = Peso al h% de contenido de humedad (<PSF).

P_o = Peso anhidro.

La obtención de los pesos se realizó de forma directa utilizando una balanza electrónica con precisión al centésimo de gramo y el volumen por medio de desplazamiento de agua aplicando el principio de Arquímedes.

7.3.2.3. Contracciones e hinchamientos

El porcentaje de contracción se expresa como el cociente de la diferencia de dimensiones de una pieza dada cuando pierde humedad por abajo del punto de saturación de la fibra, dividida entre la dimensión original verde (Fuentes, s/f).

El hinchamiento es el aumento de dimensiones que experimenta la madera cuando aumenta su contenido de humedad dentro del rango del agua higroscópica hasta el PSF, expresado como porcentaje de su dimensión anhidra.

Para evaluar la contracción e hinchamiento volumétrico parcial y total, se utilizaron 40 probetas de duramen y 40 de albura de 2 x 2 x 2 cm de arista.

Las contracciones e hinchamientos radiales tanto en albura como en duramen se evaluaron en 32 probetas de 2.5 x 2.5 x 3.3 a 10 cm de arista. Las contracciones e hinchamientos tangenciales se evaluaron en 24 probetas para el duramen y 52 probetas para albura, de 2.5 x 2.5 x 7 a 10 cm, siendo la dimensión mayor en dirección del tipo de contracción o hinchamiento a evaluar (radial o tangencial). La dimensión mayor fue variable debido a que los diámetros de los troncos no permitieron realizarlas a 10 cm como lo indica la norma mexicana NOM – EE – 167 – 1983.

Las mediciones se realizaron periódicamente hasta que las probetas alcanzaron un contenido de humedad en equilibrio con el ambiente, posteriormente se introdujeron en una estufa a una temperatura de $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta lograr un peso constante, determinando así el peso en su estado anhidro.

Las contracciones e hinchamientos totales y parciales, tanto volumétricas como lineales, en duramen y albura, se determinaron mediante las formulas 7.11 a la 7.20.

$$\% \beta_{Rt} = [(R_v - R_o) / R_v] * 100 \text{ -----} (7.11).$$

$$\% \beta_{Tt} = [(T_v - T_o) / T_v] * 100 \text{ -----} (7.12).$$

$$\% \beta R_h = [(R_v - R_h) / R_v] * 100 \text{ -----} (7.13).$$

$$\% \beta T_h = [(T_v - T_h) / T_v] * 100 \text{ -----} (7.14).$$

$$\% \beta V_t = [(V_v - V_o) / V_v] * 100 \text{ -----} (7.15).$$

$$\% \beta V_h = [(V_v - V_h) / V_v] * 100 \text{ -----} (7.16).$$

$$\% \alpha R_t = [(R_v - R_o) / R_o] * 100 \text{ -----} (7.17).$$

$$\% \alpha T_t = [(T_v - T_o) / T_o] * 100 \text{ -----} (7.18).$$

$$\% \alpha R_h = [(R_h - R_o) / R_o] * 100 \text{ -----} (7.19).$$

$$\% \alpha T_h = [(T_h - T_o) / T_o] * 100 \text{ -----} (7.20).$$

Donde:

$\% \beta T_t$ = Contracción tangencial total.

$\% \beta T_h$ = Contracción tangencial al h% de contenido de humedad.

$\% \beta R_t$ = Contracción radial total.

$\% \beta R_h$ = Contracción radial al h% de contenido de humedad.

$\% \beta V_t$ = Contracción volumétrica total.

$\% \beta V_h$ = Contracción volumétrica al h% de contenido de humedad.

$\% \alpha R_t$ = Hinchamiento radial total

$\% \alpha R_h$ = Hinchamiento radial al h % de CH

$\% \alpha T_t$ = Hinchamiento tangencial total.

$\% \alpha T_h$ = Hinchamiento tangencial al h % de CH

V_v = Volumen verde

V_o = Volumen anhidro.

V_h = Volumen al h% de contenido de humedad.

T_v = Dimensión tangencial en estado verde.

T_o = Dimensión tangencial en estado anhidro.

T_h = Dimensión tangencial al h % de contenido de humedad.

R_v = Dimensión radial en estado verde.

R_o = Dimensión radial en estado anhidro.

R_h = Dimensión radial al h % de contenido de humedad.

7.3.2.4. Punto de saturación de la fibra

El punto de saturación de la fibra corresponde al estado de humedad de la madera cuando ya no contiene nada de agua libre, pero sus paredes celulares están saturadas de agua higroscópica (Fuentes s/f).

Para determinar este valor, se utilizaron los valores de Densidad básica y Contracción volumétrica total, calculados previamente, calculándose con la formula 7.21 (Fuentes, s/f).

$$PSF = \% \beta V_t / (D_b \times 0.9) \text{-----}(7.21).$$

Donde:

PSF = Punto de saturación de la fibra.

$\% \beta V_t$ = % de Contracción volumétrica total.

D_b = Densidad básica

0.9 = Constante.

7.3.2.5. Coeficiente de hinchamiento

El coeficiente de hinchamiento corresponde al hinchamiento que experimenta la madera, por cada 1% de contenido de humedad que ésta aumenta, dentro del rango del agua higroscópica, y refleja en parte el grado de estabilidad dimensional que caracteriza a la madera o especie en particular.

Se obtuvo mediante formula 7.22 (Fuentes s/f).

$$v = \% \alpha V_h / h \text{-----}(7.22).$$

Donde:

v = coeficiente de hinchamiento.

$\% \alpha V_h$ = Hinchamiento volumétrico hasta un $h\%$ de contenido de humedad ($< PSF$).

h = $\%$ de contenido de humedad al que se determinó el hinchamiento.

7.3.2.6. Coeficiente de contracción volumétrica

El coeficiente de contracción volumétrica (V_c), es el valor que indica el porcentaje de contracción que experimenta la madera, por cada 1% de humedad que ésta pierde por abajo del punto de saturación de la fibra (Fuentes, 1998), y es determinado mediante la formula 7.23.

$$V_c = \text{Contracción volumétrica total} / PSF \text{ -----}(7.23).$$

7.3.2.7. Relación de anisotropía

Junto con la magnitud de las contracciones y coeficiente de hinchamiento, la Relación de Anisotropía es un valor que permite inferir el grado de estabilidad dimensional de una especie de madera, dado que ésta representa la relación que existe entre la magnitud de la contracción tangencial total ($\% \beta T_t$) y la magnitud de la contracción radial total ($\% \beta R_t$). Esta se calculó usando las medias de las contracciones totales en sus diferentes cortes, mediante la formula 7.24 (Fuentes s/f).

$$A = \% \beta T_t / \% \beta R_t \text{ -----}(7.24).$$

Donde:

A = Relación de anisotropía.

$\% \beta T_t$ = Contracción tangencial total.

$\% \beta R_t$ = Contracción radial total.

7.3.3. Propiedades mecánicas.

Las propiedades mecánicas de la madera, son aquellas que para manifestarse y evaluarse es necesaria la aplicación de una carga o la acción de un esfuerzo. De acuerdo a la duración y dirección con que se aplique ésta, será el tipo de esfuerzo que se manifieste (flexión, tracción, compresión y cortante). En el presente trabajo solo se determinaron: ensayo de flexión estática, compresión perpendicular a la fibra y dureza Janka.

En cada caso se evalúan parámetros que indican, ya sea la resistencia o la rigidez de la madera, como son el esfuerzo máximo (E_M), el módulo de rigidez o ruptura (MOR), el módulo de elasticidad (MOE), el esfuerzo al límite de proporcionalidad (E_{LP}) y las cotas, los cuales se presentan según sea el caso.

Esfuerzo al límite de proporcionalidad (E_{LP}). Es el máximo esfuerzo al que puede ser sometida una pieza de madera sin sufrir deformaciones permanentes. Corresponde al punto de la gráfica carga – deformación a partir del cual éstas variables dejan de tener un comportamiento proporcional.

Módulo de ruptura (MOR). Es una medida de la capacidad de un material para soportar una carga lentamente creciente por un corto tiempo. Es aceptada como un criterio de la resistencia al rompimiento de una viga expresado en términos de esfuerzo.

Módulo de elasticidad. Es la medida de la rigidez (y por ende flexibilidad) de la madera.

7.3.3.1. Ensayo de flexión estática

Es el ensayo bajo el cual la madera se ve sometida a la aplicación de una carga concentrada en el centro de su longitud, cuando está apoyada en sus extremos. Este tipo de carga se aplica en vigas, puentes, armaduras y aplicaciones equivalentes.

Las características de este ensayo están determinadas por la norma mexicana NOM-EE-137-82, indicando para las probetas las siguientes dimensiones; 5 x 5 x 76.2 cm, la norma ASTM- D-143-83 es equivalente y menciona que las dimensiones deben ser de 2" x 2" x 30". Los apoyos se ubicaron a 2.5 cm (1") de los extremos, por lo que la luz efectiva es de 71 cm y la aplicación de la carga fue a una velocidad de 2.54 mm/min.

Se utilizaron 8 probetas saturadas y 8 al contenido de humedad en equilibrio, a cada una de ellas se le midió el ancho (b), la altura (h) en su parte media y su longitud (L), para después montarlas en la máquina, sobre dos apoyos, de modo que la carga sea aplicada en el plano tangencial. Enseguida se aplicó la carga en forma continua a través de un cabezal de madera en el centro de su longitud, registrando con la flecha en intervalos de carga de modo que la lectura permita efectuar la determinación de la carga al límite de proporcionalidad (Q_{LP}) y registrar la carga máxima (Q_M) en el gráfico carga-deformación.

Después del ensayo, se extrajo de la zona cercana al que se realizó la prueba una muestra de 1" de grueso a fin de determinar el contenido de humedad.

Con las cargas (Q_M) y las flechas (f) se realizó un gráfico carga (ordenadas) *versus* deformación (abcisas) en el cual se determinó el límite de proporcionalidad conjuntamente con la carga (Q_{LP}) y la flecha (f_L) de deformación correspondiente.

En cada probeta se determinó el Esfuerzo al Límite de Proporcionalidad (E_{LP}) mediante la formula 7.25, Modulo de Ruptura (MOR) mediante la formula 7.26 y el Modulo de Elasticidad (MOE) mediante la formula 7.27.

$$E_{LP} = [(3 Q_{LP} \times L) / (2b \times h^2)] \text{ -----(7.25).}$$

$$MOR = [(3Q_M \times L) / (2b \times h^2)] \text{ -----(7.26).}$$

$$MOE = (Q_{LP} \times L^3) / [(4 \delta) \times (b \times h^3)] \text{ -----(7.27).}$$

Donde:

E_{LP} = Esfuerzo al límite de proporcionalidad (Kg/cm²).

Q_{LP} = Carga al límite de proporcionalidad (Kg).

MOR = Módulo de ruptura (Kg/cm²).

Q_M = carga máxima o de ruptura (Kg).

L = Longitud (claro entre apoyos, cm).

MOE = Módulo de elasticidad (Kg/cm²).

δ = Flecha de deformación en el límite de proporcionalidad (cm).

L = Longitud (claro entre apoyos, cm).

b = Ancho (Base de la probeta, cm).

h = Altura (Peralte de la probeta, cm).

Nota: La deformación (δ) es la que se lee en el eje de las abscisas de la gráfica esfuerzo-deformación para E_{LP} .

7.3.3.2. Compresión perpendicular a la fibra

Esta característica está íntimamente relacionada a la dureza y resistencia al corte perpendicular a las fibras. Experimentalmente, el esfuerzo al límite de proporcionalidad (que es el máximo esfuerzo que la madera puede soportar sin sufrir deformación permanente) es el único que se determina (Echenique, 1971).

Se utilizaron 3 probetas de albura y 8 duramen, en condición saturada y con un contenido de humedad en equilibrio, de 2"x2"x6", como lo menciona la norma ASTM-D-143-83, midiendo en cada una el ancho de la superficie sobre la cual se aplicó la carga en dirección radial. La carga se aplicó en forma continua a una velocidad de 0.3048 mm/min, mediante una placa rígida de metal de 2" de sección, en dirección perpendicular a la longitud de la fibra. Mediante el gráfico de la carga - deformación se determinó el límite de proporcionalidad (Q_{LP}), de cada probeta se extrajo una muestra de madera para determinar en ella el contenido de humedad.

Se determinó a cada probeta el Esfuerzo al Límite de Proporcionalidad (E_{LP}), mediante la formula 7.28.

$$E_{LP} = [Q_{LP} / (c * a)] \text{-----}(7.28).$$

Donde:

E_{LP} = Esfuerzo al límite de proporcionalidad.

Q_{LP} = Carga en el límite de proporcionalidad.

a = Ancho promedio

c = Ancho de la placa.

7.3.3.3. Ensayo de dureza Janka

Es la resistencia que ofrece la madera a la penetración de cuerpos que tengan mayor solidez y consistencia que ella, generalmente de origen metálico. Este ensayo está regido por la norma mexicana NOM-EE-165-84, la cual establece que las probetas deben ser de 5 x 5 x 15 cm, y la norma ASTM-D-143-83 menciona que las probetas deben ser de 2" x 2" x 6".

Se montó en la máquina de ensayo un dispositivo especial provisto de una esfera de 1.13 cm de diámetro (0.444"), aplicando la carga en forma continua y a una velocidad constante de 6.35 mm/min hasta una profundidad igual a la mitad de su diámetro, en cada una de las seis caras. La penetración fue regulada por un ayudante que con movimientos giratorios que indica cuando la mitad de la esfera ha penetrado, y así obtener un área de carga de 1cm². Posteriormente se lee la carga aplicada en ese momento y se registró como valor de dureza.

Se utilizaron 3 probetas de albura y 8 de duramen en su estado saturado y con contenido de humedad en equilibrio, en las que se efectuaron, dos penetraciones en dirección radial, dos en dirección tangencial y una en cada extremo (transversal), registrándose en cada penetración la carga máxima (Q) obtenida en cada ensayo. También se extrajo una

muestra a cada probeta de 1" de largo en las cercanías de la falla para determinar el contenido de humedad.

Dureza en el plano transversal. Indica la resistencia que ofrece la madera a la penetración en sus cabezales o cortes transversales y se expresa como el promedio aritmético de las resistencias en sus dos extremos.

Dureza en los planos laterales. Indica la resistencia que ofrece la madera a la penetración en el sentido perpendicular a la dirección de las fibras, se expresa como el promedio aritmético de la resistencia obtenida en las caras tangenciales y radiales de la probeta. Primero se calcula la resistencia total en las caras tangenciales (R_t) y posteriormente en las radiales (R_r) para finalmente obtener el valor medio (Díaz-Vaz y Cuevas, 1986).

7.4. Resultados y Discusión

7.4.1. Características anatómicas

7.4.1.1. Características macroscópicas

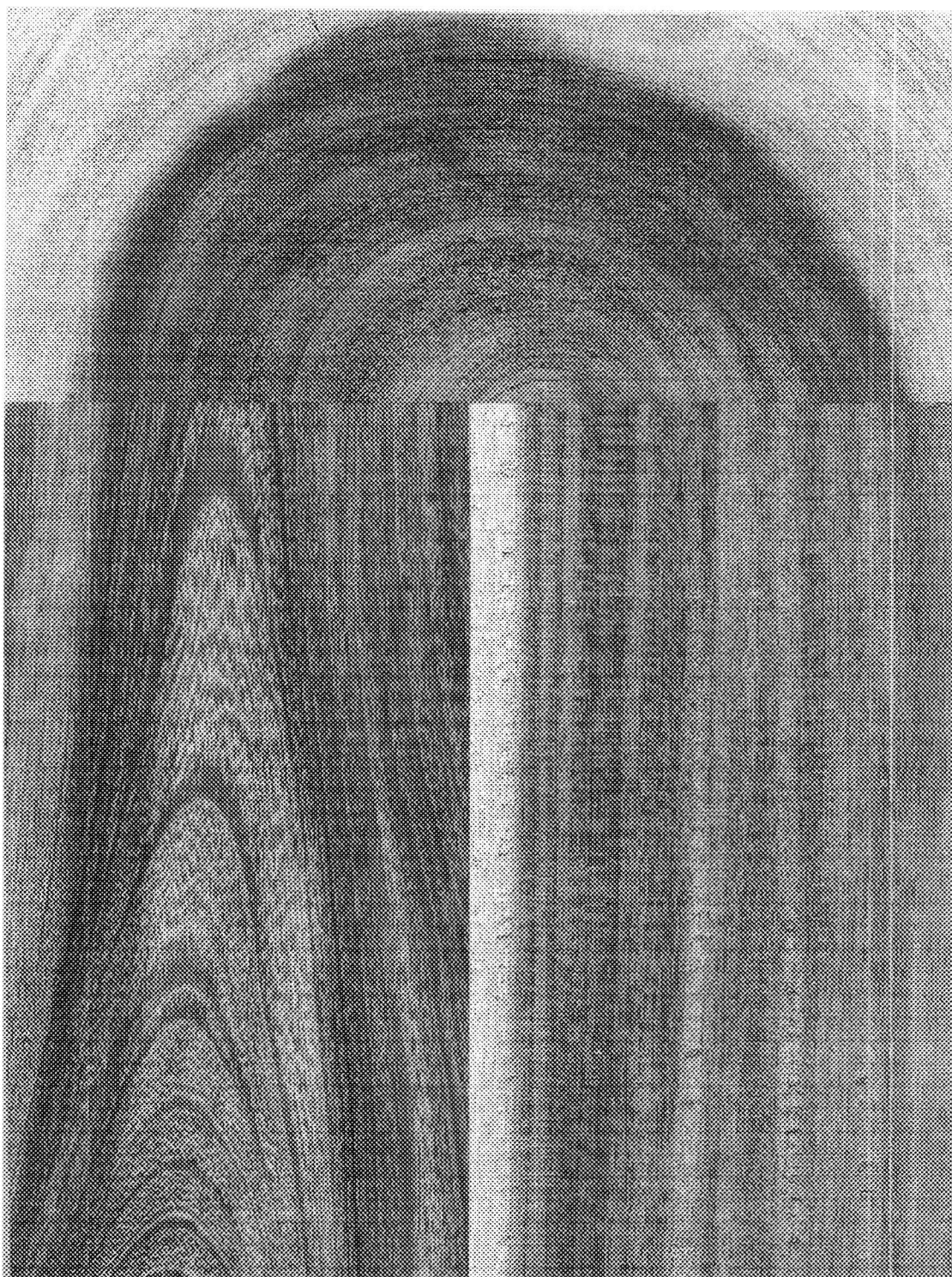
Esta madera presenta una diferencia bien marcada entre la albura y el duramen. Según la carta de suelos de Munsell (1975) la albura color café muy pálido (10YR 8/3) y el duramen rojo muy oscuro (10R 2.5/2); aunque este último se aprecia de color morado intenso a violeta cuando está seco y negrusco cuando está húmedo, dato que concuerda con Martínez; y cuando se tiene contacto con sierras o cepillos, por la abrasión con el metal, este se torna café amarillento verdoso, aunque al contacto con el aire y después de 3 días aproximadamente toma su color morado característico. No presenta olor ni sabor distinguibles, brillo alto en líneas tanto en albura como en el duramen, veteado pronunciado, textura media e hilo entrecruzado bien marcado (Cuadro 7.1 y Figura 7.1). El color de la madera la hace ser una materia prima muy demandada, aunque debido al hilo entrecruzado sea difícil de trabajarse.

7.4.1.2. Características microscópicas

Los poros son visibles a simple vista, moderadamente numerosos, de distribución difusa, solitarios y múltiples radiales de 2 a 9, de forma helicoidal con tendencia a circular, de diámetro tangencial muy pequeño. Los elementos de vaso son muy cortos, sus paredes presentan puntuaciones areoladas alternas y placa perforada simple, una gran parte están taponeados con gomas de color castaño oscuro y aceites de color castaño claro. El parénquima axial es paratraqueal en bandas y aliforme confluentes y presenta abundantes cristales de tipo paralelepipedo, romboidal y adiamantado, así como gomas y aceites. Los rayos son uniseriados, biseriados y triseriados, homocelulares y rara vez poliseriados (de 4-6 células de ancho), poco numerosos y con cristales, gomas y aceites. Las fibras son de tipo libriforme, de longitud media, diámetro fino y pared celular gruesa (Figuras 7.2 y 7.3, Cuadro 7.2). Así mismo la clasificación de los elementos estructurales se observan en el Cuadro 7.3.

