

00381



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

4  
zej.

**DETERMINACION DE LA PRODUCTIVIDAD, COMPOSICION  
Y ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES ARBOREAS  
DEL ESTADO DE MORELOS EN BASE A UNIDADES  
ECOLOGICAS.**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:  
**DOCTOR EN CIENCIAS (BIOLOGIA)**  
**P R E S E N T A :**  
**JOSE CONCEPCION BOYAS DELGADO**

Director de Tesis: Dr. Carlos Rodríguez Franco

1992



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## CONTENIDO

	PAG.
LISTA DE CUADROS.-----	v
LISTA DE FIGURAS Y MAPAS.-----	vi
RESUMEN.-----	vii
SUMMARY.-----	viii
1. INTRODUCCION.-----	1
2. OBJETIVOS Y SUPUESTOS.-----	5
2.1. Regionalización ecológica.-----	5
2.2. Estimación de la productividad forestal de las UE mas importantes con selva baja caducifolia.-----	5
3. REVISION DE LITERATURA.-----	7
3.1. Sistemas de clasificación de tierras.-----	7
3.2. Estimación de la productividad a partir de unidades ecológicas.-----	10
3.3. Evaluación de la productividad a partir de las variables del sitio.-----	14
3.4. Estimación de la productividad a partir de las variables del rodal.-----	17
3.5. Conceptos relativos a estructura vegetacional.-----	19
4. DESCRIPCION DEL MEDIO FISICO Y BIOTICO DEL ESTADO DE MORELOS.-----	23
4.1. Localización geográfica.-----	23
4.2. Fisiografía.-----	23
4.3. Geología.-----	24
4.4. Suelos.-----	25
4.5. Clima.-----	28
4.6. Hidrología.-----	28
4.7. Vegetación.-----	29
4.7.1. Vegetación de clima frío.-----	29

4.7.2. Vegetación de clima semifrío.	30
4.7.3. Vegetación de clima templado.	31
4.7.4. Vegetación de clima semicálido.	33
4.7.5. Vegetación de clima cálido.	33
<b>5. MATERIALES Y METODOS.</b>	<b>39</b>
5.1. Regionalización ecológica del estado de Morelos.	39
5.1.1. Estratificación de unidades ecológicas.	39
5.1.2. Asociación de unidades biótico-ambientales.	40
5.1.3. Definición de unidades ecológicas de mayor representatividad.	41
5.1.4. Definición de unidades ecológicas más importantes.	41
5.2. Estimación de la productividad forestal, composición y estructura.	42
5.2.1. Selección de unidades ecológicas.	42
5.2.2. Diseño de muestreo.	42
5.2.3. Registro de la información de campo.	43
5.2.3.1. Caracterización ecológica del sitio de muestreo.	43
5.2.3.2. Caracterización dasométrica.	44
5.2.3.3. Calidad de trocería.	45
5.2.3.4. Repoblado.	45
5.2.3.5. Inventario florístico.	46
5.2.3.6. Suelos.	46
5.3. Procesamiento de la información.	46
5.3.1. Composición arbórea.	46
5.3.2. Análisis estructural.	47
5.3.3. Caracterización dasométrica.	47
5.3.4. Productividad forestal.	47
5.3.4.1. Volumen.	48

5.3.4.2. Tablas de volumen.	48
5.3.4.3. Calidad de trocería.	48
6. RESULTADOS Y DISCUSION.	49
6.1. Regionalización ecológica.	49
6.1.1. Unidades ambientales y bióticas.	49
6.1.1.1. Unidades climáticas.	50
6.1.1.2. Unidades geomorfológicas.	51
6.1.1.3. Unidades geológicas.	52
6.1.1.4. Unidades edafológicas.	53
6.1.1.5. Unidades forestales y agrícolas.	54
6.1.2. Asociación de unidades físicas y bióticas.	57
6.1.2.1. Relación clima-geomorfología.	57
6.1.2.2. Relación clima-geología.	58
6.1.2.3. Relación clima-suelo.	60
6.1.2.4. Relación clima-uso actual.	62
6.1.2.5. Relación geomorfología-geología.	65
6.1.2.6. Relación geomorfología-suelo.	66
6.1.2.7. Relación geomorfología-uso actual.	68
6.1.2.8. Relación geología-suelo.	70
6.1.2.9. Relación geología-uso actual.	72
6.1.2.10. Relación suelo-uso actual.	74
6.1.3. Unidades ecológicas.	77
6.1.4. Mapa de unidades ecológicas.	80
6.1.5. Unidades ecológicas agrícolas y forestales.	82
6.1.6. Unidades ecológicas más representativas.	83
6.1.7. Unidades ecológicas de mayor significancia.	86
6.1.8. Unidades ecológicas más importantes.	89