Cuadro 7.1. Características macroscópicas de la madera de *Peltogyne mexicana* Martínez.

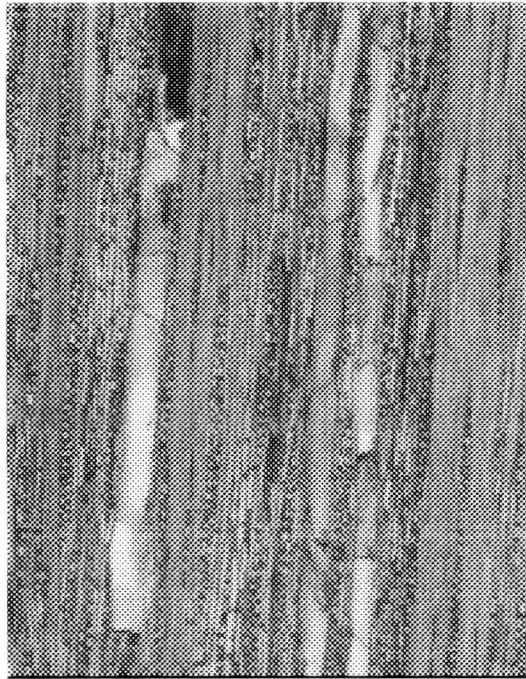
CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
Color albura	Café muy pálido
Color duramen	Morado
Olor	No distinguible
Sabor	No distinguible
Brillo	Alto en líneas
Veteado	Pronunciado
Textura	Media
Hilo	Entrecruzado



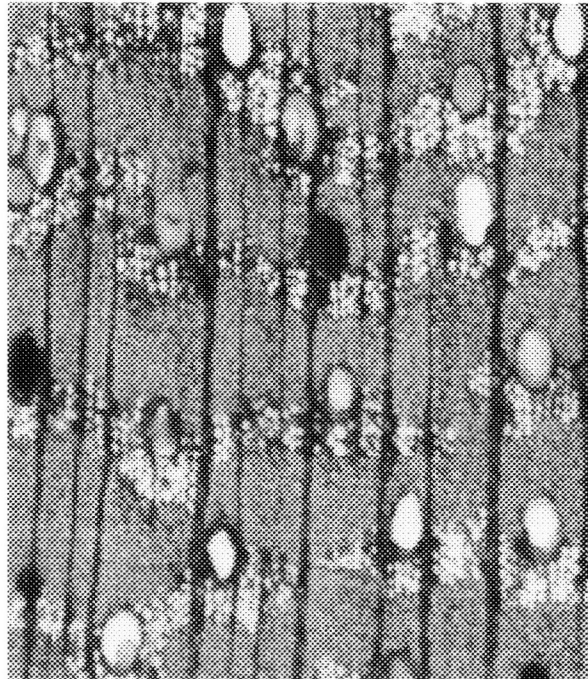
Tangencial

Radial

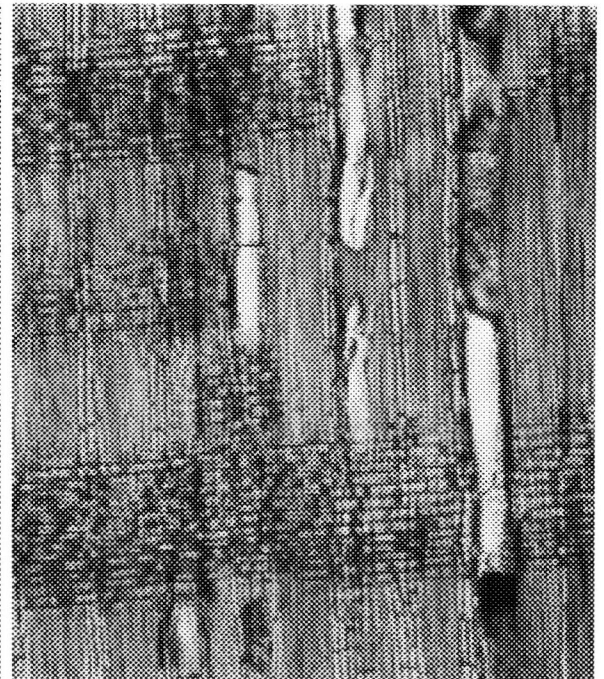
Figura 7.1. Cortes típicos macroscópicos de *Peltogyne mexicana* Martínez.



Tangencial

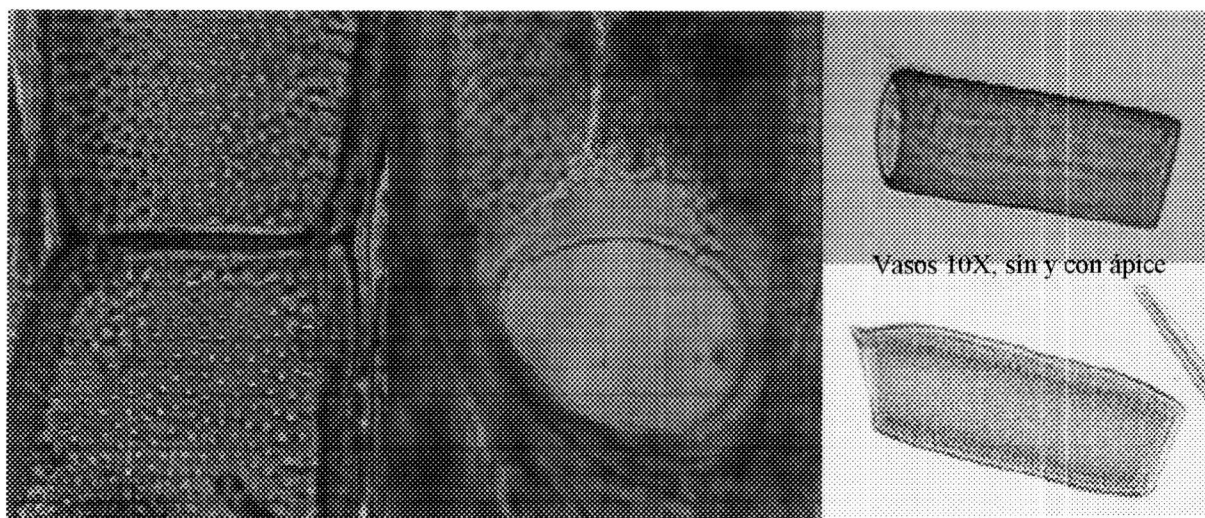


Transversal

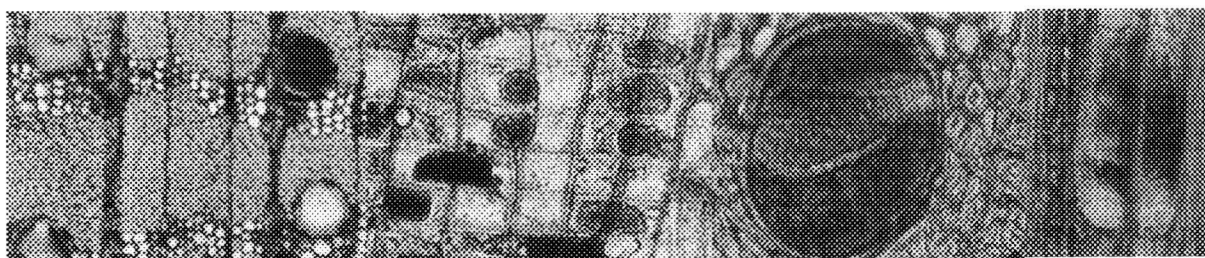


Radial

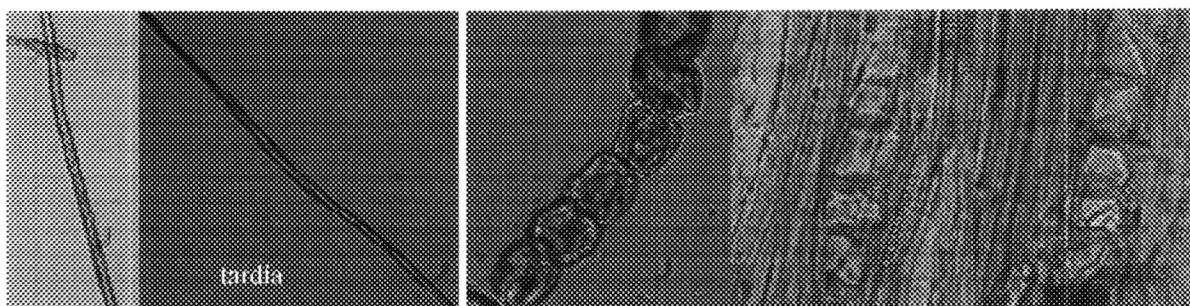
Figura 7.2. Cortes típicos microscópicos a 4X de *Peltogyne mexicana* Martínez.



a). Unión de vasos, mostrando puntuaciones areoladas alternas y placa perforada simple.



b). Poros y células parenquimatosas taponeadas con gomas (castaño obscura) y aceites (castaño claro).



c). Fibras de madera temprana y tardía, y cadenas de cristales en células parenquimatosas.

Figura 7.3. Elementos constitutivos de la madera de *Peltogyne mexicana* Martínez.

Cuadro 7.2. Características microscópicas de la madera de *Peltogyne mexicana* Martínez.

VASOS								
POROS							Elementos vasculares	
Distribución	Disposición	No/mm ²	No/mm	Ø tan	Ø rad	longitud	Puntuaciones	Placa perforada
Difusa	Solitarios y múltiples radiales de 2 a 9	Med 15.78 SD 3.0680 Min 10.00 Max 22.25	Med 3.12 SD 0.8598 Min 1.50 Max 4.25	Med 85.45 SD 17.1374 Min 30.00 Max 170.00	Med 124.30 SD 54.7230 Min 30.00 Max 390.00	Med 325.30 SD 39.53 Min 175.00 Max 420.00	AREOLADAS ALTERNAS	SIMPLE
PARENQUIMA								
AXIAL	RADIAL							
Paratralqueal en bandas y aliforme confluentes.	Clase y tipo	Clase	No/mm ²	No/mm	Altura	Ancho	TOTAL PROMEDIO	
	Uniseriados, biseriados y triseriados, rara vez poliseriados (4-6 células).	Uniseriados	Med 6.45 SD 2.8879 Min 2.25 Max 13.00	Med 1.78 SD 1.0985 Min 0.00 Max 4.45	Med 166.78 SD 56.7918 Min 50.00 Max 400.00	Med 10.18 SD 2.5579 Min 5.00 Max 20.00	No/mm ²	No/mm
		Biseriados	Med 5.33 SD 1.7946 Min 2.25 Max 9.25	Med 2.39 SD 1.0293 Min 0.50 Max 4.50	Med 249.13 SD 97.7116 Min 120.00 Max 700.00	Med 21.98 SD 4.2497 Min 15.00 Max 30.00	Med 15.44 SD 3.7283 Min 9.50 Max 23.75	Med 6.64 SD 1.7012 Min 3.50 Max 10.00
	Homocelulares	Triseriados	Med 3.65 SD 1.6963 Min 1.25 Max 8.00	Med 2.46 SD 1.0584 Min 0.50 Max 4.75	Med 462.54 SD 141.7843 Min 210.00 Max 910.00	Med 34.67 SD 6.3384 Min 25.00 Max 50.00		
FIBRAS								
MADERA TEMPRANA				Tipo	MADERA TARDIA			
Longitud	Ø total	Ø de lumen	Grosor pared		Longitud	Ø total	Ø de lumen	Grosor pared
Med 1373.02 SD 178.0267 Min 850.00 Max 1720.00	Med 15.58 SD 2.4329 Min 10.00 Max 20.00	Med 6.28 SD 1.4579 Min 3.75 Max 10.00	Med 4.65 SD 1.1612 Min 2.50 Max 7.50	Libriforme	Med 1232.35 SD 197.1556 Min 750.00 Max 1600.00	Med 13.61 SD 2.7931 Min 8.75 Max 25.00	Med 3.62 SD 1.0681 Min 2.50 Max 5.00	Med 5.17 SD 1.1929 Min 3.12 Max 7.50

Cuadro 7.3. Clasificación de los elementos celulares de la madera de *Peltogyne mexicana* Martínez.

ELEMENTOS CELULARES	CARACTERÍSTICA CONSIDERADA	MAGNITUD**	CLASIFICACION (Recomendada por Salinas, 2000)
VASOS	No/mm ²	15.78	Moderadamente numerosos
	No/mm	3.12	(Jane, 1970)
	Diámetro angencial*	85.45	Muy pequeño (Jane, 1970)
	Diámetro radial*	124.30	Pequeño (Jane, 1970)
	Longitud*	325.30	Muy corta (Terrazas, 1984)
FIBRAS DE MADERA TEMPRANA*	Longitud	1373.02	Medias (Tortorelli, 1956)
	Diámetro total	15.58	Finas (Tortorelli, 1956)
	Diámetro de lumen	6.28	Mediano (Terrazas, 1984)
	Grosor de pared	4.65	Gruesa (Tortorelli, 1956)
FIBRAS DE MADERA TARDIA*	Longitud	1232.35	Medias (Tortorelli, 1956)
	Diámetro total	13.61	Finas (Tortorelli, 1956)
	Diámetro de lumen	3.63	Muy fino (Terrazas, 1984)
	Grosor de pared	5.17	Muy Gruesa (Tortorelli, 1956)
RAYOS UNISERIADOS	No/mm ²	6.45	Muy bajos (Tortorelli, 1956) Extremadamente finos (Jane, 1970)
	No/mm	1.78	
	Altura*	166.78	
	Anchura*	10.18	
RAYOS BISERIADOS	No/mm ²	5.33	Bajos (Tortorelli, 1956) Muy finos (Jane, 1970)
	No/mm	2.39	
	Altura*	249.13	
	Anchura*	21.98	
RAYOS TRISERIADOS	No/mm ²	3.65	Bajos (Tortorelli, 1956) Moderadamente finos (Jane, 1970)
	No/mm	2.46	
	Altura*	462.54	
	Anchura*	34.67	
TOTAL DE RAYOS	No/mm ²	15.44	Poco numerosos (Tortorelli, 1956)
	No/mm	6.64	

*Valores en micras.

**Valores promedio de la cuatro zonas.

7.4.1.3. Proporción de elementos constitutivos

Esta característica, puede dar una idea rápida de la densidad de la madera, en el Cuadro 7.4 y 7.5 se observa que estadísticamente, existe diferencia estadística significativa en la proporción de vasos entre la zona cerca de la medula y la zona cerca de la corteza la cual se incrementa; así mismo existe diferencia estadística significativa en la proporción de fibras, pero en éste caso se presenta una disminución. El alto porcentaje de fibras justifica la alta densidad de la madera (madera pesada), ver la Figura 7.4.

Cuadro 7.4. Proporción de elementos constitutivos de la madera de *Peltogyne mexicana* Martínez.

Zona	Proporción de vasos	Proporción de rayos	Proporción de parénquima	Proporción de fibras
1	11.44 b	11.58 a	14.01 a	62.98 a
2	13.49 ab	11.24 a	11.66 a	63.59 a
3	19.95 a	9.90 a	10.34 a	59.76 ab
4	19.86 a	9.95 a	12.54 a	57.65 b
Media	16.20	10.67	12.13	61.00

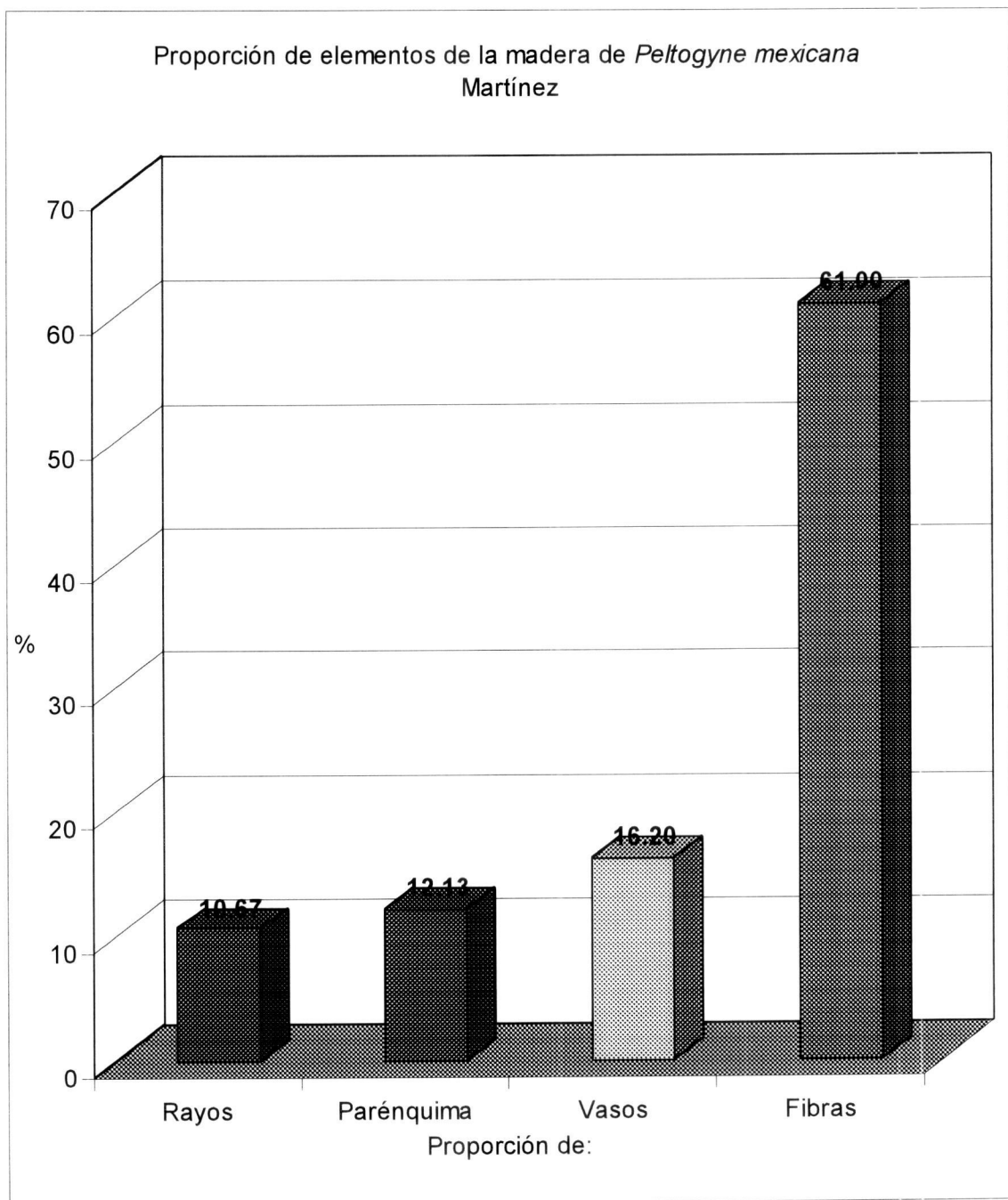


Figura 7.4. Proporción de elementos constitutivos de la madera de *Peltogyne mexicana* Martínez.

7.4.1.4. Distribución de los elementos constitutivos por zonas

Cuadro 7.5. Distribución de los elementos constitutivos de la madera de *Peltogyne mexicana* Martínez.