6.2. Composición, estructura y productividad forestal de las unidades ecológicas (UE) mas importantes.-----	91
6.2.1. Unidades ecológicas seleccionadas.-----	91
6.2.2. Características generales de las unidades ecológicas seleccionadas.-----	92
6.2.2.1. Localización y superficie.-----	92
6.2.2.2. Clima.-----	92
6.2.2.3. Geomorfología.-----	94
6.2.2.4. Geología.-----	96
6.2.2.5. Suelos.-----	96
6.2.2.6. Capacidad de uso de la tierra.-----	101
6.2.2.7. Vegetación.-----	102
6.2.2.8. Agentes de perturbación.-----	103
6.2.3. Tamaño de muestra.-----	105
6.2.4. Calidad de muestreo.-----	113
6.2.5. Composición arborea.-----	116
6.2.5.1. Dominancia de familias y géneros.-----	117
6.2.5.2. Dominancia de especies.-----	120
6.2.5.2.1. Valores de importancia en la UE 136107.-----	121
6.2.5.2.2. Valores de importancia en la UE 13157.-----	124
6.2.5.2.3. Valores de importancia en la UE 13177.-----	126
6.2.5.2.4. Valores de importancia en la UE 13547.-----	129
6.2.5.2.5. Comparación de los valores de importancia entre las UE.-----	139
6.2.6. Estructura.-----	141
6.2.6.1. Estructura diamétrica a nivel de UE.-----	142
6.2.6.2. Estructura diamétrica a nivel de especie.-----	145
6.2.6.2.1. Estructura diamétrica por especie en la UE 136107.-----	146

6.2.6.2.2. Estructura diamétrica por especie en la UE 13157.-----	151
6.2.6.2.3. Estructura diamétrica por especie en la UE 13177.-----	155
6.2.6.2.4. Estructura diamétrica por especie de la UE 13547.-----	159
6.2.6.3. Estratificación vertical por UE.-----	163
6.2.6.3.1. Estratificación vertical en la UE 136107.-----	167
6.2.6.3.2. Estratificación vertical en la UE 13157.-----	169
6.2.6.3.3. Estratificación vertical en la UE 13177.-----	171
6.2.6.3.4. Estratificación vertical en la UE 13547.-----	173
6.2.6.4. Área basal por UE.-----	176
6.2.6.4.1. Área basal por especie y por UE.-----	178
6.2.7. Caracterización dasométrica por UE.-----	180
6.2.8. Productividad Forestal.-----	184
6.2.8.1. Volumen por UE.-----	186
6.2.8.2. Productividad por especie y por UE.-----	190
6.2.8.3 Calidad de trocería por UE.-----	203
6.2.8.4. Calidad de trocería por especie.-----	206
6.2.8.4.1. Calidad de trocería por especie en la UE 136107.-----	207
6.2.8.4.2. Calidad de trocería por especie en la UE 13157.-----	210
6.2.8.4.3. Calidad de trocería por especie en la UE 13177.-----	212
6.2.8.4.4. Calidad de trocería por especie en la UE 13547.-----	214
6.2.8.5. Tablas de Volumen.-----	218
6.2.8.6. Volumen por condición ambiental.-----	224
6.2.9. Repoblado.-----	226

7. CONCLUSIONES.	231
8. LITERATURA CITADA.	237
9. APENDICE.	248
9.1. Cuadros.	
9.2. Figuras.	
9.3. Mapas.	



**LISTA DE CUADROS**

	<b>PAG.</b>
Cuadro 1. Distribucion topográfica y municipal de los suelos de Morelos.-----	27
Cuadro 2. Tipos climáticos del estado de Morelos.-----	28
Cuadro 3. Unidades climáticas del estado de Morelos.-----	50
Cuadro 4. Unidades geomorfológicas del estado de Morelos.-----	51
Cuadro 5. Unidades geológicas del estado de Morelos.-----	52
Cuadro 6. Unidades de suelo del estado de Morelos.-----	53
Cuadro 7. Unidades forestales y agrícolas del estado de Morelos.-----	55
Cuadro 8. Relación clima-geomorfología en el estado de Morelos.	58
Cuadro 9. Relación clima-geología en el estado de Morelos.-----	59
Cuadro 10. Relación clima-suelo en el estado de Morelos.-----	61
Cuadro 11. Relación clima-vegetación y agricultura en el estado de Morelos.-----	63
Cuadro 12. Relación geomorfología-geología en el estado de Morelos.-----	65
Cuadro 13. Relación geomorfología-suelos en el estado de Morelos.-----	67
Cuadro 14. Relación geomorfología-vegetación y agricultura en el estado de Morelos.-----	69
Cuadro 15. Relación geología-suelo en el estado de Morelos.-----	70
Cuadro 16. Relación geología-vegetación y agricultura en el estado de Morelos.-----	72
Cuadro 17. Relación suelo-vegetación y agricultura en el estado de Morelos.-----	75
Cuadro 18. Superficie ocupada por las unidades ecológicas agrícolas y forestales en el estado de Morelos.-----	83
Cuadro 19. Unidades ecológicas más representativas del estado de Morelos.-----	84
Cuadro 20. Unidades ecológicas de mayor significancia en el estado de Morelos.-----	88

Cuadro 21.	Unidades ecológicas más importantes del estado de Morelos.	90
Cuadro 22.	Unidades ecológicas seleccionadas del estado de Morelos.	91
Cuadro 23.	Localización y superficie de las UE analizadas.	92
Cuadro 24.	Promedios generales de temperatura y precipitación en el área de distribución de las UE estudiadas.	93
Cuadro 25.	Frecuencia (%) de datos ambientales registrados en los sitios de muestreo por UE en el estado de Morelos.	95
Cuadro 26.	Análisis físicos y químicos del horizonte superficial del suelo (profundidad 0-30) de sitios de muestreo representativos de las UE estudiadas.	98
Cuadro 27.	Número de sitios muestreados por unidad ecológica.	105
Cuadro 28.	Calidad de muestreo en las UE estudiadas del estado de Morelos.	114
Cuadro 29.	Indices de valor de importancia de las especies arbóreas de la selva baja caducifolia de la UE 136107.	122
Cuadro 30.	Indices de valores de importancia de las especies arbóreas de la selva baja caducifolia de la UE 13157.	125
Cuadro 31.	Indices de valor de importancia de las especies arbóreas de la selva baja caducifolia de la UE 13177.	128
Cuadro 32.	Indices de valor de importancia de las especies arbóreas de la selva baja caducifolia de la UE 13547.	129
Cuadro 33.	Comparación de los índices de valores de importancia entre las UE.	140
Cuadro 34.	Estructura diamétrica por especie (No. Ind./ha) en la UE 136107 de el estado de Morelos.	148
Cuadro 35.	Estructura diamétrica por especie (No. Ind./ha) en la UE 13157 del estado de Morelos.	154
Cuadro 36.	Estructura diamétrica por especie (No. Ind./ha) en la UE 13177 del estado de Morelos.	158

Cuadro 37.	Estructura diamétrica por especie (No. Ind./ha) en la UE 13547 de el estado de Morelos.-----	160
Cuadro 38.	Representación de las especies arbóreas (No. Ind./ha) en la estratificación vertical de la UE 136107 del estado de Morelos.-----	168
Cuadro 39.	Representación de las especies arbóreas (No. Ind./ha) en la estratificación vertical de la UE 13157 del estado de Morelos.-----	170
Cuadro 40.	Representación de las especies arbóreas (No. Ind./ha) en la estratificación vertical de la UE 13177 del estado de Morelos.-----	172
Cuadro 41.	Representación de las especies arbóreas (No. Ind./ha) en la estratificación vertical de la UE 13547 del estado de Morelos.-----	174
Cuadro 42.	Area basal (m <sup>2</sup> /ha) de las especies arbóreas por unidad ecológica en el estado de Morelos.-----	176
Cuadro 43.	Comparación dasométrica entre árboles individuales por UE en el estado de Morelos.-----	181
Cuadro 44.	Volumen maderable total y comercial (m <sup>3</sup> /ha) por unidad ecológica en el estado de Morelos.-----	187
Cuadro 45.	Volumen total (m <sup>3</sup> /ha) por especie y por unidad ecológica en el estado de Morelos.-----	191
Cuadro 46.	Volumen comercial (m <sup>3</sup> /ha) por especie y por unidad ecológica en el estado de Morelos.-----	193
Cuadro 47.	Volumen total (m <sup>3</sup> /ha) por calidad de troza y por UE en el estado de Morelos.-----	204
Cuadro 48.	Volumen comercial (m <sup>3</sup> /ha) por calidad de troza y por UE en el estado de Morelos.-----	204
Cuadro 49.	Volumen total y comercial (m <sup>3</sup> /ha) por calidad de trocería a nivel de especie en la UE 136107.-----	208
Cuadro 50.	Volumen maderable por calidad de trocería y a nivel de especie en la UE 13157.-----	210
Cuadro 51.	Calidad de trocería por especie de la UE 13177 del estado de Morelos.-----	213
Cuadro 52.	Volumen total y comercial (m <sup>3</sup> /ha) por calidad de trocería a nivel de especie en la UE 13547.-----	215

Cuadro 53. Valor de los estimadores obtenidos en el modelo estadístico utilizado en la elaboración de las tablas de volumen para algunas especies de las UE estudiadas.	220
Cuadro 54. Relación de algunos factores fisiográficos con el volumen total por UE.	224
Cuadro 55. Repoblación de especies arbóreas por UE en el estado de Morelos.	226