Zona	Rayos mm ²	Rayos mm	Vasos mm ²	Vasos mm	Longitud* vasos	Longitud* fibra	Longitud* fibra temprana
1	16.26 a	6.80 a	13.30 b	2.60 b	298.25 b	1212.67 a	1344.62 a
2	18.30 a	7.34 a	16.00 a	3.20 ab	341.97 a	1214.29 a	1358.00 a
3	13.84 bc	6.15 a	17.20 a	3.45 a	332.17 a	1245.56 a	1422.58 a
4	13.34 c	6.26 a	16.65 a	3.25 a	328.82 a	1265.38 a	1357.41 a
Media	15.44	6.64	15.79	3.13	325.30	1234.48	1370.65

	Ø total* fib tar	Ø total* fib tem	Ø lumen* fib tar	Ø lumen* fib tem	Grosor de* pared fib tar	Grosor de* pared fib tem
1	13.83 a	15.28 ab	3.41 ab	6.34 a	5.21 a	4.47 ab
2	13.12 a	14.75 ab	3.66 ab	6.45 a	4.73 a	4.15 b
3	13.89 a	16.73 a	4.44 a	6.37 a	4.72 a	5.18 a
4	13.70 a	15.32 a	3.26 b	5.97 a	5.91 a	4.67 ab
Media	13.64	15.52	3.69	6.28	5.14	4.62

* Valores en micras.

7.4.2. Propiedades físicas

Se llaman propiedades físicas de la madera, aquellas que pueden determinarse sin alterar la integridad de la muestra sometida al ensayo, ni cambiar su composición química; es decir, que pueden definirse mediante la inspección, la pesada, la medida y el secado (Fuentes, s/f) y tampoco requieren de la aplicación de una fuerza externa para manifestarse.

7.4.2.1. Contenido de humedad verde de la albura y el duramen

Se denomina estado verde a la condición que tiene la madera de un árbol recién cortado, donde su madera contiene una gran cantidad de agua, que varía de acuerdo a la época del año, la procedencia y la especie de que se trate. Cuando la madera está verde las paredes celulares se encuentran totalmente saturadas de agua, existiendo además cierta cantidad de agua y vapor dentro de los lúmenes.

El contenido de humedad verde promedio registrado para la albura de esta especie fue de 45.66 % y de 37.41 % para el duramen, clasificándose según Simpson (1992) al duramen en la clase A y B para la albura.

7.4.2.2. Densidades de la albura y el duramen

La densidad de la madera es el criterio más satisfactorio para determinar sus características de resistencia y puede emplearse en la selección y clasificación de piezas de madera.

Cuadro 7.6. Densidades para la madera de duramen de *Peltogyne mexicana* Martínez.

VALOR	DENSIDAD DEL DURAMEN (g/cm ³)			
	Básica (Db)	Verde (Dv)	Anhídra (Do)	Normal (Dh)*
Máxima	0.99	1.35	1.10	1.17
Media	0.84	1.29	0.95	0.99
Mínima	0.76	1.26	0.88	0.92
Desviación Estándar	0.06015	0.02261	0.06150	0.06595
CLASIFICACION	Pesada (Vignote y Jiménez, 1996)		Pesada (Díaz, 1960)	

(*) al 11.04 % de CH

Cuadro 7.7. Densidades para la madera de la albura de *Peltogyne mexicana* Martínez.

VALOR	DENSIDAD DE LA ALBURA (g/cm ³)			
	Básica (Db)	Verde (Dv)	Anhídra (Do)	Normal (Dh)*
Máxima	0.93	1.28	1.09	1.03
Media	0.71	1.24	0.84	0.87
Mínima	0.67	1.23	0.78	0.82
Desviación estándar	0.05136	0.01276	0.06358	0.04934
CLASIFICACION	Semipesada (Vignote y Jiménez, 1996)		Pesada (Díaz, 1960)	

(*) al 10.34 % de CH

7.4.2.3. Contracciones e hinchamientos de albura y duramen

Cuando el contenido de humedad de la madera está por debajo del punto de saturación de la fibra, la ganancia o pérdida de humedad ocurrirá en las paredes celulares, provocando, entre otros efectos, la modificación de sus dimensiones. Conforme la madera pierde humedad, sus dimensiones disminuyen. Estos cambios están directamente relacionados con la estructura celular y presentan un comportamiento diferente en cada uno de los ejes estructurales en que se mida.

a) Contracciones de la albura y el duramen

La madera de ésta especie se considera como de contracción de mediana a alta, al igual que la mayoría de las especies de éste género. La madera de albura presenta contracciones más altas que el duramen, lo que le da a ésta última una menor estabilidad dimensional (Cuadros 7.8 y 7.9).

b) Hinchamiento para la albura y el duramen

No se encontró clasificación para el hinchamiento; sin embargo por éstos valores se puede considerar como alto tanto para la albura como para el duramen, aunque los valores son más altos para la albura (Cuadros 7.10 y 7.11).

7.4.2.4. Relación de anisotropía (A)

Considerando las contracciones tangencial y radial totales se obtuvo una relación de anisotropía de 1.47 para el duramen y 1.88 para la albura, considerándose como baja y alta respectivamente, según Ordóñez (1990).

Cuadro 7.8. Contracción para la madera de duramen de *Peltogyne mexicana* Martínez.

CONTRACCION	PARCIAL (%)		TOTAL (%)		CLASIFICACION
RADIAL	Max	3.42	Max	4.90	Alta (Fuentes s/f)
	Med	2.66	Med	4.10	
	Min	0.57	Min	0.62	
	SD	0.49734	SD	0.69715	
	%CH	8.05			
TANGENCIAL	Max	5.32	Max	7.73	Mediana (Fuentes, s/f)
	Med	4.04	Med	6.04	
	Min	3.31	Min	5.18	
	SD	0.57064	SD	0.67080	
	%CH	8.30			
VOLUMETRICA	Max	7.96	Max	13.35	Mediana (Fuentes, s/f)
	Med	6.36	Med	11.60	
	Min	4.79	Min	9.44	
	SD	0.78427	SD	0.96740	
	%CH	11.05			

Cuadro 7.9. Contracción para la madera de albura de *Peltogyne mexicana* Martínez.

CONTRACCION	PARCIAL (%)		TOTAL (%)		CLASIFICACION
RADIAL	Max	4.31	Max	5.97	Alta (Fuentes, s/f)
	Med	3.19	Med	4.70	
	Min	1.22	Min	3.76	
	SD	0.58126	SD	0.56711	
	%CH	7.86			
TANGENCIAL	Max	7.24	Max	9.57	Muy alta (Fuentes, s/f)
	Med	6.76	Med	8.85	
	Min	6.08	Min	7.75	
	SD	0.28805	SD	0.35728	
	%CH	8.20			
VOLUMETRICA	Max	11.00	Max	16.40	Mediana (Fuentes, s/f)
	Med	9.37	Med	14.81	
	Min	7.89	Min	13.33	
	SD	0.71141	SD	0.71863	
	%CH	10.35			

Cuadro 7.10.Hinchamiento para la madera de duramen de *Peltogyne mexicana* Martínez.

HINCHAMIENTO	PARCIAL (%)	TOTAL (%)	CLASIFICACION
RADIAL	Max 4.10	Max 5.16	
	Med 1.59	Med 4.28	
	Min 1.11	Min 0.62	
	SD 0.46831	SD 0.73941	
	%CH 8.05		
TANGENCIAL	Max 2.61	Max 8.37	
	Med 2.12	Med 6.43	
	Min 1.84	Min 5.46	
	SD 0.19696	SD 0.76400	
	%CH 8.30		
VOLUMETRICA	Max 6.91	Max 15.41	
	Med 5.93	Med 13.14	
	Min 5.14	Min 10.43	
	SD 0.42551	SD 1.22789	
	%CH 11.05		

Cuadro 7.11.Hinchamiento para la madera de albura de *Peltogyne mexicana* Martínez.

HINCHAMIENTO	PARCIAL (%)	TOTAL (%)	CLASIFICACION
RADIAL	Max 2.93	Max 6.35	
	Med 1.58	Med 4.93	
	Min 0.86	Min 3.91	
	SD 0.48617	SD 0.62681	
	%CH 7.86		
TANGENCIAL	Max 2.74	Max 10.58	
	Med 2.29	Med 9.71	
	Min 1.75	Min 8.40	
	SD 0.16806	SD 0.42906	
	%CH 8.20		
VOLUMETRICA	Max 7.96	Max 19.61	
	Med 6.39	Med 17.39	
	Min 5.50	Min 15.38	
	SD 0.49096	SD 0.99406	
	%CH 10.35		

7.4.2.5. Punto de saturación de la fibra (PSF)

Considerando el porcentaje de contracción volumétrica total media y la densidad básica media se calculó el punto de saturación de la fibra, obteniendo 15.30 para el duramen y 22.86 para la albura, los cuales se clasifican como bajo para ambos casos, Novelo (1964).

7.4.2.6. Coeficiente de hinchamiento (v)

Para determinar este valor se hizo referencia al porcentaje de hinchamiento volumétrico parcial medio y refiriéndolo al contenido de humedad al cual se determinó, obteniendo 0.537 para el duramen y 0.617 para la albura, los que se clasifican como medianamente nerviosa y nerviosa, respectivamente, según Pérez (1983).

7.4.2.7. Coeficiente de contracción volumétrica

Este valor es útil para saber en que proporción disminuye el volumen de la madera asociado a una disminución en el contenido de humedad en su rango higroscópico. Para el caso del duramen se obtuvo 0.7578 y para la albura 0.6476, clasificados ambos como muy altos, Fuentes (1998).

7.4.3. Propiedades mecánicas

Los resultados obtenidos al ensayar las probetas en ambas condiciones, se ajustaron exactamente a un 12% de contenido de humedad mediante la formula exponencial resistencia-humedad empleada por el Forest Products Laboratory de los Estados Unidos de América, cuya derivación es explicada por Markwart y Wilson (1935), partiendo del principio de que existe una relación directa entre el porciento de humedad, dentro de un rango un poco por debajo del punto de saturación de la fibra o punto de intersección y el

logaritmo de la propiedad de resistencia, citado por Novelo (1964) y calculado con la formula 7.28.

$$\log E_{h'} = \log E_s + [(S - h') * ((\log E_h - \log E_s) / (S - h))] \text{ -----(7.28).}$$

Donde:

$E_{h'}$ = valor de resistencia, ajustado a un contenido de humedad deseado.

E_s = valor de resistencia, al estado verde de la madera.

E_h = valor de resistencia, al contenido de humedad al cual se realizó el ensayo.

S = contenido de humedad al PSF.

h' = contenido de humedad deseado.

h = contenido de humedad al cual se realizó el ensayo.

Todos los valores sobre las propiedades mecánicas reportados en éste trabajo deben tomarse como un índice, debido a que solo se utilizaron dos árboles y un número reducido de probetas.

7.4.3.1. Flexión estática

La resistencia de la madera a éste tipo de esfuerzos es de gran importancia cuando se requiere para usos estructurales, sobre todo si será utilizada como vigas. Conocido es que cuando la madera es sometida a flexión estática desarrolla un sistema complejo de deformación con tres tipos de esfuerzos tensión (parte posterior a la carga), compresión (en contacto con la carga) y cortante (aproximadamente en el centro de la viga).

Los resultados de flexión estática (Cuadro 7.12) en condición seca (12% de CH) indican que el E_{LP} es bajo, el MOR y el MOE muy altos (Novelo, 1964).

7.4.3.2. Compresión perpendicular a la fibra

Este tipo de esfuerzos es importante en muchos usos estructurales y en durmientes para la vías de ferrocarril, ya que indican la capacidad que tiene la madera a compactarse por la acción de cargas externas en sentido perpendicular a las fibras.

En este caso solo se determinó el E_{LP} tanto para la albura como para el duramen (Cuadro 7.13) clasificandose como muy alta en ambos casos, al 12% de CH (Fuentes, 1998).

7.4.3.3 Dureza Janka

La dureza se incrementa a medida que los valores de densidad son mayores. Esta propiedad indica la resistencia que tiene la madera a indentarse y es importante para el procesamiento y trabajabilidad, así como su uso en pisos, mazos de madera, plataformas y productos que requieren superficies resistentes al desgaste.

La dureza en la albura se clasifica como alta y muy alta para el duramen (Fuentes, 1998), observese el Cuadro 7.14

Cuadro 7.12. Flexión estática para la madera de duramen de *Peltogyne mexicana* Martínez.

CONDICION	FLEXION ESTATICA (Duramen)		
	E _{LP} (kg/cm ²)	MOE (kg/cm ²)	MOR (kg/cm ²)
VERDE	785.52	151, 901.45	1,324.70
AL 12%	970.96	246,714.02	2,030.69

Cuadro 7.13. Compresión perpendicular para la madera de duramen de *Peltogyne mexicana* Martínez.

CONDICION	COMPRESION PERPENDICULAR	
	Albura E _{LP} (kg/cm ²)	Duramen E _{LP} (kg/cm ²)
VERDE	91.25	228.27
AL 12%	184.06	338.34

Cuadro 7.14. Dureza Janka para la madera de duramen de *Peltogyne mexicana* Martínez.

CONDICION	DUREZA JANKA (kg)			
	Albura		Duramen	
	Lateral	Extremos	Lateral	Extremos
VERDE	630.57	640.00	1211.23	963.60
AL 12%	956.94	1103.17	1956.92	1565.73

7.4.4. Discusión

En su constitución anatómica la madera de *Peltogyne mexicana* Martínez es homogénea, constituida principalmente por fibras libriformes (sustancia madera), lo que le proporciona una alta densidad. Contiene una gran cantidad de extractivos (gomas y aceites) que se encuentran taponeando a los conductos de agua, lo que dificultaría el proceso de secado, la gran cantidad de cristales hace necesaria la utilización de herramientas especiales en su procesamiento.

Con éstos resultados se puede decir que la madera de duramen tiene mayor estabilidad dimensional y probablemente se presenten menores defectos de secado que en la albura.

El bajo valor del PSF para el duramen, se debe a la alta densidad básica y a la gran cantidad de extractivos presentes en el xilema.

Si se comparan los valores de resistencia con los reportados para el género *Peltogyne spp.*, el E_{LP} se encuentra entre los más bajos; sin embargo tanto el MOR como el MOE superan en más del doble en el primero y casi el doble en el segundo, lo que hace suponer que ésta especie es una de las más resistentes dentro del género. En condiciones saturadas presenta el mismo comportamiento.

Al comparar a *Peltogyne mexicana* Martínez con *P. Porphyrocardia*, éstas presentan valores muy similares en el MOR y MOE en condición seca con 2,030.69 kg/cm² y 246,714.02 kg/cm² contra 2,177 kg/cm² y 244,000 kg/cm², respectivamente, esto se debe a que presentan una densidad normal muy similar de 0.99 gr/cm³ y 1.05 gr/cm³, en la primera y segunda especie respectivamente.

En cuanto a la resistencia a la compresión perpendicular a la fibra, el valor reportado por Arroyo (1971) para *Peltogyne porphyrocardia* es inferior al encontrado para *Peltogyne mexicana* Martínez con 213 kg/cm² contra 338.34 kg/cm² para el duramen a un 12% de CH.

La dureza lateral en el duramen es ligeramente superior al reportado para el género *Peltogyne spp.* con 1,778.07 kg contra 1,956.92 kg para *Peltogyne mexicana* Martínez, superiores también a los reportados por Arroyo (1971) para *Peltogyne paniculata* de 858 kg y 1,030 kg lateral y transversal respectivamente.

Como se puede observar en el cuadro adjunto, el valor de Dureza Janka para el extremo en la madera del duramen es más bajo que en los laterales, valores que teóricamente no pueden justificarse. Sin embargo, los mismos resultados fueron observados por Arroyo (1971) para *Peltogyne porphyrocardia* con 1,782 y 1,593 kg lateral y transversal respectivamente; así mismo, Echenique y Robles (1993) encontraron que tanto en verde como al 12% de CH los valores de dureza en los extremos fueron menores a los laterales, para la misma especie, reportando en condición verde 1,524 kg y 1,364 kg y en condición seca 1,931 kg y 1,914 kg, lateral y en los extremos respectivamente.

En éste caso se justifican éstos bajos valores en los extremos, debido que se observaron pequeñas grietas en los extremos de las probetas siguiendo la dirección de los rayos. Por otro parte, también se observó que al momento de realizar la prueba de dureza en los laterales, algunas probetas experimentaron rajaduras longitudinales, por lo que hace suponer que probablemente ésta madera tenga bajos valores de resistencia al clivaje y cizalle.

7.5. Usos actuales y potenciales

Actualmente la madera de duramen de *Peltogyne mexicana* Martínez, es utilizada para la fabricación de muebles (comedores, sillas, camas, roperos, buro, salas, tocador etc.) torneados o no, artesanías torneadas y talladas, incrustaciones en muebles de tipo colonial los cuales están elaborados principalmente por *Juniperus flaccida.*, piezas de dominó con incrustaciones de plata y artículos religiosos combinados con plata.

Considerando las características y propiedades tecnológicas determinadas en el presente trabajo, así como la revisión de literatura, ésta especie puede ser utilizada también en:

construcción civil pesada interna y externa, pisos, bases para tacos de billar, adornos en la industria textil, construcciones navales, fabricación de instrumentos musicales (guitarras), partes decorativas, mangos para lapiceros, escaleras y pasamanos y chapa.

La madera de albura puede utilizarse para la fabricación de muebles de bajo valor comercial o bien se puede combinar con el duramen en una pieza de artesanía torneada o tallada, mangos de herramientas para trabajo ligero, fabricación de muebles tapizados, construcción de puentes de tránsito ligero, vigas y morillos, carbón, postes.

7.6. Conclusiones

La madera de *Peltogyne mexicana* Martínez, presenta un porcentaje alto de fibras y un color llamativo.

Es una madera pesada, de una estabilidad dimensional media, por lo que debe utilizarse en sitios con pocos cambios en los factores ambientales.

Los resultados de las pruebas mecánicas ubican a la madera (duramen y albura) de esta especie como de alta resistencia, tanto saturada como al 12% de CH, lo que proporciona una garantía en usos de ingeniería civil pesada y su gran dureza y belleza la sitúan como excelente material para la fabricación de pisos y usos a fines.

A pesar de una gran cantidad de usos que se les puede dar a la madera de ésta especie, su aprovechamiento será restringido por mucho tiempo, hasta lograr estabilizar sus poblaciones e incluso incrementar el área de distribución natural mediante plantaciones y así sacar a ésta especie del estatus de amenazada.

7.7. Literatura citada

- Aguirre V., A. 1991. Caracterización tecnológica de la madera de cuatro especies tropicales del Estado de Michoacán. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 88 p.
- Arroyo P. J. 1971. Clasificación y esfuerzos de trabajo para maderas venezolanas. Ministerio de Agricultura. Mérida, Venezuela. 84 p.
- Boding , J. y B. A. Jayne. 1982. Mechanics of wood and wood composites. Van Nostrand Reinhold. New York, E. U. A. 711 p.
- Borja de la R., A. J. C. Tamarit U. 1997. Propiedades tecnológicas de la madera de *Pinus arizonica* Engelm del Estado de Durango, México. Revista Chapingo. Serie: Ciencias Forestales. Vol.III. (1):103-107. Chapingo, México.
- Carothie, H. 1967. estructura anatómica de 47 maderas de la Guayana Venezolana y clave para su identificación. Publicación No. 1 de Agricultura y Cría. Universidad de los Andes. Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Los Charcos de Mérida, Venezuela. 125 p.
- Díaz G., V. y J. Huerta C. 1986. Utilización de las maderas tropicales en México. Revista Ciencia Forestal Vol. 11(60): 127-144.
- Echenique M. R. 1971. Características de la madera y su uso en la construcción. Cámara Nacional de la Industria de la Construcción. México, D. F. 173 p.
- Echenique M. R. y F. Robles F. 1993. Ciencia y tecnología de la madera, vol. I. Textos Universitarios. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver., México 137 p.
- Echenique M., R. y R. A. Plumptre. 1994. Guía para el uso de maderas de México y Belice. Universidad de Guadalajara, consejo Británico, Universidad de Oxford y LACITEMA, A. C. Xalapa, Ver., México. 196 p.
- Fuentes S., M. 1998. Propiedades tecnológicas de las maderas mexicanas, de importancia en la construcción. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. Vol IV (1):221-229. Chapingo, México.
- García G. N. 2001. Propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Conzattia multiflora* (Rob.) Standl. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 59 p.
- Haygreen, J. G. and J. L. Bowyer. 1989. Forest products and wood science: An introduction. 2ª Edición., Iowa State University, Press, Ames, Iowa, E. U. A. 500 p.
- Kollman, F. y C. A. Wilfred. 1968. Principles of wood science and technology. Vol. 1. Ed. Springer-Verlag, Germany 560 p.