LISTA DE CUADROS DEL APENDICE

	PAG.
Cuadro 1A. Unidades ecológicas del estado de Morelos.-----	249
Cuadro 2A. Lista florística de las comunidades arbóreas de las unidades ecológicas estudiadas en el estado de Morelos.-----	254
Cuadro 3A. Tabla de volumen para <u>Amphipterygium adstringens</u> en la UE 136107 del estado de Morelos.-----	257
Cuadro 4A. Tabla de volumen para <u>Lyxiloma divaricata</u> en la UE 136107 del estado de Morelos.-----	257
Cuadro 5A. Tabla de volumen para <u>Ceiba parvifolia</u> en la UE 136107 del estado de Morelos.-----	257
Cuadro 6A. Tabla de volumen para <u>Bursera copallifera</u> , <u>B. glabrifolia</u> y <u>B. bipinnata</u> en la UE 136107 del estado de Morelos.-----	258
Cuadro 7A. Tabla de volumen para <u>Conzattia multiflora</u> en la UE 136107 del estado de Morelos.-----	258
Cuadro 8A. Tabla de volumen para <u>Ipomoea wolcottiana</u> en la UE 136107 del estado de Morelos.-----	258
Cuadro 9A. Tabla de volumen para <u>Bursera ariensis</u> y <u>B. fagaroides</u> en la UE 136107 del estado de Morelos.-----	259
Cuadro 10A. Tabla de volumen para <u>Wimmeria persicifolia</u> en la UE 136107 del estado de Morelos.-----	259
Cuadro 11A. Tabla de volumen comercial para <u>Amphipterygium adstringens</u> en la UE 136107 del estado de Morelos.-----	259
Cuadro 12A. Tabla de volumen comercial para <u>Lyxiloma divaricata</u> en la UE 136107 del estado de Morelos.-----	260
Cuadro 13A. Tabla de volumen comercial para <u>Ceiba parvifolia</u> en la UE 136107 del estado de Morelos.-----	260
Cuadro 14A. Tabla de volumen comercial para <u>Bursera copallifera</u> , <u>B. glabrifolia</u> y <u>B. bipinnata</u> en la UE 136107 del estado de Morelos.-----	260
Cuadro 15A. Tabla de volumen comercial para <u>Conzattia multiflora</u> en la UE 136107 del estado de Morelos.-----	261
Cuadro 16A. Tabla de volumen para <u>Amphipterygium adstringens</u> en la UE 13157 del estado de Morelos.-----	261

Cuadro 17A.	Tabla de volumen para <u>Lysiloma acapulcensis</u> en la UE 13157 del estado de Morelos.-----	261
Cuadro 18A.	Tabla de volumen para <u>Lysiloma divaricata</u> en la UE 13157 del estado de Morelos.-----	262
Cuadro 19A.	Tabla de volumen para <u>Ceiba parvifolia</u> en la UE 13157 del estado de Morelos.-----	262
Cuadro 20A.	Tabla de volumen para <u>Ceiba aesculifolia</u> en la UE 13157 del estado de Morelos.-----	262
Cuadro 21A.	Tabla de volumen para <u>Bursera copallifera</u> , <u>B. glabrifolia</u> y <u>B. bipinnata</u> en la UE 13157 del estado de Morelos.-----	263
Cuadro 22A.	Tabla de volumen para <u>Conzattia multiflora</u> en la UE 13157 del estado de Morelos.-----	263
Cuadro 23A.	Tabla de volumen para <u>Inonosa wolcottiana</u> en la UE 13157 del estado de Morelos.-----	263
Cuadro 24A.	Tabla de volumen para <u>Bursera ariensis</u> y <u>B. fagaroides</u> en la UE 13157 del estado de Morelos	264
Cuadro 25A.	Tabla de volumen para <u>Bursera longipes</u> y <u>B. lancifolia</u> en la UE 136107 en el estado de Morelos.-----	264
Cuadro 26A.	Tabla de volumen para <u>Lysiloma divaricata</u> en la UE 13177 del estado de Morelos.-----	264
Cuadro 27A.	Tabla de volumen comercial para <u>A. adstringens</u> en la UE 13157 del estado de Morelos.-----	265
Cuadro 28A.	Tabla de volumen comercial para <u>L. acapulcensis</u> en la UE 13157 del estado de Morelos.-----	265
Cuadro 29A.	Tabla de volumen comercial para <u>L. divaricata</u> en la UE 13157 del estado de Morelos.-----	265
Cuadro 30A.	Tabla de volumen comercial para <u>C. parvifolia</u> en la UE 13157 del estado de Morelos.-----	266
Cuadro 31A.	Tabla de volumen comercial para <u>C. aesculifolia</u> en la UE 13157 del estado de Morelos.-----	266
Cuadro 32A.	Tabla de volumen comercial para <u>B. copallifera</u> <u>B. glabrifolia</u> <u>B. bipinnata</u> en la UE 13157 del estado de Morelos.-----	266
Cuadro 33A.	Tabla de volumen comercial para <u>C. multiflora</u> en la UE 13157 del estado de Morelos.-----	267