- Kribs, D. A. 1968. Comercial foreing woods on the American market. Dover Publications. New York, E. U. A. 241 p.
- Longwood, F. R. 1971. Comercial timbers of the Caribbean. Agriculture Handbook No. 207. Washington, D. C. U.S.A. pp. 96-99.
- Machuca V. R. 1995. Estudio tecnológico de la madera de *Quercus insignis* de Huatusco, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, 144 p.
- Munsell Color Company. 1954. Munsell soil color charts. Baltimore, Maryland. 17 p.
- Novelo G. G. de J. 1964. Posibles aplicaciones de la madera de cuatro especies tropicales con base en sus propiedades físicas y mecánicas. Tesis de Licenciatura. Departamento de Bosques, UACH. Chapingo, México. 42 p.
- Panshing, A. J. y C. de Zeeuw. 1980. Textbook of wood technology. 4ª. Edition. McGraw-Hill. New York, E. U. A. 722 p.
- Pérez O. C. de la P., T. F. Carmona V. y M. de los A. Rogel G. 1980. Estudio anatómico de la madera de 43 especies tropicales. Boletín técnico No. 63. INIF-SFF-SARH. México, D. F. 276 p.
- Salinas H., S. 2000. Sistemas de clasificación de las características, propiedades y procesos de transformación primaria de las maderas. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 196 p.
- Simpson, W. and A. TenWolde. 1999. Wood handbook-Wood as an engineering material. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-113. Department of Agriculture, Forest Service. Forest Products Laboratory. Madison, WI, U. S. 463 p.
- USDA Forest Service, General Technical Report. Agosto 2001. <http://www.forestweb.com/resources/glossary/species/Tropicalwood/Peltogynesp.html>

8. CONCLUSIONES GENERALES

Peltogyne mexicana Martínez presenta un año semillero, el cual ocurre cada dos o tres años, la floración sucede a finales de julio y principios de agosto, y la maduración del fruto a finales de febrero y marzo.

La semilla es grande y no presenta agentes diseminadores, tiene un porcentaje de viabilidad superior al 95% y no requiere tratamientos pregerminativos; sin embargo, los mayores porcentajes de germinación se logran durante los primeros cinco meses, por lo anterior, es necesario evaluar condiciones de almacenamiento y reproducción vegetativa.

El rango de temperatura óptimo para la germinación es entre los 25°C y los 35°C, con fotoperiodos de 0 y 8 horas luz, es decir, la semilla es fotoblástica negativa.

Esta especie se distribuye en zonas escarpadas, rocosas y suelos aunque fértiles, son muy someros y frágiles. En general, se observan una gran cantidad de familias arbóreas representadas con pocas especies, siendo la de mayor abundancia la Leguminosae con 18 géneros y 23 especies.

La especie se encuentra en peligro de extinguirse, a pesar de los elevados índices de Valor de Importancia (>3); ya que aunado a un aprovechamiento irracional de la especie, existe un 40% de individuos tanto adultos como jóvenes, que se encuentran infectados por un hongo del género *Phellinus* sp.

Las funciones de volumen con y sin corteza son: $V_{cc}=0.021015 + 0.000027435(D^2H)$ y $V_{sc}=0.017627 + 0.000025916(D^2H)$, ambas con el modelo de la Variable combinada ordinaria, con $R^2=0.926$.

Anatómicamente la madera es homogénea, constituida por un 61.00% de fibras libriformes, 16.20% de vasos, 12.13% de parénquima y 10.67% de rayos, con una gran cantidad de extractivos (gomas, aceites y cristales).

La madera es pesada, de cambios dimensionales medios, relación de anisotropía alta, tanto la albura como el duramen, presentan alta resistencia, lo que proporciona una garantía en usos de ingeniería civil pesada y su gran dureza y belleza del duramen, la sitúan como un excelente material para la fabricación de pisos, muebles en general y artesanías torneada y tallada.

9. APÉNDICE

Cuadro 1. Programa en SAS y salidas del análisis estadístico del factorial 2x4x6.

DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR CON ARREGLO FACTORIAL 2x4x6 (Temperatura, 30 y 35°C; Luz, 0, 8, 16 y 24 horas; Tratamiento pregerminativos, Testigo, Remojo en agua hirviendo por 10 y 20 segundos; Imbibición en agua a temperatura ambiente durante 12, 24 y 48 horas).

NOTA. El porcentaje de germinación está convertido a arcoseno(raíz(%GER/100)).

data Jhosely;

input TRAT REP PREG \$ TEMP FOTO GER SETEN NOVEN;

cards;

1	1	TESTIGO	30	0	63.43	17	21
1	2	TESTIGO	30	0	90.00	23	23
1	3	TESTIGO	30	0	63.43	17	21
2	1	AH10seg	30	0	31.09	17	21
2	2	AH10seg	30	0	31.09	23	23
2	3	AH10seg	30	0	35.26	15	21
3	1	AH20seg	30	0	31.09	17	21
3	2	AH20seg	30	0	21.42	17	21
3	3	AH20seg	30	0	39.23	12	15
4	1	Rem12hr	30	0	43.09	23	23
4	2	Rem12hr	30	0	63.43	15	17
4	3	Rem12hr	30	0	75.04	17	21
5	1	Rem24hr	30	0	68.58	16	21
5	2	Rem24hr	30	0	68.58	21	21
5	3	Rem24hr	30	0	68.58	17	21
6	1	Rem48hr	30	0	58.91	17	17
6	2	Rem48hr	30	0	68.58	12	15
6	3	Rem48hr	30	0	75.04	16	17
7	1	TESTIGO	30	8	58.91	12	12
7	2	TESTIGO	30	8	68.58	11	12
7	3	TESTIGO	30	8	75.04	11	15
8	1	AH10seg	30	8	68.58	12	13
8	2	AH10seg	30	8	90.00	15	16
8	3	AH10seg	30	8	63.43	12	12
9	1	AH20seg	30	8	68.58	15	16
9	2	AH20seg	30	8	75.04	12	15
9	3	AH20seg	30	8	68.58	15	16
10	1	Rem12hr	30	8	75.04	12	12
10	2	Rem12hr	30	8	75.04	12	12
10	3	Rem12hr	30	8	75.04	12	14
11	1	Rem24hr	30	8	68.58	11	12
11	2	Rem24hr	30	8	75.04	11	19
11	3	Rem24hr	30	8	68.58	11	19
12	1	Rem48hr	30	8	68.58	11	12
12	2	Rem48hr	30	8	68.58	13	15
12	3	Rem48hr	30	8	63.43	13	15
13	1	TESTIGO	30	16	90.00	9	11
13	2	TESTIGO	30	16	75.04	11	13
13	3	TESTIGO	30	16	75.04	13	15
14	1	AH10seg	30	16	68.58	16	21
14	2	AH10seg	30	16	75.04	14	20
14	3	AH10seg	30	16	63.43	11	14
15	1	AH20seg	30	16	31.09	11	11
15	2	AH20seg	30	16	39.23	17	20
15	3	AH20seg	30	16	46.91	10	11
16	1	Rem12hr	30	16	75.04	12	14
16	2	Rem12hr	30	16	75.04	14	17

16	3	Rem12hr	30	16	75.04	12	16
17	1	Rem24hr	30	16	63.43	11	14
17	2	Rem24hr	30	16	68.58	12	13
17	3	Rem24hr	30	16	75.04	14	20
18	1	Rem48hr	30	16	75.04	10	14
18	2	Rem48hr	30	16	50.77	12	14
18	3	Rem48hr	30	16	58.91	10	11
19	1	TESTIGO	30	24	50.77	17	21
19	2	TESTIGO	30	24	50.77	23	23
19	3	TESTIGO	30	24	50.77	17	21
20	1	AH10seg	30	24	26.57	17	21
20	2	AH10seg	30	24	46.91	23	23
20	3	AH10seg	30	24	43.09	15	21
21	1	AH20seg	30	24	35.26	17	21
21	2	AH20seg	30	24	39.23	17	21
21	3	AH20seg	30	24	31.09	12	15
22	1	Rem12hr	30	24	58.91	23	23
22	2	Rem12hr	30	24	63.43	15	17
22	3	Rem12hr	30	24	58.91	17	21
23	1	Rem24hr	30	24	54.74	16	21
23	2	Rem24hr	30	24	46.91	21	21
23	3	Rem24hr	30	24	58.91	17	21
24	1	Rem48hr	30	24	58.91	17	17
24	2	Rem48hr	30	24	58.91	12	15
24	3	Rem48hr	30	24	68.58	16	17
25	1	TESTIGO	35	0	75.04	12	14
25	2	TESTIGO	35	0	68.58	12	14
25	3	TESTIGO	35	0	63.43	14	20
26	1	AH10seg	35	0	75.04	12	14
26	2	AH10seg	35	0	63.43	12	12
26	3	AH10seg	35	0	75.04	12	16
27	1	AH20seg	35	0	58.91	12	14
27	2	AH20seg	35	0	68.58	12	12
27	3	AH20seg	35	0	58.91	14	19
28	1	Rem12hr	35	0	58.91	12	12
28	2	Rem12hr	35	0	54.74	10	12
28	3	Rem12hr	35	0	63.43	10	12
29	1	Rem24hr	35	0	75.04	12	14
29	2	Rem24hr	35	0	75.04	10	14
29	3	Rem24hr	35	0	68.58	10	12
30	1	Rem48hr	35	0	58.91	10	10
30	2	Rem48hr	35	0	75.04	12	14
30	3	Rem48hr	35	0	63.43	12	12
31	1	TESTIGO	35	8	75.04	11	14
31	2	TESTIGO	35	8	68.58	17	18
31	3	TESTIGO	35	8	63.43	14	19
32	1	AH10seg	35	8	50.77	21	25
32	2	AH10seg	35	8	75.04	19	21
32	3	AH10seg	35	8	68.58	19	21
33	1	AH20seg	35	8	54.74	19	21
33	2	AH20seg	35	8	50.77	25	25
33	3	AH20seg	35	8	35.26	18	25
34	1	Rem12hr	35	8	46.91	25	25
34	2	Rem12hr	35	8	75.04	15	17
34	3	Rem12hr	35	8	75.04	20	25
35	1	Rem24hr	35	8	68.58	15	19
35	2	Rem24hr	35	8	75.04	17	25
35	3	Rem24hr	35	8	58.91	21	25

36	1	Rem48hr	35	8	63.43	12	19
36	2	Rem48hr	35	8	90.00	17	21
36	3	Rem48hr	35	8	63.43	18	19
37	1	TESTIGO	35	16	90.00	24	26
37	2	TESTIGO	35	16	75.04	18	22
37	3	TESTIGO	35	16	46.91	24	24
38	1	AH10seg	35	16	58.91	24	26
38	2	AH10seg	35	16	75.04	22	26
38	3	AH10seg	35	16	39.23	34	38
39	1	AH20seg	35	16	50.77	34	38
39	2	AH20seg	35	16	39.23	26	34
39	3	AH20seg	35	16	43.09	26	34
40	1	Rem12hr	35	16	46.91	27	27
40	2	Rem12hr	35	16	39.23	29	36
40	3	Rem12hr	35	16	54.74	24	32
41	1	Rem24hr	35	16	35.26	20	38
41	2	Rem24hr	35	16	46.91	29	36
41	3	Rem24hr	35	16	39.23	22	36
42	1	Rem48hr	35	16	63.43	20	32
42	2	Rem48hr	35	16	54.74	36	36
42	3	Rem48hr	35	16	43.09	27	27
43	1	TESTIGO	35	24	0.00	0	0
43	2	TESTIGO	35	24	0.00	0	0
43	3	TESTIGO	35	24	0.00	0	0
44	1	AH10seg	35	24	0.00	0	0
44	2	AH10seg	35	24	0.00	0	0
44	3	AH10seg	35	24	0.00	0	0
45	1	AH20seg	35	24	0.00	0	0
45	2	AH20seg	35	24	0.00	0	0
45	3	AH20seg	35	24	0.00	0	0
46	1	Rem12hr	35	24	0.00	0	0
46	2	Rem12hr	35	24	0.00	0	0
46	3	Rem12hr	35	24	0.00	0	0
47	1	Rem24hr	35	24	0.00	0	0
47	2	Rem24hr	35	24	0.00	0	0
47	3	Rem24hr	35	24	0.00	0	0
48	1	Rem48hr	35	24	0.00	0	0
48	2	Rem48hr	35	24	0.00	0	0
48	3	Rem48hr	35	24	0.00	0	0

;

/*proc GLM;

classes TRAT PREG TEMP FOTO;

model Ger=PREG TEMP PREG*TEMP FOTO TEMP*FOTO PREG*FOTO PREG*TEMP*FOTO;

title "COMPARACION DE LUZ, TEMP, TRAT PREGER E INTERACCIONES";

run;*/

/*proc glm;

classes Trat;

model Ger=Trat;

means Trat/tukey lines;

RUN;*/

/*PROC GLM;

CLASSES TRAT;

MODEL seten=trat;

MEANS TRAT/TUKEY LINES;

run;*/

PROC GLM;

CLASSES TRAT;

MODEL NOVEN=TRAT;

MEANS TRAT/TUKEY LINES;
run;

ANALISIS DE EFECTOS PRINCIPALES.

Class Levels Values

TRAT 48 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48
PREG 6 AH10seg AH20seg Rem12hr Rem24hr Rem48hr TESTIGO
TEMP 2 30 35
FOTO 4 0 8 16 24

Number of observations in data set = 144

Dependent Variable: GER

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	47	78953.88083264	1679.86980495	22.25	0.0001
Error	96	7248.18946667	75.50197361		
Corrected Total	143	86202.07029931			

R-Square	C.V.	Root MSE	GER Mean
0.915916	16.34571	8.68918717	53.15881944

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PREG	5	5135.52274514	1027.10454903	13.60	0.0001
TEMP	1	7714.84083403	7714.84083403	102.18	0.0001
PREG*TEMP	5	1874.74551181	374.94910236	4.97	0.0004
FOTO	3	39321.64471875	13107.21490625	173.60	0.0001
TEMP*FOTO	3	18044.61018542	6014.87006181	79.67	0.0001
PREG*FOTO	15	3119.99121875	207.99941458	2.75	0.0015
PREG*TEMP*FOTO	15	3742.52561875	249.50170792	3.30	0.0002

ANALISIS COMO UN DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR CON ARREGLO FACTORIAL 2x4x6

Class Levels Values

TRAT 48 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48

Number of observations in data set = 144

Dependent Variable: GER

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	47	78953.88083264	1679.86980495	22.25	0.0001
Error	96	7248.18946667	75.50197361		
Corrected Total	143	86202.07029931			

R-Square	C.V.	Root MSE	GER Mean
0.915916	16.34571	8.68918717	53.15881944

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	47	78953.88083264	1679.86980495	22.25	0.0001

General Linear Models Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: GER

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 96 MSE= 75.50197
Critical Value of Studentized Range= 5.812
Minimum Significant Difference= 29.157

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping					Mean	N	TRAT
E	B	A			80.027	3	13
		A			75.040	3	10
		A			75.040	3	16
		A			74.003	3	8
		A	C		72.887	3	29
			C				
		A	C		72.287	3	1
			C				
		A	C		72.287	3	36
			C				
		A	C		71.170	3	26
			C				
	A	C		70.733	3	11	
		C					
	A	C		70.733	3	9	
		C					
	A	C		70.650	3	37	
		C					
	D	A	C		69.017	3	14
			C				
	D	A	C		69.017	3	31
			C				
	D	A	C		69.017	3	17
			C				
	D	A	C		69.017	3	25
			C				
	D	A	C		68.580	3	5
			C				
D	A	C		67.510	3	6	
		C					
D	A	C		67.510	3	35	
		C					
D	A	C		67.510	3	7	
		C					
D	A	C		66.863	3	12	
		C					
D	A	C		65.793	3	30	
		C					
D	A	C		65.663	3	34	
		C					
D	A	C		64.797	3	32	
		C					
D	A	C F		62.133	3	24	

E	B	D	A	C	F			
E	B	D	A	C	F	62.133	3 27	
E	B	D	A	C	F			
E	B	D	A	G	C	F	61.573 3 18	
E	B	D	A	G	C	F		
E	B	D	A	G	C	F	60.520 3 4	
E	B	D	A	G	C	F		
E	B	D	A	G	C	F	60.417 3 22	
E	B	D	A	G	C	F		
E	B	D	H	A	G	C	F	59.027 3 28
E	B	D	H	A	G	C	F	
E	B	D	H	A	G	C	F	57.727 3 38
E	B	D	H	A	G	C	F	
E	B	D	H	A	G	C	F	53.753 3 42
E	B	D	H	A	G	C	F	
E	B	D	H	A	G	C	F	53.520 3 23
E	B	D	H	G	C	F		
E	B	D	H	G	C	F	50.770 3 19	
E	B	D	H	G	C	F		
E	B	D	H	G	C	F	46.960 3 40	
E	B	D	H	G	C	F		
E	B	D	H	G	C	F	46.923 3 33	
E		D	H	G	C	F		
E		D	H	G	C	F	44.363 3 39	
E		D	H	G	F			
E		D	H	G	F	40.467 3 41		
E			H	G	F			
E			H	G	F	39.077 3 15		
E			H	G	F			
E			H	G	F	38.857 3 20		
			H	G	F			
			H	G	F	35.193 3 21		
			H	G				
			H	G		32.480 3 2		
			H					
			H			30.580 3 3		
			I			0.000 3 43		
			I					
			I			0.000 3 44		
			I					
			I			0.000 3 45		
			I					
			I			0.000 3 46		
			I					
			I			0.000 3 47		
			I					
			I			0.000 3 48		

Cuadro 1 (a). Análisis de la energía germinativa al 70% del factorial 2x4x6.

Class Levels Values
 TRAT 48 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48

Number of observations in data set = 144

Dependent Variable: SETEN

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	47	7289.65972222	155.09914303	17.77	0.0001
Error	96	838.00000000	8.72916667		
Corrected Total	143	8127.65972222			

R-Square	C.V.	Root MSE	SETEN Mean
0.896895	20.62290	2.95451632	14.32638889

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	47	7289.65972222	155.09914303	17.77	0.0001

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: SETEN

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 96 MSE= 8.729167
 Critical Value of Studentized Range= 5.812
 Minimum Significant Difference= 9.914

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	28.667	3	39
A			
B A	27.667	3	42
B A			
B A C	26.667	3	40
B A C			
B A C	26.667	3	38
B A C			
B D A C	23.667	3	41
B D A C			
E B D A C	22.000	3	37
E B D A C			
E B D A C F	20.667	3	33
E B D A C F			
E B D A G C F	20.000	3	34
E B D A G C F			
E B D A G C F	19.667	3	32
E B D A G C F			
E B D A G C F	19.000	3	19
E B D A G C F			
E B D A G C F	19.000	3	1
E B D G C F			
E B D G C F	18.333	3	4

E	B	D	G C F		
E	B	D	G C F	18.333	3 22
E	B	D	G C F		
E	B	D	G C F	18.333	3 20
E	B	D	G C F		
E	B	D	G C F	18.333	3 2
E	B	D	G C F		
E	B	D	G C F	18.000	3 23
E	B	D	G C F		
E	B	D	G C F	18.000	3 5
E		D	G C F		
E		D	G C F	17.667	3 35
E		D	G F		
E		D	G F	15.667	3 36
E		D	G F		
E		D	G F	15.333	3 3
E		D	G F		
E		D	G F	15.333	3 21
E		D	G F		
E		D	G F	15.000	3 6
E		D	G F		
E		D	G F	15.000	3 24
E		D	G F		
E		D	G F	14.000	3 31
E		D	G F		
E		D	G F	14.000	3 9
E			G F		
E			G F	13.667	3 14
E			G F		
E			G F	13.000	3 8
E			G F		
E			G F	12.667	3 27
E			G F		
E			G F	12.667	3 25
E			G F		
E			G F	12.667	3 16
E			G F		
E			G F	12.667	3 15
E			G F		
E			G F	12.333	3 12
E			G F		
E			G F	12.333	3 17
			G F		
			G F	12.000	3 26
			G F		
			G F	12.000	3 10
			G F		
			G F	11.333	3 7
			G F		
			G F	11.333	3 30
			G F		
			G F	11.000	3 13
			G F		
			G F	11.000	3 11
			G		
			G	10.667	3 28
			G		
			G	10.667	3 29

G			
G	10.667	3	18
H	0.000	3	43
H			
H	0.000	3	44
H			
H	0.000	3	45
H			
H	0.000	3	46
H			
H	0.000	3	47
H			
H	0.000	3	48

Cuadro 1 (b). Análisis de la energía germinativa al 90% del factorial 2x4x6.