Cuadro 34A.	Tabla de volumen comercial para <u>I. wolcottiana</u> en la UE 13157 del estado de Morelos.-----	267
Cuadro 35A.	Tabla de volumen comercial para <u>B. ariensis</u> y <u>B. fagaroides</u> la UE 13157 del estado de Morelos.-----	267
Cuadro 36A.	Tabla de volumen para <u>Ipomoea wolcottiana</u> en la UE 13177 del estado de Morelos.-----	268
Cuadro 37A.	Tabla de volumen comercial para <u>Lysiloma</u> <u>divaricata</u> en la UE 13177 del estado de Morelos.-	268
Cuadro 38A.	Tabla de volumen comercial para <u>Ipomoea wolcottiana</u> en la UE 13177 del estado de Morelos.-----	268
Cuadro 39A.	Tabla de volumen total para Fresnillo en la UE 13177 del estado de Morelos.-----	269
Cuadro 40A.	Tabla de volumen comercial para Fresnillo en la UE 13177 del estado de Morelos.-----	269
Cuadro 41A.	Tabla de volumen total para <u>B. ariensis</u> en la UE 13547 del estado de Morelos.-----	269

## LISTA DE FIGURAS

	PAG.
Figura 1. Tamaño de muestra por UE en base al método de medias acumuladas a partir del número de especies.	108
Figura 2. Tamaño de muestra por UE en base al método de medias acumuladas a partir de la densidad arbórea.	109
Figura 3. Tamaño de muestra por UE en base al método de medias acumuladas a partir del volumen maderable.	110
Figura 4. Estructura diamétrica de las comunidades arbóreas de la selva baja caducifolia en las UE estudiadas.	143
Figura 5. Tipos estructurales diamétricos de algunas especies en la UE 136107.	150
Figura 6. Tipos estructurales diamétricos de algunas especies en la UE 13157.	153
Figura 7. Tipos estructurales diamétricos de algunas especies en la UE 13177.	157
Figura 8. Tipos estructurales diamétricos de algunas especies en la UE 13547.	162
Figura 9. Estratificación vertical de las comunidades arbóreas de la selva baja caducifolia en las UE estudiadas.	165

## INDICE DE MAPAS

- Mapa 1. Unidades ecológicas del estado de Morelos.
- Mapa 2. Unidades ecológicas seleccionadas del estado de Morelos.



## RESUMEN

Para planear adecuadamente la conservación y manejo de los recursos forestales a un nivel regional o estatal, es necesario partir de una regionalización del ambiente basada en criterios ecológicos, y en función de esta regionalización, estimar la potencialidad productiva, composición y estructura de las comunidades forestales de cada región o unidad ecológica, con el propósito de inferir las mejores alternativas para su aprovechamiento y conservación.

Tomando en consideración este enfoque, se llevó a cabo la presente investigación dentro de las comunidades arbóreas más importantes del estado de Morelos: como una estrategia de trabajo se realizó este estudio en dos etapas: en la primera de ellas se elaboró la regionalización ecológica de la entidad en función de unidades ecológicas (UE) y en la segunda, se realizó un análisis de la composición, estructura y productividad maderable de las UE más importantes de la selva baja caducifolia de esta entidad.

En la primera etapa se contemplaron los siguientes objetivos: elaborar un mapa de unidades ecológicas del estado de Morelos y definir las UE más importantes de la entidad en función de su representatividad y significancia ecológica.

Para cumplir con estos propósitos se utilizó la siguiente metodología: para la elaboración del mapa de UE del estado se utilizó material cartográfico sobre clima, fisiografía, geología, suelos y uso actual, de escala 1:250 000. La estratificación y definición de las UE se hizo de acuerdo con la técnica de sobreposición de mapas. Las UE más representativas se obtuvieron considerando su extensión superficial. Las UE de mayor significancia se determinaron a través de un análisis de asociación múltiple entre la cartografía biofísica seleccionada. Las UE de mayor importancia se obtuvieron en función de los criterios de representatividad y significancia ecológica.

Entre los resultados más relevantes de la primera etapa destacan los siguientes: el mapa de UE del estado de Morelos de escala 1:250 000, en el cual se definieron 130 UE. Se determinaron 22 UE de mayor representatividad, las cuales en conjunto comprenden el 76 % de la superficie estatal. Se definieron 21 UE de mayor significado ecológico, las cuales ocupan el 65 % de la superficie del estado. Se obtuvieron 13 UE como las de mayor importancia a nivel estatal, las que comprenden el 60 % de la superficie de la entidad.

Para la segunda etapa se cubrieron los siguientes objetivos: conocer la composición y estructura de las comunidades arbóreas por UE; determinar la productividad forestal arbórea y calidad de trocero a nivel de UE y a nivel de especie; elaborar tablas de volumen para las especies más abundantes de las distintas UE y conocer el grado de repoblación de las especies arbóreas por UE.

Para cumplir con estos objetivos se llevó a cabo la siguiente metodología: Se eligió un diseño de muestreo de tipo aleatorio estratificado, empleando una intensidad de muestreo del 0.01 % fundamentado con el método de medias acumuladas. Para el muestreo de la vegetación arbórea se utilizaron sitios temporales

de dimensiones fijas de 0.1 ha, en los cuales se llevó a cabo una caracterización ecológica del sitio y una caracterización dasométrica para las especies arbóreas mayores de 5 cm de diámetro; en cuadros de 100 m se estimó la repoblación arbórea. Para el muestreo de suelos se utilizaron líneas Canfield para estimar su cobertura superficial y en sitios representativos de cada UE se obtuvieron muestras del horizonte superficial, a las que se les determinaron sus características físico-químicas.

En esta segunda etapa se obtuvieron los siguientes resultados relevantes: Se determinó la composición arbórea taxonómicamente y cuantitativamente; desde el punto de vista taxonómico se registraron 100 especies arbóreas, la UE 136107 fue la de mayor diversidad florística con 78 especies de árboles; las familias con el mayor número de especies fueron las Leguminosae y Burseraceae; a nivel de género, *Bursera* destacó con 15 especies; desde un punto de vista cuantitativo, se obtuvieron los índices de valor de importancia de todas las especies registradas en cada UE.

Se realizó un análisis estructural en base a las clases diamétricas, estratificación vertical y área basal de las especies arbóreas; este análisis se realizó a nivel de UE y a nivel de especie; la estructura diamétrica de cada UE refleja que la mayoría de las especies tienen una distribución de rodales de edad no uniforme, donde la mayor parte de los individuos se concentra en las categorías diamétricas inferiores, sin embargo a nivel de especie, se registraron tres tipos estructurales diamétricos: rodales de edad no uniforme o de "j" invertida, rodales de distribución de "j" y rodales escalonados. La estratificación vertical se analizó en función de la densidad y composición arborea en los distintos pisos de estratificación; con este criterio se distinguieron tres estratos arbóreos, de los cuales el segundo de ellos mostró mayor riqueza florística y densidad arborea. En cuanto al área basal se hizo una tipificación de las UE de acuerdo con el área basimétrica aportada por cada una de las especies dominantes.

En relación con la productividad forestal, se obtuvo información de la productividad maderable en cuanto a volumen total y comercial de las 100 especies arbóreas así como de la calidad de trocero de las mismas; esta información se presenta por UE y por especie; las similitudes y diferencias entre las UE en relación con la productividad forestal, se discuten a través de los conceptos de factores limitantes y calidad de estación. También se generaron tablas de volumen para las especies más abundantes de cada UE. Finalmente se presentan resultados sobre la repoblación de las especies de árboles por UE.

De manera general se concluye que el modelo de UE constituye un excelente marco de referencia para evaluar la potencialidad forestal de una región; que cada UE tiene una potencialidad productiva, composición y estructura muy particular, por lo cual deben tener un aprovechamiento y manejo silvícola específico; y que la definición de la capacidad productiva de cada UE, permite optimizar la producción forestal de la selva baja caducifolia de la entidad, evitando el forzamiento ecológico.

## SUMMARY

In order to plan adequately for the conservation and management of forest resources, it is necessary to begin with the regionalization of the environment based on ecological criteria. Based on this regionalization, production potential and composition and structure of the forest communities of each region or ecological unit are estimated and the best alternatives for their use and conservation are inferred.

Based on this premise, the current two stage study was conducted in the most important forest communities of the state of Morelos. In the first stage the ecological regionalization was accomplished by dividing the state into ecological units (EU). In the second stage, the composition, structure and timber productivity of the most important dry tropical forest EUs were analyzed.

The objectives of the first stage were to: map the EU of Morelos and define the most important EU regarding representation and ecological significance.

The following methodology was used: 1:250,000 scale maps on climate, physiography, geology, soils, and current use were used for mapping; overlay maps were used for the stratification and definition of the EU; the largest EU were considered the most representative; the most significant EU were chosen by a multiple association analysis of chosen biophysical mapping data; the most important EU were chosen based on their representative and ecological significance.

The most relevant result of the first stage was the definition of a total of 130 EU: 22 most representative, or 76% of the state surface area; 21 with the most ecological significance, or 65% of the state surface area; and 13 most important, or 60% of the state surface area.

The objectives of the second stage were to: determine the composition and structure of the forest communities per EU; determine the forest productivity and the log quality of the EU and species levels; prepare volume tables for the most common species of the different EU; and to determine the extent of repopulation of the tree species per EU.