Class Levels Values
 TRAT 48 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48
 Number of observations in data set = 144

Dependent Variable: NOVEN

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	47	10740.93750000	228.53058511	33.24	0.0001
Error	96	660.00000000	6.87500000		
Corrected Total	143	11400.93750000			

R-Square C.V. Root MSE NOVEN Mean
 0.942110 15.44258 2.62202212 16.97916667

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	47	10740.93750000	228.53058511	33.24	0.0001

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: NOVEN

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 96 MSE= 6.875
 Critical Value of Studentized Range= 5.812
 Minimum Significant Difference= 8.7983

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	36.667	3	41
A			
A	35.333	3	39
A			
B A	31.667	3	42
B A			
B A	31.667	3	40
B A			
B A C	30.000	3	38
B C			
B D C	24.000	3	37
B D C			
B E D C	23.667	3	33
B E D C			
B E D C	23.000	3	35
E D C			
F E D C	22.333	3	32
F E D C			
F E D C	22.333	3	34
F E D C			
G F E D C	21.667	3	19
G F E D C			
G F E D C	21.667	3	20
G F E D C			

G	F	E	D	C	21.667	3	1
G	F	E	D	C			
G	F	E	D	C	21.667	3	2
G	F	E	D				
G	F	E	D	H	21.000	3	23
G	F	E	D	H			
G	F	E	D	H	21.000	3	5
G	F	E	D	H			
G	F	E	D	H I	20.333	3	4
G	F	E	D	H I			
G	F	E	D	H I	20.333	3	22
G	F	E	D	H I			
G	F	E	D	H I	19.667	3	36
G	F	E	D	H I			
G	F	E	D	H I	19.000	3	3
G	F	E	D	H I			
G	F	E	D	H I	19.000	3	21
G	F	E	D	H I			
G	F	E	D	H I	18.333	3	14
G	F	E	D	H I			
G	F	E	D	H I	17.000	3	31
G	F	E	D	H I			
G	F	E	D	H I	16.667	3	11
G	F	E	D	H I			
G	F	E	D	H I	16.333	3	24
G	F	E	D	H I			
G	F	E	D	H I	16.333	3	6
G	F	E	D	H I			
G	F	E	D	H I	16.000	3	25
G	F	E	D	H I			
G	F	E	D	H I	15.667	3	16
G	F	E	D	H I			
G	F	E	D	H I	15.667	3	17
G	F	E	D	H I			
G	F	E	D	H I	15.667	3	9
G	F	E		H I			
G	F	E		H I	15.000	3	27
G	F			H I			
G	F			H I	14.000	3	26
G	F			H I			
G	F			H I	14.000	3	12
G	F			H I			
G	F			H I	14.000	3	15
G	F			H I			
G	F			H I	13.667	3	8
G				H I			
G				H I	13.333	3	29
G				H I			
G				H I	13.000	3	18
G				H I			
G				H I	13.000	3	7
G				H I			
G				H I	13.000	3	13
				H I			
				H I	12.667	3	10
				I			
				I	12.000	3	28
				I			

	I	12.000	3	30
J		0.000	3	43
J				
J		0.000	3	44
J				
J		0.000	3	45
J				
J		0.000	3	46
J				
J		0.000	3	47
J				
J		0.000	3	48

Cuadro 2. Programa en SAS y salidas del análisis estadístico del factorial 3x2x6.

DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR CON ARREGLO FACTORIAL 3x2x6 (Temperatura, 25, 30 y 35°C; Fotoperiodo, 0 y 24 horas; Tratamientos pregerminativos, Testigo, Remojo en agua hirviendo 10 y 20 segundos, Imbibición en agua a temperatura ambiente durante 12, 24 y 48 horas).

NOTA: Los valores de germinación son los transformados a arco seno raíz(%G / 100).

data Jhosely;

input TRAT REP PREG \$ TEMP FOTO GER SETEN NOVEN;

cards;

1	1	TESTIGO	25	0	75.04	15	17
1	2	TESTIGO	25	0	75.04	17	21
1	3	TESTIGO	25	0	75.04	19	21
2	1	AH10seg	25	0	75.04	19	21
2	2	AH10seg	25	0	90.00	19	25
2	3	AH10seg	25	0	68.58	19	21
3	1	AH20seg	25	0	90.00	15	25
3	2	AH20seg	25	0	75.04	19	19
3	3	AH20seg	25	0	54.74	17	33
4	1	Rem12hr	25	0	75.04	19	25
4	2	Rem12hr	25	0	90.00	19	25
4	3	Rem12hr	25	0	75.04	19	19
5	1	Rem24hr	25	0	75.04	17	25
5	2	Rem24hr	25	0	75.04	19	21
5	3	Rem24hr	25	0	68.58	19	21
6	1	Rem48hr	25	0	75.04	12	12
6	2	Rem48hr	25	0	68.58	15	17
6	3	Rem48hr	25	0	75.04	12	15
7	1	TESTIGO	25	24	54.74	29	49
7	2	TESTIGO	25	24	54.74	31	36
7	3	TESTIGO	25	24	50.77	29	49
8	1	AH10seg	25	24	46.91	36	55
8	2	AH10seg	25	24	58.91	45	47
8	3	AH10seg	25	24	54.74	49	51
9	1	AH20seg	25	24	43.09	33	49
9	2	AH20seg	25	24	31.09	33	47
9	3	AH20seg	25	24	75.04	33	45
10	1	Rem12hr	25	24	50.77	38	47
10	2	Rem12hr	25	24	31.09	29	49
10	3	Rem12hr	25	24	54.74	36	38
11	1	Rem24hr	25	24	50.77	47	47
11	2	Rem24hr	25	24	39.23	31	36
11	3	Rem24hr	25	24	50.77	45	55
12	1	Rem48hr	25	24	43.09	49	51
12	2	Rem48hr	25	24	50.77	29	49
12	3	Rem48hr	25	24	46.91	33	43
13	1	TESTIGO	30	0	63.43	12	12
13	2	TESTIGO	30	0	90.00	11	12
13	3	TESTIGO	30	0	63.43	11	15
14	1	AH10seg	30	0	31.09	12	13
14	2	AH10seg	30	0	31.09	15	16
14	3	AH10seg	30	0	35.26	12	12
15	1	AH20seg	30	0	31.09	15	16
15	2	AH20seg	30	0	21.42	12	15
15	3	AH20seg	30	0	39.23	15	16

16	1	Rem12hr	30	0	43.09	12	12
16	2	Rem12hr	30	0	63.43	12	12
16	3	Rem12hr	30	0	75.04	12	14
17	1	Rem24hr	30	0	68.58	11	12
17	2	Rem24hr	30	0	68.58	11	19
17	3	Rem24hr	30	0	68.58	11	19
18	1	Rem48hr	30	0	58.91	11	12
18	2	Rem48hr	30	0	68.58	13	15
18	3	Rem48hr	30	0	75.04	13	15
19	1	TESTIGO	30	24	50.77	17	21
19	2	TESTIGO	30	24	50.77	23	23
19	3	TESTIGO	30	24	50.77	17	21
20	1	AH10seg	30	24	26.57	17	21
20	2	AH10seg	30	24	46.91	23	23
20	3	AH10seg	30	24	43.09	15	21
21	1	AH20seg	30	24	35.26	17	21
21	2	AH20seg	30	24	39.23	17	21
21	3	AH20seg	30	24	31.09	12	15
22	1	Rem12hr	30	24	58.91	23	23
22	2	Rem12hr	30	24	63.43	15	17
22	3	Rem12hr	30	24	58.91	17	21
23	1	Rem24hr	30	24	54.74	16	21
23	2	Rem24hr	30	24	46.91	21	21
23	3	Rem24hr	30	24	58.91	17	21
24	1	Rem48hr	30	24	58.91	17	17
24	2	Rem48hr	30	24	58.91	12	15
24	3	Rem48hr	30	24	68.58	16	17
25	1	TESTIGO	35	0	75.04	12	14
25	2	TESTIGO	35	0	68.58	12	14
25	3	TESTIGO	35	0	63.43	14	20
26	1	AH10seg	35	0	75.04	12	14
26	2	AH10seg	35	0	63.43	12	12
26	3	AH10seg	35	0	75.04	12	16
27	1	AH20seg	35	0	58.91	12	14
27	2	AH20seg	35	0	68.58	12	12
27	3	AH20seg	35	0	58.91	14	19
28	1	Rem12hr	35	0	58.91	12	12
28	2	Rem12hr	35	0	54.74	10	12
28	3	Rem12hr	35	0	63.43	10	12
29	1	Rem24hr	35	0	75.04	12	14
29	2	Rem24hr	35	0	75.04	10	14
29	3	Rem24hr	35	0	68.58	10	12
30	1	Rem48hr	35	0	58.91	10	10
30	2	Rem48hr	35	0	75.04	12	14
30	3	Rem48hr	35	0	63.43	12	12
31	1	TESTIGO	35	24	0.00	0	0
31	2	TESTIGO	35	24	0.00	0	0
31	3	TESTIGO	35	24	0.00	0	0
32	1	AH10seg	35	24	0.00	0	0
32	2	AH10seg	35	24	0.00	0	0
32	3	AH10seg	35	24	0.00	0	0
33	1	AH20seg	35	24	0.00	0	0
33	2	AH20seg	35	24	0.00	0	0
33	3	AH20seg	35	24	0.00	0	0
34	1	Rem12hr	35	24	0.00	0	0
34	2	Rem12hr	35	24	0.00	0	0
34	3	Rem12hr	35	24	0.00	0	0
35	1	Rem24hr	35	24	0.00	0	0

```

35      2      Rem24hr      35      24      0.00      0      0
35      3      Rem24hr      35      24      0.00      0      0
36      1      Rem48hr      35      24      0.00      0      0
36      2      Rem48hr      35      24      0.00      0      0
36      3      Rem48hr      35      24      0.00      0      0
;
/*proc GLM;
classes TRAT PREG TEMP FOTO;
model GER=PREG TEMP PREG*TEMP FOTO TEMP*FOTO PREG*FOTO PREG*TEMP*FOTO;
title "COMPARACION DE LUZ, TEMP, TRAT PREGER E INTERACCIONES";
run;*/

```

```

/*proc glm;
classes Trat;
model Ger=Trat;
means Trat/tukey lines;
RUN;*/

```

```

/*PROC GLM;
CLASSES TRAT;
MODEL seten=trat;
MEANS TRAT/TUKEY LINES;
run;*/

```

```

PROC GLM;
CLASSES TRAT;
MODEL NOVEN=TRAT;
MEANS TRAT/TUKEY LINES;
run;

```

ANALISIS DE EFECTOS PRINCIPALES.

Class	Levels	Values
TRAT	36	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36
PREG	6	AH10seg AH20seg Rem12hr Rem24hr Rem48hr TESTIGO
TEMP	3	25 30 35
FOTO	2	0 24

Number of observations in data set = 108

Dependent Variable: GER

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	35	69942.46327685	1998.35609362	30.19	0.0001
Error	72	4765.77220000	66.19128056		
Corrected Total	107	74708.23547685			

R-Square	C.V.	Root MSE	GER Mean
0.936208	16.44609	8.13580239	49.46953704

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PREG	5	1966.98761574	393.39752315	5.94	0.0001
TEMP	2	15714.88939074	7857.44469537	118.71	0.0001
PREG*TEMP	10	4640.30492037	464.03049204	7.01	0.0001
FOTO	1	28715.06167500	28715.06167500	433.82	0.0001
TEMP*FOTO	2	17609.05801667	8804.52900833	133.02	0.0001
PREG*FOTO	5	419.65269722	83.93053944	1.27	0.2872
PREG*TEMP*FOTO	10	876.50896111	87.65089611	1.32	0.2343

ANALIZADO COMO UN DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR CON ARREGLO FACTORIAL 3x2x6 (TEMPERATURA, LUZ Y TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS)

Dependent Variable: GER

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	35	69942.46327685	1998.35609362	30.19	0.0001
Error	72	4765.77220000	66.19128056		
Corrected Total	107	74708.23547685			

R-Square	C.V.	Root MSE	GER Mean
0.936208	16.44609	8.13580239	49.46953704

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PREG	5	1966.98761574	393.39752315	5.94	0.0001
TEMP	2	15714.88939074	7857.44469537	118.71	0.0001
PREG*TEMP	10	4640.30492037	464.03049204	7.01	0.0001
FOTO	1	28715.06167500	28715.06167500	433.82	0.0001
TEMP*FOTO	2	17609.05801667	8804.52900833	133.02	0.0001
PREG*FOTO	5	419.65269722	83.93053944	1.27	0.2872
PREG*TEMP*FOTO	10	876.50896111	87.65089611	1.32	0.2343

Dependent Variable: GER

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	35	69942.46327685	1998.35609362	30.19	0.0001
Error	72	4765.77220000	66.19128056		
Corrected Total	107	74708.23547685			

R-Square	C.V.	Root MSE	GER Mean
0.936208	16.44609	8.13580239	49.46953704

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	35	69942.46327685	1998.35609362	30.19	0.0001

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: GER

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 72 MSE= 66.19128

Critical Value of Studentized Range= 5.661

Minimum Significant Difference= 26.592

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	80.027	3	4
A			
B A	77.873	3	2
B A			
B A C	75.040	3	1
B A C			
B D A C	73.260	3	3
B D A C			
B D A C	72.887	3	5
B D A C			
B D A C	72.887	3	6
B D A C			
B D A C	72.887	3	29
B D A C			

	B	D	A	C		
	B	D	A	C	72.287	3 13
	B	D	A	C		
E	B	D	A	C	71.170	3 26
E	B	D	A	C		
E	B	D	A	C	69.017	3 25
E	B	D	A	C		
E	B	D	A	C	68.580	3 17
E	B	D	A	C		
E	B	D	A	C	67.510	3 18
E	B	D	A	C		
E	B	D	A	C	65.793	3 30
E	B	D	A	C		
E	B	D	A	C F	62.133	3 24
E	B	D	A	C F		
E	B	D	A	C F	62.133	3 27
E	B	D	A	C F		
E	B	D	A	G C F	60.520	3 16
E	B	D	A	G C F		
E	B	D	A	G C F	60.417	3 22
E	B	D	A	G C F		
E	B	D	H A	G C F	59.027	3 28
E	B	D	H A	G C F		
E	B	I	D H A	G C F	53.520	3 23
E	B	I	D H A	G C F		
E	B	I	D H A	G C F	53.520	3 8
E	B	I	D H	G C F		
E	B	I	D H	G C F	53.417	3 7
E		I	D H	G C F		
E		I	D H	G C F	50.770	3 19
E		I	D H	G C F		
E		I	D H	G C F	49.740	3 9
E		I	D H	G F		
E		I	D H	G F	46.923	3 12
E		I	D H	G F		
E		I	D H	G F	46.923	3 11
E		I	H	G F		
E		I	H	G F	45.533	3 10
		I	H	G F		
		I	H	G F	38.857	3 20
		I	H	G		
		I	H	G	35.193	3 21
		I	H			
		I	H		32.480	3 14
		I				
		I			30.580	3 15
		J				
		J			0.000	3 31
		J				
		J			0.000	3 32
		J				
		J			0.000	3 33
		J				
		J			0.000	3 34
		J				
		J			0.000	3 35
		J				
		J			0.000	3 36

Cuadro 2 (a). Análisis de la energía germinativa al 70% del factorial 3x2x6.

Class Levels Values
 TRAT 36 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
 29 30 31 32 33 34 35 36

Number of observations in data set = 108

Dependent Variable: SETEN

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	35	13276.96296296	379.34179894	38.83	0.0001
Error	72	703.33333333	9.76851852		
Corrected Total	107	13980.29629630			

R-Square	C.V.	Root MSE	SETEN Mean
0.949691	19.76288	3.12546293	15.81481481

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	35	13276.96296296	379.34179894	38.83	0.0001

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: SETEN

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 72 MSE= 9.768519

Critical Value of Studentized Range= 5.661

Minimum Significant Difference= 10.216

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	43.333	3	8
A			
B A	41.000	3	11
B A			
B A C	37.000	3	12
B A C			
B A C	34.333	3	10
B C			
B C	33.000	3	9
C			
C	29.667	3	7
D	19.000	3	19
D			
D	19.000	3	2
D			
D	19.000	3	4
D			
D	18.333	3	5
D			
D	18.333	3	22
D			
D	18.333	3	20
D			

D	18.000	3	23
D			
D	17.000	3	1
D			
D	17.000	3	3
D			
D	15.333	3	21
D			
D	15.000	3	24
D			
D	14.000	3	15
D			
D	13.000	3	14
D			
D	13.000	3	6
D			
D	12.667	3	25
D			
D	12.667	3	27
D			
D	12.333	3	18
D			
D	12.000	3	16
D			
D	12.000	3	26
D			
D	11.333	3	13
D			
D	11.333	3	30
D			
D	11.000	3	17
D			
D	10.667	3	29
D			
D	10.667	3	28
E	0.000	3	31
E			
E	0.000	3	32
E			
E	0.000	3	33
E			
E	0.000	3	34
E			
E	0.000	3	35
E			
E	0.000	3	36

Cuadro 2 (b). Análisis de la energía germinativa al 90% del factorial 3x2x6.

Class Levels Values
 TRAT 36 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
 29 30 31 32 33 34 35 36

Number of observations in data set = 108

Dependent Variable: NOVEN

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	35	21879.29629630	625.12275132	57.61	0.0001
Error	72	781.33333333	10.85185185		
Corrected Total	107	22660.62962963			

R-Square	C.V.	Root MSE	NOVEN Mean
0.965520	17.02274	3.29421491	19.35185185

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	35	21879.29629630	625.12275132	57.61	0.0001

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: NOVEN

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 72 MSE= 10.85185
 Critical Value of Studentized Range= 5.661
 Minimum Significant Difference= 10.767

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	51.000	3	8
A			
A	47.667	3	12
A			
A	47.000	3	9
A			
A	46.000	3	11
A			
A	44.667	3	7
A			
A	44.667	3	10
B	25.667	3	3
B			
C	23.000	3	4
C			
C	22.333	3	5
C			
C	22.333	3	2
C			
C	21.667	3	19
C			
C	21.667	3	20

C	B	D		
C	B	D	21.000	3 23
C	B	D		
C	B	D	20.333	3 22
C	B	D		
C	B	D	19.667	3 1
C	B	D		
C	B	D	19.000	3 21
C	B	D		
C	B	D	16.667	3 17
C	B	D		
C	B	D	16.333	3 24
C	B	D		
C	B	D	16.000	3 25
C	B	D		
C	B	D	15.667	3 15
C	B	D		
C	B	D	15.000	3 27
C		D		
C		D	14.667	3 6
C		D		
C		D	14.000	3 18
C		D		
C		D	14.000	3 26
C		D		
C		D	13.667	3 14
C		D		
C		D	13.333	3 29
C		D		
C		D	13.000	3 13
C		D		
C		D	12.667	3 16
		D		
		D	12.000	3 28
		D		
		D	12.000	3 30
	E		0.000	3 31
	E			
	E		0.000	3 32
	E			
	E		0.000	3 33
	E			
	E		0.000	3 34
	E			
	E		0.000	3 35
	E			
	E		0.000	3 36

Cuadro 3. Lista florística de la vegetación arbórea del área de distribución de *Peltogyne mexicana* Martínez.

ANACARDIACEAE

Astronium conzattii Blake.

Amphipterygium adstringens Schiede ex Schltdl.

Comocladia mollissima H. B. K.

ANNONACEAE

Annona globiflora Schl.

Especie no determinada.

APOCYNACEAE

Aspidosperma megalocarpon Mull Arg.

Plumeria rubra L.

BIGNONIACEAE

Tabebuia chrysantha (Jacq.) Nicholson

Tabebuia palmeri Rose

Tabebuia rosea (Bertol.) DC.

BOMBACACEAE

Ceiba aesculifolia (Kunth) Britton & Rose

Ceiba globiflora Schl.

Pseudobombax ellipticum

BORAGINACEAE

Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken

Cordia elaeagnoides A. DC.

BURSERACEAE

Bursera discolor Rzedowski

Bursera excelsa Engl.

Bursera grandifolia Engl.

Bursera simaruba

CARICACEAE

Jacaratia mexicana A. DC.

CHRYSOBALANACEAE

Licania arborea Seem.

COCHLOSPERMACEAE

Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng.

CONVULVULACEAE

Ipomoea walcottiana Rose

EBENACEAE

Diospyros sp.

EUPHORBIACEAE

Sapium macrocarpum Muell. Arg.

FLACOURTIACEAE

Casearia corymbosa

Xylosma ellipticum (Clos) Kuntze

LEGUMINOSAE

Acacia cochliacantha

Acacia coulteri Benth.

Acacia gaumeri Blake

Acosmium panamense (Benth) Yacovlev. ó *Sweetia panamense* (Benth)

Andira jamaicensis (W. Wright) Urban ó *Andira inermis* (W. Wright) DC.

Apoplanesia paniculata Prel.

Bauhinia unguolata L.

Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.

Erythrina cf. *mexicana*

Haematoxylum brasiletto Karst.

Hymenaea courbaril L.

Leucaena esculenta Benth.

Leucaena lanceolata S. Wats.

Lonchocarpus megalanthus Pitt.

Lonchocarpus sp.

Lysiloma acapulcensis (Kunth) Benth.

Lysiloma divaricata (Jacq.) Macbride.

Machaerium biovulatum Micheli

Peltogyne mexicana Martínez

Piptadenia cf. obliqua (Pers.) Macbride

Platimiscium yucatanum Standl.

Pterocarpus acapulcensis Rose

Swartzia guatemalensis (Dom. Sm.) Pittier

LYTHRACEAE

Lafoensia puniceifolia DC.

MALVACEAE

Hampea cf. mexicana Fryx

MELIACEAE

Cedrela mexicana m. Roemer

Swietenia humilis Zucc.

Trichilia hirta

Trichilia sp.

MERISPERMACEAE

Hyperbaena mexicana Miers.

MORACEAE

Brosimum alicastrum

Ficus cotinifolia H. B. K.

NYCTAGINACEAE

Neea psychotrioides Dom. Sm.

ONAGRACEAE

Hauya elegans DC.

POLYGONACEAE

Cocoloba barbadensis

RUBIACEAE

Especie no determinada

SAPINDACEAE

Thovinia acuminata S. Wats.

SAPOTACEAE

Dipholis cf. salicifolia (L.) A. DL.

SIMAROUBACEAE

Albaradoa amorphoides Liebm.

STERCULIACEAE

Guazuma ulmifolia Lam.

TILIACEAE

Heliocarpus terebinthinaceus (DC.) Hoottr.

Luehea candida Mart.

ULMACEAE

Aphananthe monoica (Hemsl.) Leroy

Cuadro 4. Información y análisis de los parámetros ecológicos del sitio Tierra Colorada.

SITIO No.	CUADRANTE		ESPECIE	FAMILIA	DN (cm)	Altura (m)
	No.	DIST (m)				
1	1	5.20	<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	Burseraceae	0.24	4.00
	2	10.30	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	0.17	3.00
	3	17.00	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	0.18	3.00
	4	7.30	<i>Sapium macrocarpum</i> Muell. Arg.	Euphorbiaceae	0.33	14.00
2	1	9.00	<i>Comocladia mollissima</i> H. B. K.	Anacardiaceae	0.13	3.00
	2	4.50	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	0.14	2.50
	3	7.50	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	0.18	4.00
	4	13.00	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.64	14.00
3	1	3.00	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	0.11	2.00
	2	8.50	<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae	0.56	15.00
	3	10.50	<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae	0.60	14.00
	4	13.00	<i>Jacaratia mexicana</i> A.DC.	Caricaceae	0.25	10.50
4	1	4.80	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hochtr.	Tiliaceae	0.27	5.50
	2	2.70	<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm	Simarubaceae	0.30	8.00
	3	5.00	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	0.29	5.00
	4	3.50	<i>Bursera excelsa</i> Engl.	Burseraceae	0.11	4.00
5	1	3.50	<i>Bursera excelsa</i> Engl.	Burseraceae	0.12	3.00
	2	7.30	<i>Plumeria rubra</i> L.	Apocynaceae	0.29	6.00
	3	6.50	<i>Bursera excelsa</i> Engl.	Burseraceae	0.17	3.50
	4	7.00	<i>Bursera excelsa</i> Engl.	Burseraceae	0.11	5.00
6	1	5.00	<i>Sapium macrocarpum</i> Muell. Arg.	Euphorbiaceae	0.57	16.00
	2	2.40	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	0.14	3.50
	3	6.80	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.50	14.00
	4	13.00	<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae	0.33	15.00
7	1	4.20	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.29	14.00
	2	4.40	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.59	18.00
	3	3.10	<i>Annona globiflora</i> Schl.	Annonaceae	0.22	4.00
	4	4.60	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.48	17.00
8	1	12.70	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	0.51	8.50
	2	2.00	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	0.15	2.50
	3	6.50	<i>Ficus cotinifolia</i> H.B.K.	Moraceae	0.29	7.00
	4	4.40	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	0.28	3.50
9	1	1.00	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.38	12.00
	2	1.00	<i>Annona globiflora</i> Schl.	Annonaceae	0.12	5.00
	3	9.00	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.34	12.00
	4	4.60	<i>Cedrela mexicana</i> m. Roemer	Meliaceae	0.37	13.00
10	1	5.80	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	0.38	10.00
	2	17.00	<i>Ficus cotinifolia</i> H.B.K.	Moraceae	0.38	13.00
	3	8.50	<i>Pterocarpus acapulcensis</i> Rose	Leguminosae	0.67	15.00
	4	4.50	<i>Cocoloba barbadensis</i>	Polygonaceae	0.18	5.00

Análisis del sitio "TIERRA COLORADA"

Distancia media	6.74
No. total árboles/ha (Densidad absoluta)	220.13

No. de árboles por especie

Especies	Cuadrantes con la especie	No. árboles/ha
<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	0.025	5.50
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	0.225	49.53
<i>Sapium macrocarpum</i> Muell. Arg.	0.050	11.01
<i>Comocladia mollissima</i> H.B.K.	0.025	5.50
<i>Bursera simaruba</i>	0.075	16.51
<i>Peltogyne mexicana</i> Martinez	0.125	27.52
<i>Brosimum alicastrum</i>	0.075	16.51
<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	0.025	5.50
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hochttr.	0.025	5.50
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	0.025	5.50
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	0.100	22.01
<i>Plumeria rubra</i> L.	0.050	11.01
<i>Annona globiflora</i> Schl.	0.050	11.01
<i>Ficus cotinifolia</i> H.B.K.	0.050	11.01
<i>Pterocarpus acapulcensis</i> Rose	0.025	5.50
<i>Cedrela mexicana</i> m. Roemer	0.025	5.50
<i>Cocoloba barbadensis</i>	0.025	5.50
	1.000	220.13

Área basal media por especie para los 40 árboles

Especies	AB total (m²)	AB media (m²)
<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	0.0437	0.0437
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	0.3351	0.0372
<i>Sapium macrocarpum</i> Muell. Arg.	0.3439	0.1720
<i>Comocladia mollissima</i> H.B.K.	0.0141	0.0141
<i>Bursera simaruba</i>	0.3293	0.1098
<i>Peltogyne mexicana</i> Martinez	1.0328	0.2066
<i>Brosimum alicastrum</i>	0.6188	0.2063
<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	0.0511	0.0511
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hochttr.	0.0590	0.0590
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	0.0716	0.0716
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	0.0535	0.0134
<i>Plumeria rubra</i> L.	0.1789	0.0894
<i>Annona globiflora</i> Schl.	0.0487	0.0244
<i>Ficus cotinifolia</i> H.B.K.	0.1789	0.0894
<i>Pterocarpus acapulcensis</i> Rose	0.3505	0.3505
<i>Cedrela mexicana</i> m. Roemer	0.1052	0.1052
<i>Cocoloba barbadensis</i>	0.0241	0.0241
	3.8390	1.6676

Dominancia Absoluta por especie:

Especie	AB media (m²)	No.árboles/ha	Dominancia Absoluta
<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	0.0437	5.50	0.2407
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	0.0372	49.53	1.8439
<i>Sapium macrocarpum</i> Muell. Arg.	0.1720	11.01	1.8927
<i>Comocladia mollissima</i> H.B.K.	0.0141	5.50	0.0776
<i>Bursera simaruba</i>	0.1098	16.51	1.8120
<i>Peltogyne mexicana</i> Martinez	0.2066	27.52	5.6839
<i>Brosimum alicastrum</i>	0.2063	16.51	3.4052
<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	0.0511	5.50	0.2811
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hocotr.	0.0590	5.50	0.3245
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	0.0716	5.50	0.3942
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	0.0134	22.01	0.2943
<i>Plumeria rubra</i> L.	0.0894	11.01	0.9843
<i>Annona globiflora</i> Schl.	0.0244	11.01	0.2681
<i>Ficus cotinifolia</i> H.B.K.	0.0894	11.01	0.9843
<i>Pterocarpus acapulcensis</i> Rose	0.3505	5.50	1.9287
<i>Cedrela mexicana</i> m. Roemer	0.1052	5.50	0.5790
<i>Cocoloba barbadensis</i>	0.0241	5.50	0.1324
	1.6676	220.13	21.1268

Frecuencia absoluta por especie

Especie	No. cuadrantes con la sp.	Total cuadrantes	Frecuencia Absoluta (%)
<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	1	10	10.00
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	7	10	70.00
<i>Sapium macrocarpum</i> Muell. Arg.	2	10	20.00
<i>Comocladia mollissima</i> H.B.K.	1	10	10.00
<i>Bursera simaruba</i>	3	10	30.00
<i>Peltogyne mexicana</i> Martinez	3	10	30.00
<i>Brosimum alicastrum</i>	2	10	20.00
<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	1	10	10.00
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hocotr.	1	10	10.00
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	1	10	10.00
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	2	10	20.00
<i>Plumeria rubra</i> L.	2	10	20.00
<i>Annona globiflora</i> Schl.	2	10	20.00
<i>Ficus cotinifolia</i> H.B.K.	2	10	20.00
<i>Pterocarpus acapulcensis</i> Rose	1	10	10.00
<i>Cedrela mexicana</i> m. Roemer	1	10	10.00
<i>Cocoloba barbadensis</i>	1	10	10.00
			330.00

Densidad Relativa

Especie	No.árboles/ha	No.total de árboles/ha	Densidad Relativa (%)
<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	5.50	220.13	2.50
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	49.53	220.13	22.50
<i>Sapium macrocarpum</i> Muell. Arg.	11.01	220.13	5.00
<i>Comocladia mollissima</i> H.B.K.	5.50	220.13	2.50
<i>Bursera simaruba</i>	16.51	220.13	7.50
<i>Peltogyne mexicana</i> Martinez	27.52	220.13	12.50
<i>Brosimum alicastrum</i>	16.51	220.13	7.50
<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	5.50	220.13	2.50
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hochttr.	5.50	220.13	2.50
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	5.50	220.13	2.50
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	22.01	220.13	10.00
<i>Plumeria rubra</i> L.	11.01	220.13	5.00
<i>Annona globiflora</i> Schl.	11.01	220.13	5.00
<i>Ficus cotinifolia</i> H.B.K.	11.01	220.13	5.00
<i>Pterocarpus acapulcensis</i> Rose	5.50	220.13	2.50
<i>Cedrela mexicana</i> m. Roemer	5.50	220.13	2.50
<i>Cocoloba barbadensis</i>	5.50	220.13	2.50
	220.13		100.00

Dominancia Relativa

Especie	Dominancia de una sp.	Dominancia de todas sp.	Dominancia Relativa (%)
<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	0.2407	21.1268	1.14
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	1.8439	21.1268	8.73
<i>Sapium macrocarpum</i> Muell. Arg.	1.8927	21.1268	8.96
<i>Comocladia mollissima</i> H.B.K.	0.0776	21.1268	0.37
<i>Bursera simaruba</i>	1.8120	21.1268	8.58
<i>Peltogyne mexicana</i> Martinez	5.6839	21.1268	26.90
<i>Brosimum alicastrum</i>	3.4052	21.1268	16.12
<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	0.2811	21.1268	1.33
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hochttr.	0.3245	21.1268	1.54
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	0.3942	21.1268	1.87
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	0.2943	21.1268	1.39
<i>Plumeria rubra</i> L.	0.9843	21.1268	4.66
<i>Annona globiflora</i> Schl.	0.2681	21.1268	1.27
<i>Ficus cotinifolia</i> H.B.K.	0.9843	21.1268	4.66
<i>Pterocarpus acapulcensis</i> Rose	1.9287	21.1268	9.13
<i>Cedrela mexicana</i> m. Roemer	0.5790	21.1268	2.74
<i>Cocoloba barbadensis</i>	0.1324	21.1268	0.63
	21.1268		100.00

Frecuencia Relativa

Especie	Frecuencia de una sp.	Frecuencia de todas las sp.	Frecuencia Relativa (%)
<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	10	330	3.03
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	70	330	21.21
<i>Sapium macrocarpum</i> Muell. Arg.	20	330	6.06
<i>Comocladia mollissima</i> H.B.K.	10	330	3.03
<i>Bursera simaruba</i>	30	330	9.09
<i>Peltogyne mexicana</i> Martinez	30	330	9.09
<i>Brosimum alicastrum</i>	20	330	6.06
<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	10	330	3.03
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hocht.	10	330	3.03
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	10	330	3.03
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	20	330	6.06
<i>Plumeria rubra</i> L.	20	330	6.06
<i>Annona globiflora</i> Schl.	20	330	6.06
<i>Ficus cotinifolia</i> H.B.K.	20	330	6.06
<i>Pterocarpus acapulcensis</i> Rose	10	330	3.03
<i>Cedrela mexicana</i> m. Roemer	10	330	3.03
<i>Cocoloba barbadensis</i>	10	330	3.03
	330		100.00

Valor de Importancia

Especie	Dens Relat (%)	Dom Rel (%)	Frec Rel (%)	V. I.	Calificación
<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	2.50	1.14	3.03	6.67	15
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	22.50	8.73	21.21	52.44	1
<i>Sapium macrocarpum</i> Muell. Arg.	5.00	8.96	6.06	20.02	5
<i>Comocladia mollissima</i> H.B.K.	2.50	0.37	3.03	5.90	17
<i>Bursera simaruba</i>	7.50	8.58	9.09	25.17	4
<i>Peltogyne mexicana</i> Martinez	12.50	26.90	9.09	48.49	2
<i>Brosimum alicastrum</i>	7.50	16.12	6.06	29.68	3
<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	2.50	1.33	3.03	6.86	14
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hocht.	2.50	1.54	3.03	7.07	13
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	2.50	1.87	3.03	7.40	12
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	10.00	1.39	6.06	17.45	6
<i>Plumeria rubra</i> L.	5.00	4.66	6.06	15.72	8
<i>Annona globiflora</i> Schl.	5.00	1.27	6.06	12.33	10
<i>Ficus cotinifolia</i> H.B.K.	5.00	4.66	6.06	15.72	7
<i>Pterocarpus acapulcensis</i> Rose	2.50	9.13	3.03	14.66	9
<i>Cedrela mexicana</i> m. Roemer	2.50	2.74	3.03	8.27	11
<i>Cocoloba barbadensis</i>	2.50	0.63	3.03	6.16	16
	100.00	100.00	100.00	300.00	

Cuadro 5. Información y análisis de los parámetros ecológicos del sitio La Venta-Omitlan.

SITIO No.	CUADRANTE No.	DISTANCIA (m)	ESPECIE	FAMILIA	DN (cm)	Altura (m)
1	1	4.25	<i>Lonchocarpus megalanthus</i> Pitt.	Leguminosae	0.14	6.00
	2	2.30	<i>Bursera grandifolia</i> Engl.	Burseraceae	0.11	5.50
	3	3.85	<i>Ceiba parviflora</i>	Bombacaceae	0.30	10.00
	4	7.90	<i>Bursera excelsa</i> Engl.	Burseraceae	0.12	3.80
2	1	5.56	<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae	0.55	17.00
	2	7.20	<i>Cedrela mexicana</i> m. Roemer	Meliaceae	0.19	10.00
	3	2.55	<i>Sapium macrocarpum</i> Muell. Arg.	Euphorbiaceae	0.10	6.00
	4	2.00	<i>Cedrela mexicana</i> m. Roemer	Meliaceae	0.16	8.00
3	1	4.65	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.17	15.00
	2	2.10	<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbride	Leguminosae	0.22	11.00
	3	4.60	<i>Piptadenia cf. obliqua</i> (Pers.) Macbride	Leguminosae	0.13	10.00
	4	5.50	<i>Bursera excelsa</i> Engl.	Burseraceae	0.14	6.00
4	1	6.80	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.16	13.00
	2	3.70	<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst	Leguminosae	0.28	6.50
	3	1.80	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.21	12.00
	4	3.50	<i>Plumeria rubra</i> L.	Apocynaceae	0.13	6.00
5	1	2.40	<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst	Leguminosae	0.26	7.00
	2	6.00	<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst	Leguminosae	0.23	7.00
	3	3.85	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.31	12.00
	4	8.25	<i>Tabebuia palmeri</i> Rose	Bignoniaceae	0.16	11.00
6	1	5.90	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.25	14.00
	2	5.00	<i>Astronium conzattii</i> Blake	Anacardiaceae	0.15	9.00
	3	1.65	<i>Lonchocarpus megalanthus</i> Pitt.	Leguminosae	0.14	6.00
	4	1.20	<i>Luehea candida</i> Mart.	Tiliaceae	0.19	10.00
7	1	5.10	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.27	11.00
	2	1.30	<i>Acacia gaumeri</i> Blake	Leguminosea	0.10	6.00
	3	3.70	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hocotr.	Tiliaceae	0.20	8.00
	4	5.20	<i>Acacia gaumeri</i> Blake	Leguminosea	0.40	14.00
8	1	3.90	<i>Annona globiflora</i> Schl.	Annonaceae	0.24	7.00
	2	8.60	<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae	0.36	13.00
	3	1.80	<i>Jacaratia mexicana</i> A.DC.	Caricaceae	0.25	8.00
	4	5.00	<i>Jacaratia mexicana</i> A.DC.	Caricaceae	0.46	9.00
9	1	2.80	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.42	13.00
	2	1.40	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Boraginaceae	0.14	5.00
	3	2.10	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	0.10	4.00
	4	2.00	<i>Comocladia mollissima</i> H. B. K.	Anacardiaceae	0.10	7.00
10	1	4.60	<i>Astronium conzattii</i> Blake	Anacardiaceae	0.31	20.00
	2	18.00	<i>Comocladia mollissima</i> H. B. K.	Anacardiaceae	0.11	4.00
	3	8.50	<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae	0.66	25.00
	4	5.00	<i>Acacia gaumeri</i> Blake	Leguminosea	0.25	14.00

Análisis del sitio "LA VENTA-OMITLAN"

Distancia media	4.54
No. total árboles/ha (Densidad absoluta)	485.64

No. de árboles por especie

Especies	Cuadrantes con la especie	No. árboles/ha
<i>Lonchocarpus megalanthus</i> Pitt.	0.050	24.28
<i>Bursera grandifolia</i> Engl.	0.025	12.14
<i>Ceiba parviflora</i>	0.025	12.14
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	0.050	24.28
<i>Brosimum alicastrum</i>	0.075	36.42
<i>Cedrela mexicana</i> m. Roemer	0.050	24.28
<i>Sapium macrocarpum</i> Muell. Arg.	0.025	12.14
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	0.100	48.56
<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbride	0.025	12.14
<i>Piptadenia cf. obliqua</i> (Pers.) Macbride	0.025	12.14
<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst	0.075	36.42
<i>Plumeria rubra</i> L.	0.025	12.14
<i>Tabebuia palmeri</i> Rose	0.025	12.14
<i>Astronium conzattii</i> Blake	0.050	24.28
<i>Luehea candida</i> Mart.	0.025	12.14
<i>Acacia gaumeri</i> Blake	0.050	24.28
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hoottr.	0.025	12.14
<i>Annona globiflora</i> Schl.	0.025	12.14
<i>Jacaratia mexicana</i> A.DC.	0.050	24.28
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	0.025	12.14
<i>Bursera simaruba</i>	0.025	12.14
<i>Comocladia mollissima</i> H. B. K.	0.050	24.28
<i>Amphipterygium adstringens</i> Schide ex Schltldl.	0.025	12.14
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth	0.025	12.14
<i>Platimiscium yucatanun</i> Standl	0.025	12.14
<i>Acacia coulteri</i> Benth	0.025	12.14
	1.000	485.64

Área basal media por especie para los 40 árboles.