The following methodology was used: a stratified random sample design was used, using a sampling intensity of 0.01% based on the accumulated mean method; temporary sites of 0.1 ha were used for tree sampling, which was done by ecological characterization of the site and a forest stand characterization of species larger than 5 cm diameter; tree repopulation was estimated in squares of 100 m; Canfield lines were used in soil sampling to estimate surface cover; and superficial horizon samples were taken in representative sites of each EU to determine their physical and chemical characteristics.

The most relevant result of the second stage was: the taxonomic and quantitative determination of tree species composition; 100 tree species were registered; EU 136107 had the largest variety of flora with 78 tree species; the Leguminosae and Burseraceae families had the most species; the genera *BURSERIA* stood out with 15 species. The index of importance value for all species in each EU were obtained.

A structural analysis based on diameter class, vertical stratification, and basal area of tree species was done at the EU and species levels. The diameter structure of each EU reflects that the majority of the species are in uneven aged stands where most of the individuals are concentrated in the smaller diameter categories. At the species level, however, three structural diameter types were registered: uneven aged stands (or inverted "j"), "j" distribution stands and irregular stands. The vertical stratification was analyzed by density and tree composition at different stratification levels; three tree levels were found of which the second showed the highest density and richest flora. A typification of basal area of each dominant species was done for each EU.

Information on timber productivity (total and commercial volume) and log quality per EU and species was obtained for the 100 tree species; timber production similarities and differences between EU were discussed using the concepts of limiting factors and site quality. Volume tables for the most abundant species in each EU were also generated. Finally, results on the repopulation of tree species were presented per EU.

Generally, it was concluded that the EU model was an excellent point of reference to evaluate the forest potential of a given region. Because each EU had its own production potential, composition, and structure, each EU should have its own specific management and harvesting. The definition of the production capacity of each EU permits the optimization of forest production of the dry tropical forest in the state, thus avoiding ecological overuse.

## 1. INTRODUCCION.

Los planes de manejo y aprovechamiento del recurso forestal deben estar basados en dos principios de racionalidad: rendimiento óptimo sostenido y conservación de recursos, los cuales idealmente deben realizarse en forma simultánea y equilibrada, es decir no ser excluyentes. Ambos principios de racionalidad dependen de la potencialidad productiva, límites de aprovechamiento y capacidad de recuperación de los ecosistemas presentes en las distintas regiones o unidades ecológicas.

En el estado de Morelos como en casi todo el país, estos principios de racionalidad no siempre se llevan a cabo o bien se efectúan en forma parcial y excluyente, lo cual no permite la recuperación de los ecosistemas y su continuidad, bajo el esquema de aprovechamiento sostenido.

En las últimas décadas los recursos forestales de esta entidad han venido sufriendo un severo deterioro por el cambio de uso del suelo debido principalmente a presiones antropogénicas, como es el caso de la apertura de áreas para asentamientos humanos, la formación de centros turístico-recreativos, la ampliación de la frontera agrícola y pecuaria, así como la sobreexplotación de recursos forestales.

En los últimos 16 años, la superficie forestal de esta entidad ha disminuido en un 30 %, el bosque templado frío ha disminuido su superficie en un 3 %, pero la selva baja caducifolia ha reducido su superficie en un 15 % (SARH, 1991). Es evidente que esta destrucción de la vegetación ha provocado también la disminución de habitats para la fauna silvestre del estado, propiciando la disminución y aún la desaparición de varias espe-

cies faunísticas (Alcocer, 1987; Sánchez y Romero, 1992).

Así mismo, la destrucción de estos recursos forestales ha propiciado el incremento de los índices de erosión en la entidad; se calcula que alrededor del 80 % de la superficie estatal se encuentra en diferentes grados de erosión que van desde leves hasta severos (Aguilar, 1990); particularmente se han hecho estimaciones de que en el bosque templado y frío y en las selva baja caducifolia se pierden anualmente alrededor de 137 toneladas de suelo por los distintos procesos de erosión hídrica (García *et. al.*, 1991).

Estos cambios de uso del suelo se llevan a cabo sin tomar en cuenta la productividad potencial de cada región ecológica, lo cual ha conducido a un uso inadecuado del suelo y a un aprovechamiento irracional del recurso con la consecuente degradación del suelo forestal. Evidentemente el costo económico y ecológico en relación con la recuperación de estas áreas degradadas será de gran magnitud.

En relación con lo anterior, existen por lo menos tres supuestos derivados de la teoría ecológica que marcan las pautas que debe seguir una producción o aprovechamiento eficiente (Toledo *et. al.*, 1989): primero, el reconocimiento de las unidades medio ambientales (unidades ecológicas) que conforman el predio o región a apropiarse; segundo, el reconocimiento de los potenciales productivos de cada una de las unidades ecológicas y tercero, la optimización de la producción basada en los reconocimientos anteriores. Toda producción que tienda a efectuarse por encima de la capacidad productiva de las unidades

ecológicas, estará realizando un forzamiento ecológico.