Especie	AB total (m ²)	AB media (m ²)
<i>Lonchocarpus megalanthus</i> Pitt.	0.0339	0.0169
<i>Bursera grandifolia</i> Engl.	0.0087	0.0087
<i>Ceiba parviflora</i>	0.0702	0.0702
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	0.0275	0.0137
<i>Brosimum alicastrum</i>	0.6827	0.2276
<i>Cedrela mexicana</i> m. Roemer	0.0478	0.0239
<i>Sapium macrocarpum</i> Muell. Arg.	0.0082	0.0082
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	0.2449	0.0612
<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbride	0.0380	0.0380
<i>Piptadenia cf. obliqua</i> (Pers.) Macbride	0.0141	0.0141
<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst	0.1527	0.0509

<i>Plumeria rubra</i> L.	0.0135	0.0135
<i>Tabebuia palmeri</i> Rose	0.0206	0.0206
<i>Astronium conzattii</i> Blake	0.0927	0.0463
<i>Luehea candida</i> Mart.	0.0287	0.0287
<i>Acacia gaumeri</i> Blake	0.1345	0.0672
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hoottr.	0.0305	0.0305
<i>Annona globiflora</i> Schl.	0.0437	0.0437
<i>Jacaratia mexicana</i> A.DC.	0.2158	0.1079
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	0.0147	0.0147
<i>Bursera simaruba</i>	0.0082	0.0082
<i>Comocladia mollissima</i> H. B. K.	0.0104	0.0104
<i>Amphipterygium adstringens</i> Schide ex Schtdl.	0.0191	0.0191
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth	0.0735	0.0735
<i>Platimiscium yucatanun</i> Standl	0.0590	0.0590
<i>Acacia coulteri</i> Benth	0.0511	0.0511
	2.1444	1.1278

Dominancia Absoluta por especie:

Especie	AB media (m ²)	No. árboles/ha	Dominancia
			Absoluta
<i>Lonchocarpus megalanthus</i> Pitt.	0.0169	24.28	0.4110
<i>Bursera grandifolia</i> Engl.	0.0087	12.14	0.1051
<i>Ceiba parviflora</i>	0.0702	12.14	0.8525
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	0.0137	24.28	0.3335
<i>Brosimum alicastrum</i>	0.2276	36.42	8.2886
<i>Cedrela mexicana</i> m. Roemer	0.0239	24.28	0.5799
<i>Sapium macrocarpum</i> Muell. Arg.	0.0082	12.14	0.0992
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	0.0612	48.56	2.9735
<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbride	0.0380	12.14	0.4615
<i>Piptadenia cf. obliqua</i> (Pers.) Macbride	0.0141	12.14	0.1712
<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst	0.0509	36.42	1.8534
<i>Plumeria rubra</i> L.	0.0135	12.14	0.1636
<i>Tabebuia palmeri</i> Rose	0.0206	12.14	0.2503
<i>Astronium conzattii</i> Blake	0.0463	24.28	1.1250
<i>Luehea candida</i> Mart.	0.0287	12.14	0.3479
<i>Acacia gaumeri</i> Blake	0.0672	24.28	1.6325
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hoottr.	0.0305	12.14	0.3701
<i>Annona globiflora</i> Schl.	0.0437	12.14	0.5311
<i>Jacaratia mexicana</i> A.DC.	0.1079	24.28	2.6203
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	0.0147	12.14	0.1790
<i>Bursera simaruba</i>	0.0082	12.14	0.0992
<i>Comocladia mollissima</i> H. B. K.	0.0104	24.28	0.2522
<i>Amphipterygium adstringens</i> Schide ex Schtdl.	0.0191	12.14	0.2314
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth	0.0735	12.14	0.8929
<i>Platimiscium yucatanun</i> Standl	0.0590	12.14	0.7159
<i>Acacia coulteri</i> Benth	0.0511	12.14	0.6201
	1.1278	485.64	26.1610

Frecuencia absoluta por especie

Especie	No. cuadrante con la especie	Total de cuadrantes	Frecuencia Absoluta (%)
<i>Lonchocarpus megalanthus</i> Pitt.	2	10	20
<i>Bursera grandifolia</i> Engl.	1	10	10
<i>Ceiba parviflora</i>	1	10	10
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	2	10	20
<i>Brosimum alicastrum</i>	3	10	30
<i>Cedrela mexicana m.</i> Roemer	1	10	10
<i>Sapium macrocarpum</i> Muell. Arg.	1	10	10
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	4	10	40
<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbride	1	10	10
<i>Piptadenia cf. obliqua</i> (Pers.) Macbride	1	10	10
<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst	2	10	20
<i>Plumeria rubra</i> L.	1	10	10
<i>Tabebuia palmeri</i> Rose	1	10	10
<i>Astronium conzattii</i> Blake	2	10	20
<i>Luehea candida</i> Mart.	1	10	10
<i>Acacia gaumeri</i> Blake	1	10	10
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hoottr.	1	10	10
<i>Annona globiflora</i> Schl.	1	10	10
<i>Jacaratia mexicana</i> A.DC.	1	10	10
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	1	10	10
<i>Bursera simaruba</i>	1	10	10
<i>Comocladia mollissima</i> H. B. K.	2	10	20
<i>Amphipterygium adstringens</i> Schide ex Schtdl.	1	10	10
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth	1	10	10
<i>Platimiscium yucatanun</i> Standl	1	10	10
<i>Acacia coulteri</i> Benth	1	10	10
			360

Densidad Relativa

Especie	No. árboles/ha	No. total de árboles/ha	Densidad Relativa (%)
<i>Lonchocarpus megalanthus</i> Pitt.	24.28	485.64	5.00
<i>Bursera grandifolia</i> Engl.	12.14	485.64	2.50
<i>Ceiba parviflora</i>	12.14	485.64	2.50
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	24.28	485.64	5.00
<i>Brosimum alicastrum</i>	36.42	485.64	7.50
<i>Cedrela mexicana m.</i> Roemer	24.28	485.64	5.00
<i>Sapium macrocarpum</i> Muell. Arg.	12.14	485.64	2.50
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	48.56	485.64	10.00
<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbride	12.14	485.64	2.50
<i>Piptadenia cf. obliqua</i> (Pers.) Macbride	12.14	485.64	2.50
<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst	36.42	485.64	7.50
<i>Plumeria rubra</i> L.	12.14	485.64	2.50
<i>Tabebuia palmeri</i> Rose	12.14	485.64	2.50
<i>Astronium conzattii</i> Blake	24.28	485.64	5.00
<i>Luehea candida</i> Mart.	12.14	485.64	2.50

<i>Acacia gaumeri</i> Blake	24.28	485.64	5.00
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hocht.	12.14	485.64	2.50
<i>Annona globiflora</i> Schl.	12.14	485.64	2.50
<i>Jacaratia mexicana</i> A.DC.	24.28	485.64	5.00
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	12.14	485.64	2.50
<i>Bursera simaruba</i>	12.14	485.64	2.50
<i>Comocladia mollissima</i> H. B. K.	24.28	485.64	5.00
<i>Amphipterygium adstringens</i> Schide ex Schtdl.	12.14	485.64	2.50
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth	12.14	485.64	2.50
<i>Platimiscium yucatanun</i> Standl	12.14	485.64	2.50
<i>Acacia coulteri</i> Benth	12.14	485.64	2.50
	485.64		100.00

Dominancia Relativa

Especie	Dominancia de una especie	Dominancia todas las sp.	Dominancia Relativa (%)
<i>Lonchocarpus megalanthus</i> Pitt.	0.4110	26.16	1.57
<i>Bursera grandifolia</i> Engl.	0.1051	26.16	0.40
<i>Ceiba parviflora</i>	0.8525	26.16	3.26
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	0.3335	26.16	1.27
<i>Brosimum alicastrum</i>	8.2886	26.16	31.68
<i>Cedrela mexicana</i> m. Roemer	0.5799	26.16	2.22
<i>Sapium macrocarpum</i> Muell. Arg.	0.0992	26.16	0.38
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	2.9735	26.16	11.37
<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbride	0.4615	26.16	1.76
<i>Piptadenia cf. obliqua</i> (Pers.) Macbride	0.1712	26.16	0.65
<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst	1.8534	26.16	7.08
<i>Plumeria rubra</i> L.	0.1636	26.16	0.63
<i>Tabebuia palmeri</i> Rose	0.2503	26.16	0.96
<i>Astronium conzattii</i> Blake	1.1250	26.16	4.30
<i>Luehea candida</i> Mart.	0.3479	26.16	1.33
<i>Acacia gaumeri</i> Blake	1.6325	26.16	6.24
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hocht.	0.3701	26.16	1.41
<i>Annona globiflora</i> Schl.	0.5311	26.16	2.03
<i>Jacaratia mexicana</i> A.DC.	2.6203	26.16	10.02
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	0.1790	26.16	0.68
<i>Bursera simaruba</i>	0.0992	26.16	0.38
<i>Comocladia mollissima</i> H. B. K.	0.2522	26.16	0.96
<i>Amphipterygium adstringens</i> Schide ex Schtdl.	0.2314	26.16	0.88
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth	0.8929	26.16	3.41
<i>Platimiscium yucatanun</i> Standl	0.7159	26.16	2.74
<i>Acacia coulteri</i> Benth	0.6201	26.16	2.37
			100.00

26.16

Frecuencia Relativa

Especie	Frecuencia de una especie	Frecuencia de todas las sp.	Frecuencia Relativa (%)
<i>Lonchocarpus megalanthus</i> Pitt.	20	360	5.56
<i>Bursera grandifolia</i> Engl.	10	360	2.78
<i>Ceiba parviflora</i>	10	360	2.78
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	20	360	5.56
<i>Brosimum alicastrum</i>	30	360	8.33
<i>Cedrela mexicana</i> m. Roemer	10	360	2.78
<i>Sapium macrocarpum</i> Muell. Arg.	10	360	2.78
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	40	360	11.11
<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbride	10	360	2.78
<i>Piptadenia cf. obliqua</i> (Pers.) Macbride	10	360	2.78
<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst	20	360	5.56
<i>Plumeria rubra</i> L.	10	360	2.78
<i>Tabebuia palmeri</i> Rose	10	360	2.78
<i>Astronium conzattii</i> Blake	20	360	5.56
<i>Luehea candida</i> Mart.	10	360	2.78
<i>Acacia gaumeri</i> Blake	10	360	2.78
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hocrtr.	10	360	2.78
<i>Annona globiflora</i> Schl.	10	360	2.78
<i>Jacaratia mexicana</i> A.DC.	10	360	2.78
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	10	360	2.78
<i>Bursera simaruba</i>	10	360	2.78
<i>Comocladia mollissima</i> H. B. K.	20	360	5.56
<i>Amphipterygium adstringens</i> Schide ex Schltdl.	10	360	2.78
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth	10	360	2.78
<i>Platimiscium yucatanun</i> Standl	10	360	2.78
<i>Acacia coulteri</i> Benth	10	360	2.78
	360		100.00

Valor de Importancia

Especie	Dens Relat (%)	Dom Rel (%)	Frec Rel (%)	V. I.	Calificación
<i>Lonchocarpus megalanthus</i> Pitt.	5.00	1.57	5.56	12.13	7
<i>Bursera grandifolia</i> Engl.	2.50	0.40	2.78	5.68	24
<i>Ceiba parviflora</i>	2.50	3.26	2.78	8.54	12
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	5.00	1.27	5.56	11.83	8
<i>Brosimum alicastrum</i>	7.50	31.68	8.33	47.52	1
<i>Cedrela mexicana</i> m. Roemer	5.00	2.22	2.78	9.99	10
<i>Sapium macrocarpum</i> Muell. Arg.	2.50	0.38	2.78	5.66	25
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	10.00	11.37	11.11	32.48	2
<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbride	2.50	1.76	2.78	7.04	16
<i>Piptadenia cf. obliqua</i> (Pers.) Macbride	2.50	0.65	2.78	5.93	22
<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst	7.50	7.08	5.56	20.14	3
<i>Plumeria rubra</i> L.	2.50	0.63	2.78	5.90	23
<i>Tabebuia palmeri</i> Rose	2.50	0.96	2.78	6.23	19
<i>Astronium conzattii</i> Blake	5.00	4.30	5.56	14.86	5
<i>Luehea candida</i> Mart.	2.50	1.33	2.78	6.61	18

<i>Acacia gaumeri</i> Blake	5.00	6.24	2.78	14.02	6
<i>Helicarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hochttr.	2.50	1.41	2.78	6.69	17
<i>Annona globiflora</i> Schl.	2.50	2.03	2.78	7.31	15
<i>Jacaratia mexicana</i> A.DC.	5.00	10.02	2.78	17.79	4
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	2.50	0.68	2.78	5.96	21
<i>Bursera simaruba</i>	2.50	0.38	2.78	5.66	25
<i>Comocladia mollissima</i> H. B. K.	5.00	0.96	5.56	11.52	9
<i>Amphipterygium adstringens</i> schide ex Schltld.	2.50	0.88	2.78	6.16	20
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth	2.50	3.41	2.78	8.69	11
<i>Platimiscium yucatanun</i> Standl	2.50	2.74	2.78	8.01	13
<i>Acacia coulteri</i> Benth	2.50	2.37	2.78	7.65	14
	100.00	100.00	100.00	300.00	

Cuadro 6. Información y análisis de los parámetros ecológicos del sitio El Rincón de la Vía”.

SITIO No.	CUADRANTE No.	DISTANCIA (m)	ESPECIE	FAMILIA	DN (cm)	Altura (m)
1	1	2.10	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	0.23	4.00
	2	14.00	<i>Sapium macrocarpum</i> Muell. Arg.	Euphorbiaceae	0.22	8.00
	3	2.50	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hocotr.	Tiliaceae	0.16	5.00
	4	2.50	<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	Meliaceae	0.10	4.20
2	1	1.50	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	0.25	8.00
	2	4.30	<i>Leucaena lanceolata</i> S. Wats.	Leguminosae	0.19	10.00
	3	3.00	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Cochlospermaceae	0.27	12.00
	4	4.00	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.41	12.00
3	1	2.20	<i>Bursera excelsa</i> Engl.	Burseraceae	0.14	3.00
	2	3.50	<i>Leucaena lanceolata</i> S. Wats.	Leguminosae	0.10	11.00
	3	2.30	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.10	4.50
	4	7.00	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.38	14.00
4	1	3.00	<i>Bursera excelsa</i> Engl.	Burseraceae	0.17	3.00
	2	7.00	<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	Burseraceae	0.28	8.00
	3	2.30	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hocotr.	Tiliaceae	0.11	5.00
	4	12.00	<i>Astronium konzattii</i> Blake	Anacardiaceae	0.33	16.00
5	1	6.00	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.19	7.00
	2	20.00	<i>Astronium konzattii</i> Blake	Anacardiaceae	0.35	12.00
	3	9.00	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.35	10.00
	4	3.50	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	0.32	6.00
6	1	3.20	<i>Trichilia hirta</i>	Meliaceae	0.27	12.00
	2	8.00	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	0.11	3.00
	3	4.50	<i>Astronium konzattii</i> Blake	Anacardiaceae	0.40	12.00
	4	11.00	<i>Aspidosperma megalocarpon</i> Muell Arg.	Apocynaceae	0.20	10.00
7	1	4.30	<i>Sapium macrocarpum</i> Muell. Arg.	Euphorbiaceae	0.43	9.00
	2	6.00	<i>Plumeria rubra</i> L.	Apocynaceae	0.30	12.00
	3	6.20	<i>Erythrina cf. mexicana</i>	Leguminosae	0.22	5.00
	4	4.50	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.56	14.00
8	1	3.00	<i>Diospyros</i> sp.	Ebenaceae	0.13	8.00
	2	5.00	<i>Thovinia acuminata</i> S. Wats.	Sapindaceae	0.11	4.00
	3	4.00	<i>Astronium konzattii</i> Blake	Anacardiaceae	0.41	14.00
	4	2.20	<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm	Simarubaceae	0.27	14.00
9	1	4.60	<i>Aspidosperma megalocarpon</i> Muell Arg.	Apocynaceae	0.15	5.00
	2	4.50	<i>Sapium macrocarpum</i> Muell. Arg.	Euphorbiaceae	0.23	3.50
	3	6.00	<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britton & Rose	Bombacaceae	0.13	5.00
	4	4.00	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.26	7.00
10	1	0.50	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	0.38	6.00
	2	0.80	<i>Bursera excelsa</i> Engl.	Burseraceae	0.14	4.00
	3	3.50	<i>Ficus cotinifolia</i> H.B.K.	Moraceae	0.50	12.00
	4	6.90	<i>Jacaratia mexicana</i> A.DC.	Caricaceae	0.45	11.00

Análisis del sitio "EL RINCON DE LA VIA"

Distancia media	5.11
No. árboles/ha (Densidad absoluta)	382.96

No. de árboles por especie

Especies	Cuadrantes con la especie	No. árboles/ha
<i>Pseudobambax ellipticum</i>	0.100	38.30
<i>Sapium macracarpum</i> Muell. Arg.	0.075	28.72
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hocht.	0.050	19.15
<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	0.025	9.57
<i>Leucaena lanceolata</i> S. Wats.	0.050	19.15
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	0.025	9.57
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	0.175	67.02
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	0.075	28.72
<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	0.025	9.57
<i>Astronium conzattii</i> Blake	0.100	38.30
<i>Bursera simaruba</i>	0.025	9.57
<i>Trichilia hirta</i>	0.025	9.57
<i>Aspidosperma megalocarpum</i> Muell. Arg.	0.050	19.15
<i>Plumeria rubra</i> L.	0.025	9.57
<i>Diospyros</i> sp.	0.025	9.57
<i>Thovinia acuminata</i> S. Wats.	0.025	9.57
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm	0.025	9.57
<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britton & Rose	0.025	9.57
<i>Ficus cotinifolia</i> H.B.K.	0.025	9.57
<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	0.025	9.57
<i>Erythrina cf. mexicana</i>	0.025	9.57
	1.000	382.96

Área basal media por especie para los 40 árboles

Especies	AB total (m²)	AB media (m²)
<i>Pseudobambax ellipticum</i>	0.2098	0.0524
<i>Sapium macracarpum</i> Muell. Arg.	0.2258	0.0753
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hocht.	0.0288	0.0144
<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	0.0082	0.0082
<i>Leucaena lanceolata</i> S. Wats.	0.0368	0.0184
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	0.0577	0.0577
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	0.6737	0.0962
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	0.0524	0.0175
<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	0.0603	0.0603
<i>Astronium conzattii</i> Blake	0.4383	0.1096
<i>Bursera simaruba</i>	0.0794	0.0794
<i>Trichilia hirta</i>	0.0577	0.0577
<i>Aspidosperma megalocarpum</i> Muell. Arg.	0.0472	0.0236
<i>Plumeria rubra</i> L.	0.0688	0.0688
<i>Diospyros</i> sp.	0.0141	0.0141
<i>Thovinia acuminata</i> S. Wats.	0.0104	0.0104

<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm	0.0590	0.0590
<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britton & Rose	0.0127	0.0127
<i>Ficus cotinifolia</i> H.B.K.	0.1964	0.1964
<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	0.1562	0.1562
<i>Erythrina cf. mexicana</i>	0.0366	0.0366
	2.5302	1.2248

Dominancia Absoluta por especie es:

Especie	AB media (m ²)	No. árboles/ha	Dominancia Absoluta
<i>Pseudobambax ellipticum</i>	0.0524	38.30	2.0082
<i>Sapium macracarpum</i> Muell. Arg.	0.0753	28.72	2.1621
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hocht.	0.0144	19.15	0.2754
<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	0.0082	9.57	0.0782
<i>Leucaena lanceolata</i> S. Wats.	0.0184	19.15	0.3526
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	0.0577	9.57	0.5522
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	0.0962	67.02	6.4500
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	0.0175	28.72	0.5021
<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	0.0603	9.57	0.5770
<i>Astronium conzattii</i> Blake	0.1096	38.30	4.1967
<i>Bursera simaruba</i>	0.0794	9.57	0.7604
<i>Trichilia hirta</i>	0.0577	9.57	0.5522
<i>Aspidosperma megalocarpum</i> Muell. Arg.	0.0236	19.15	0.4521
<i>Plumeria rubra</i> L.	0.0688	9.57	0.6588
<i>Diospyros</i> sp.	0.0141	9.57	0.1350
<i>Thovinia acuminata</i> S. Wats.	0.0104	9.57	0.0994
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm	0.0590	9.57	0.5645
<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britton & Rose	0.0127	9.57	0.1213
<i>Ficus cotinifolia</i> H.B.K.	0.1964	9.57	1.8799
<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	0.1562	9.57	1.4957
<i>Erythrina cf. mexicana</i>	0.0366	9.57	0.3508
	1.2248	382.96	24.2248

Frecuencia absoluta por especie:

Especie	Cuadrantes con la especie	Total de cuadrantes	Frecuencia Absoluta (%)
<i>Pseudobambax ellipticum</i>	4	10	40
<i>Sapium macracarpum</i> Muell. Arg.	3	10	30
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hocht.	2	10	20
<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	1	10	10
<i>Leucaena lanceolata</i> S. Wats.	2	10	20
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	1	10	10
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	5	10	50
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	3	10	30
<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	1	10	10
<i>Astronium conzattii</i> Blake	4	10	40
<i>Bursera simaruba</i>	1	10	10
<i>Trichilia hirta</i>	1	10	10
<i>Aspidosperma megalocarpum</i> Muell. Arg.	2	10	20

<i>Plumeria rubra</i> L.	1	10	10
<i>Diospyros</i> sp.	1	10	10
<i>Thovinia acuminata</i> S. Wats.	1	10	10
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm	1	10	10
<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britton & Rose	1	10	10
<i>Ficus cotinifolia</i> H.B.K.	1	10	10
<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	1	10	10
<i>Erythrina cf. mexicana</i>	1	10	10
			380

Densidad Relativa

Especie	No. árboles/ha	No. total de árboles/ha	Densidad Relativa (%)
<i>Pseudobambax ellipticum</i>	38.30	382.96	10.00
<i>Sapium macracarpum</i> Muell. Arg.	28.72	382.96	7.50
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hocrr.	19.15	382.96	5.00
<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	9.57	382.96	2.50
<i>Leucaena lanceolata</i> S. Wats.	19.15	382.96	5.00
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	9.57	382.96	2.50
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	67.02	382.96	17.50
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	28.72	382.96	7.50
<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	9.57	382.96	2.50
<i>Astronium conzattii</i> Blake	38.30	382.96	10.00
<i>Bursera simaruba</i>	9.57	382.96	2.50
<i>Trichilia hirta</i>	9.57	382.96	2.50
<i>Aspidosperma megalocarpum</i> Muell. Arg.	19.15	382.96	5.00
<i>Plumeria rubra</i> L.	9.57	382.96	2.50
<i>Diospyros</i> sp.	9.57	382.96	2.50
<i>Thovinia acuminata</i> S. Wats.	9.57	382.96	2.50
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm	9.57	382.96	2.50
<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britton & Rose	9.57	382.96	2.50
<i>Ficus cotinifolia</i> H.B.K.	9.57	382.96	2.50
<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	9.57	382.96	2.50
<i>Erythrina cf. mexicana</i>	9.57	382.96	2.50
	382.96		100.00

Dominancia Relativa

Especie	Dominancia de una especie	Dominancia de todas las sp	Dominancia Relativa (%)
<i>Pseudobambax ellipticum</i>	2.0082	24.2248	8.29
<i>Sapium macracarpum</i> Muell. Arg.	2.1621	24.2248	8.93
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hocrr.	0.2754	24.2248	1.14
<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	0.0782	24.2248	0.32
<i>Leucaena lanceolata</i> S. Wats.	0.3526	24.2248	1.46
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	0.5522	24.2248	2.28
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	6.4500	24.2248	26.63
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	0.5021	24.2248	2.07
<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	0.5770	24.2248	2.38
<i>Astronium conzattii</i> Blake	4.1967	24.2248	17.32

<i>Bursera simaruba</i>	0.7604	24.2248	3.14
<i>Trichilia hirta</i>	0.5522	24.2248	2.28
<i>Aspidosperma megalocarpum</i> Muell. Arg.	0.4521	24.2248	1.87
<i>Plumeria rubra</i> L.	0.6588	24.2248	2.72
<i>Diospyros</i> sp.	0.1350	24.2248	0.56
<i>Thovinia acuminata</i> S. Wats.	0.0994	24.2248	0.41
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm	0.5645	24.2248	2.33
<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britton & Rose	0.1213	24.2248	0.50
<i>Ficus cotinifolia</i> H.B.K.	1.8799	24.2248	7.76
<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	1.4957	24.2248	6.17
<i>Erythrina cf. mexicana</i>	0.3508	24.2248	1.45
	24.2248		100.00

Frecuencia Relativa

Especie	Frecuencia de una sp.	Frecuencia De todas sp	Frecuencia Relativa (%)
<i>Pseudobambax ellipticum</i>	40	380	10.53
<i>Sapium macracarpum</i> Muell. Arg.	30	380	7.89
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hocht.	20	380	5.26
<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	10	380	2.63
<i>Leucaena lanceolata</i> S. Wats.	20	380	5.26
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	10	380	2.63
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	50	380	13.16
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	30	380	7.89
<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	10	380	2.63
<i>Astronium conzattii</i> Blake	40	380	10.53
<i>Bursera simaruba</i>	10	380	2.63
<i>Trichilia hirta</i>	10	380	2.63
<i>Aspidosperma megalocarpum</i> Muell. Arg.	20	380	5.26
<i>Plumeria rubra</i> L.	10	380	2.63
<i>Diospyros</i> sp.	10	380	2.63
<i>Thovinia acuminata</i> S. Wats.	10	380	2.63
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm	10	380	2.63
<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britton & Rose	10	380	2.63
<i>Ficus cotinifolia</i> H.B.K.	10	380	2.63
<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	10	380	2.63
<i>Erythrina cf. mexicana</i>	10	380	2.63
	380		100.00

Valor de Importancia

Especie	Dens Relat (%)	Dom Rel (%)	Frec Rel (%)	V. I.	Calificación
<i>Pseudobambax ellipticum</i>	10.00	8.29	10.53	28.82	3
<i>Sapium macracarpum</i> Muell. Arg.	7.50	8.93	7.89	24.32	4
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hocht.	5.00	1.14	5.26	11.40	9
<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	2.50	0.32	2.63	5.45	20
<i>Leucaena lanceolata</i> S. Wats.	5.00	1.46	5.26	11.72	8
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	2.50	2.28	2.63	7.41	15
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	17.50	26.63	13.16	57.28	1

<i>Bursera excelsa</i> Engl.	7.50	2.07	7.89	17.47	5
<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	2.50	2.38	2.63	7.51	13
<i>Astronium conzattii</i> Blake	10.00	17.32	10.53	37.85	2
<i>Bursera simaruba</i>	2.50	3.14	2.63	8.27	12
<i>Trichilia hirta</i>	2.50	2.28	2.63	7.41	15
<i>Aspidosperma megalocarpum</i> Muell. Arg.	5.00	1.87	5.26	12.13	7
<i>Plumeria rubra</i> L.	2.50	2.72	2.63	7.85	11
<i>Diospyros</i> sp.	2.50	0.56	2.63	5.69	17
<i>Thovinia acuminata</i> S. Wats.	2.50	0.41	2.63	5.54	19
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm	2.50	2.33	2.63	7.46	14
<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britton & Rose	2.50	0.50	2.63	5.63	18
<i>Ficus cotinifolia</i> H.B.K.	2.50	7.76	2.63	12.89	6
<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	2.50	6.17	2.63	11.31	10
<i>Erythrina cf. mexicana</i>	2.50	1.45	2.63	6.58	16
	100.00	100.00	100.00	300.00	

Cuadro 7. Información y análisis de los parámetros ecológicos del sitio Acahuizotla.

SITIO No.	CUADRANTE No.	DIST (m)	ESPECIE	FAMILIA	DN (cm)	Altura (m)
1	1	2.00	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	0.24	3.00
	2	0.90	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.15	6.00
	3	5.50	<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth.	Leguminosae	0.21	5.00
	4	2.80	<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	Burseraceae	0.12	4.00
2	1	21.00	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Cochlospermaceae	0.26	6.00
	2	1.20	<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	Burseraceae	0.25	6.00
	3	7.50	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Cochlospermaceae	0.32	9.00
	4	2.40	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	0.12	3.00
3	1	4.60	<i>Leucaena esculenta</i> Benth.	Leguminosae	0.12	6.00
	2	3.20	<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	Meliaceae	0.22	5.00
	3	3.40	<i>Leucaena esculenta</i> Benth.	Leguminosae	0.17	4.00
	4	3.30	<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbride	Leguminosae	0.25	7.00
4	1	3.50	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	0.17	3.50
	2	1.00	<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst	Leguminosae	0.25	5.50
	3	4.70	<i>Hauya elegans</i> DC.	Onagraceae	0.23	7.00
	4	3.50	<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	Burseraceae	0.13	5.00
5	1	5.00	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	0.27	4.50
	2	0.60	<i>Bursera excelsa</i> Engl.	Burseraceae	0.17	4.00
	3	3.00	<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	Leguminosae	0.10	6.00
	4	3.20	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae	0.15	3.50
6	1	5.90	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	0.24	5.60
	2	5.80	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	0.22	4.50
	3	1.00	<i>Bursera excelsa</i> Engl.	Burseraceae	0.12	3.50
	4	4.20	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.19	7.00
7	1	3.00	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	0.54	4.50
	2	4.50	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	0.14	3.00
	3	1.60	<i>Bursera excelsa</i> Engl.	Burseraceae	0.15	4.50
	4	2.50	<i>Annona globiflora</i> Schl.	Annonaceae	0.27	5.00
8	1	1.00	<i>Dipholis cf. salicifolia</i> (L.) A.Dl.	Sapotaceae	0.14	4.00
	2	1.80	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	0.30	8.00
	3	1.50	<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	Burseraceae	0.26	8.00
	4	3.00	<i>Leucaena lanceolata</i> S. Wats.	Leguminosae	0.14	7.00
9	1	12.00	<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbride	Leguminosae	0.11	10.00
	2	3.00	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	0.35	7.00
	3	3.60	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hoottr.	Tiliaceae	0.12	4.50
	4	2.50	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae	0.12	3.00
10	1	2.80	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	0.17	3.00
	2	4.10	<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbride	Leguminosae	0.12	4.50
	3	4.50	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.18	8.50
	4	2.60	<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	Leguminosae	0.13	7.00

Análisis del sitio "ACAHUIZOTLA"

Distancia media (m)	3.83
No. árboles/ha (Densidad absoluta)	681.71

No. de árboles por especie

Especies	Cuadrantes con la especie	No. árboles/ha
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	0.225	153.39
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	0.100	68.17
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth.	0.025	17.04
<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	0.100	68.17
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	0.050	34.09
<i>Leucaena esculenta</i> Benth.	0.050	34.09
<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	0.025	17.04
<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbride	0.075	51.13
<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst	0.025	17.04
<i>Hauya elegans</i> DC.	0.025	17.04
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	0.075	51.13
<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	0.025	17.04
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	0.050	34.09
<i>Annona globiflora</i> Schl.	0.025	17.04
<i>Dipholis cf. Salicifolia</i> (L.) A. DI.	0.025	17.04
<i>Bursera simaruba</i>	0.050	34.09
<i>Leucaena lanceolata</i> S. Wats.	0.025	17.04
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hochttr.	0.025	17.04
	1.000	681.71

Área basal media por especie para los 40 árboles

Especies	AB total (m²)	AB media (m²)
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	0.4825	0.0536
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	0.0875	0.0219
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth.	0.0346	0.0346
<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	0.1278	0.0319
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	0.1317	0.0659
<i>Leucaena esculenta</i> Benth.	0.0353	0.0177
<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	0.0391	0.0391
<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbride	0.0696	0.0232
<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst	0.0511	0.0511
<i>Hauya elegans</i> DC.	0.0423	0.0423
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	0.0516	0.0172
<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	0.0082	0.0082
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	0.0299	0.0149
<i>Annona globiflora</i> Schl.	0.0577	0.0577
<i>Dipholis cf. Salicifolia</i> (L.) A. DI.	0.0154	0.0154
<i>Bursera simaruba</i>	0.1650	0.0825
<i>Leucaena lanceolata</i> S. Wats.	0.0161	0.0161
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hochttr.	0.0121	0.0121
	1.4574	0.6052

Dominancia Absoluta por especie:

Especie	AB media (m ²)	No.árboles/ha	Domin Absoluta
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	0.0536	153.39	8.2238
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	0.0219	68.17	1.4911
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth.	0.0346	17.04	0.5903
<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	0.0319	68.17	2.1779
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	0.0659	34.09	2.2446
<i>Leucaena esculenta</i> Benth.	0.0177	34.09	0.6018
<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	0.0391	17.04	0.6656
<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbride	0.0232	51.13	1.1863
<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst	0.0511	17.04	0.8704
<i>Hauya elegans</i> DC.	0.0423	17.04	0.7205
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	0.0172	51.13	0.8795
<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	0.0082	17.04	0.1393
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	0.0149	34.09	0.5093
<i>Annona globiflora</i> Schl.	0.0577	17.04	0.9830
<i>Dipholis cf. Salicifolia</i> (L.) A. DI.	0.0154	17.04	0.2624
<i>Bursera simaruba</i>	0.0825	34.09	2.8125
<i>Leucaena lanceolata</i> S. Wats.	0.0161	17.04	0.2737
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hochttr.	0.0121	17.04	0.2058
	0.6052	681.71	24.8377

Frecuencia absoluta por especie:

Especie	Cuadrantes con la especie	Total de cuadrantes	Frecuencia Absoluta (%)
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	7	10	70
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	3	10	30
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth.	1	10	10
<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	4	10	40
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	1	10	10
<i>Leucaena esculenta</i> Benth.	1	10	10
<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	1	10	10
<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbride	3	10	30
<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst	1	10	10
<i>Hauya elegans</i> DC.	1	10	10
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	3	10	30
<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	1	10	10
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	2	10	20
<i>Annona globiflora</i> Schl.	1	10	10
<i>Dipholis cf. Salicifolia</i> (L.) A. DI.	1	10	10
<i>Bursera simaruba</i>	2	10	20
<i>Leucaena lanceolata</i> S. Wats.	1	10	10
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hochttr.	1	10	10
			350

Densidad Relativa

Especie	No. árboles/ha	No. total de árboles/ha	Densidad Relativa (%)
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	153.39	681.71	22.50
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	68.17	681.71	10.00
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth.	17.04	681.71	2.50
<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	68.17	681.71	10.00
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	34.09	681.71	5.00
<i>Leucaena esculenta</i> Benth.	34.09	681.71	5.00
<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	17.04	681.71	2.50
<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbride	51.13	681.71	7.50
<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst	17.04	681.71	2.50
<i>Hauya elegans</i> DC.	17.04	681.71	2.50
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	51.13	681.71	7.50
<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	17.04	681.71	2.50
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	34.09	681.71	5.00
<i>Annona globiflora</i> Schl.	17.04	681.71	2.50
<i>Dipholis cf. Salicifolia</i> (L.) A. DI.	17.04	681.71	2.50
<i>Bursera simaruba</i>	34.09	681.71	5.00
<i>Leucaena lanceolata</i> S. Wats.	17.04	681.71	2.50
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hoottr.	17.04	681.71	2.50
	681.71		100.00

Dominancia Relativa

Especie	Dominancia de una especie	Dominancia de todas las sp.	Dominancia Relativa (%)
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	8.2238	24.8377	33.11
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	1.4911	24.8377	6.00
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth.	0.5903	24.8377	2.38
<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	2.1779	24.8377	8.77
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	2.2446	24.8377	9.04
<i>Leucaena esculenta</i> Benth.	0.6018	24.8377	2.42
<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	0.6656	24.8377	2.68
<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbride	1.1863	24.8377	4.78
<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst	0.8704	24.8377	3.50
<i>Hauya elegans</i> DC.	0.7205	24.8377	2.90
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	0.8795	24.8377	3.54
<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	0.1393	24.8377	0.56
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	0.5093	24.8377	2.05
<i>Annona globiflora</i> Schl.	0.9830	24.8377	3.96
<i>Dipholis cf. Salicifolia</i> (L.) A. DI.	0.2624	24.8377	1.06
<i>Bursera simaruba</i>	2.8125	24.8377	11.32
<i>Leucaena lanceolata</i> S. Wats.	0.2737	24.8377	1.10
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hoottr.	0.2058	24.8377	0.83
	24.8377		100.00

Frecuencia Relativa

Especie	Frecuencia de una especie	Frecuencia de todas las sp.	Frecuencia Relativa (%)
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	70	350	20.00
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	30	350	8.57
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth.	10	350	2.86
<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	40	350	11.43
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	10	350	2.86
<i>Leucaena esculenta</i> Benth.	10	350	2.86
<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	10	350	2.86
<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbride	30	350	8.57
<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst	10	350	2.86
<i>Hauya elegans</i> DC.	10	350	2.86
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	30	350	8.57
<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	10	350	2.86
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	20	350	5.71
<i>Annona globiflora</i> Schl.	10	350	2.86
<i>Dipholis cf. Salicifolia</i> (L.) A. DI.	10	350	2.86
<i>Bursera simaruba</i>	20	350	5.71
<i>Leucaena lanceolata</i> S. Wats.	10	350	2.86
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hocht.	10	350	2.86
	350		100.00

Valor de Importancia

Especie	Dens Relat (%)	Dom Rel (%)	Frec Rel (%)	V. I.	Calificación
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	22.50	33.11	20.00	75.61	1
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	10.00	6.00	8.57	24.57	3
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth.	2.50	2.38	2.86	7.73	14
<i>Bursera discolor</i> Rzedowski	10.00	8.77	11.43	30.20	2
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	5.00	9.04	2.86	16.89	7
<i>Leucaena esculenta</i> Benth.	5.00	2.42	2.86	10.28	9
<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	2.50	2.68	2.86	8.04	13
<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbride	7.50	4.78	8.57	20.85	5
<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst	2.50	3.50	2.86	8.86	11
<i>Hauya elegans</i> DC.	2.50	2.90	2.86	8.26	12
<i>Bursera excelsa</i> Engl.	7.50	3.54	8.57	19.61	6
<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	2.50	0.56	2.86	5.92	18
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	5.00	2.05	5.71	12.76	8
<i>Annona globiflora</i> Schl.	2.50	3.96	2.86	9.32	10
<i>Dipholis cf. Salicifolia</i> (L.) A. DI.	2.50	1.06	2.86	6.41	16
<i>Bursera simaruba</i>	5.00	11.32	5.71	22.04	4
<i>Leucaena lanceolata</i> S. Wats.	2.50	1.10	2.86	6.46	15
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hocht.	2.50	0.83	2.86	6.19	17
	100.00	100.00	100.00	300.00	