Los supuestos anteriores toman como unidad de estudio a la "unidad ecológica", la cual se concibe como un área geográfica que integra atributos ambientales específicos que la hacen diferente a otras regiones geográficas circunvecinas o distantes.

Para los fines de la presente tesis la unidad ecológica se define como una unidad ecogeográfica cartografiable, que es homogénea en cuanto al clima, geomorfología, geología, suelo, vegetación y/o agricultura. Con la intención de ganar espacio y claridad el término será abreviado como UE, cuando se trate de una sola unidad ecológica o como UE's cuando se refiera a dos o más unidades ecológicas.

Desde un punto de vista forestal, para definir el potencial productivo de cada UE, se requiere de información básica sobre la composición, estructura y productividad de los ecosistemas presentes en las diferentes UE's; asimismo, esta información junto con los aspectos dinámicos de la vegetación, es esencial para contribuir a establecer los planes de optimización de la producción forestal en cada UE.

Esta aseveración concuerda con lo asentado por Rodríguez *et al.* (1990), quienes consideran que el aprovechamiento racional de los bosques y selvas requieren de información sobre los aspectos estructurales, dinámicos y productivos de los ecosistemas con el objeto de asegurar los mejores tratamientos silvícolas que permitan su continuidad como recursos naturales renovables con un mínimo de alteración en sus componentes.

Tomando en consideración que en el estado de Morelos no existe una cartografía integral en base a unidades ecológicas y se desconoce la potencialidad productiva de cada una de ellas, se llevó a cabo esta investigación en dos etapas: en la primera de ellas, se realizó la regionalización ecológica de la entidad y en la segunda se hace un análisis de la estructura y de la productividad maderable de las comunidades arbóreas de las unidades ecológicas más importantes de la selva baja caducifolia.

Se seleccionó este ecosistema debido a que tiene mayor superficie en el estado de Morelos y porque es el recurso menos estudiado desde un punto de vista ecológico y productivo y asimismo es el ecosistema más agredido por diferentes cambios de uso del suelo tanto a nivel estatal como a nivel nacional.

Cabe mencionar que el concepto de productividad que se maneja en la presente investigación, se refiere a la productividad forestal, es decir, a la producción de volumen maderable por unidad de área, a diferencia de los conceptos de productividad ecológica primaria y secundaria, los cuales están más relacionados con los procesos fotosintéticos y con los ciclos de energía y nutrientes en los distintos niveles tróficos del ecosistema.



## **2. OBJETIVOS Y SUPUESTOS.**

Los objetivos perseguidos en cada una de las etapas de investigación propuestas en este trabajo fueron los siguientes:

### **2.1. Regionalización ecológica.**

- a) Elaborar un mapa de unidades ecológicas (UE) del estado de Morelos.
- b) Determinar las UE más representativas del estado de Morelos.
- c) Determinar las UE de mayor significado ecológico mediante la correlación cartográfica de los factores biótico-ambientales.
- d) Definir las UE de mayor importancia en el estado de Morelos de acuerdo a los criterios de significancia ecológica y representatividad.

### **2.2. Estimación de la productividad forestal de las UE más importantes con selva baja caducifolia.**

- a) Conocer la composición arbórea por UE en base a la frecuencia, densidad y dominancia de los árboles presentes.
- b) Conocer la estructura diamétrica y de alturas de las comunidades arbóreas por UE.
- c) Determinar las principales características dasométricas de las comunidades arbóreas por UE.
- d) Determinar la productividad forestal de las comunidades arbóreas más importantes del estado de Morelos en base al volumen maderable de las especies arbóreas.

- e) Estimar la calidad de trocería a nivel de UE y a nivel de especie por UE.
- f) Conocer la abundancia del repoblado de las especies arbóreas por UE.

Este trabajo toma como base los siguientes SUPUESTOS:

- a) Una producción ecológica y económicamente eficiente debe contemplar al conjunto ambiental biofísico, esto es, debe partir por la definición de unidades ecológicas.
- b) Cada unidad ecológica tiene un potencial productivo, que define a su vez su vocación de uso.
- c) La optimización de la producción esta basada en el potencial productivo de cada UE.
- d) El conocimiento preciso de la potencialidad productiva, composición y estructura de los recursos forestales de cada UE, permitirá diseñar las estrategias más adecuadas para su aprovechamiento y manejo.

### **3. REVISION DE LITERATURA.**

#### **3.1. Sistemas de clasificación de tierras.**

Existen varios enfoques que se han utilizado para la regionalización específica de un territorio, basados en distintos sistemas de clasificación de "tierras", los cuales toman en cuenta la integración de datos ambientales físicos y de vegetación.

De acuerdo con Christian y Stewart (1968, en Ortiz-Solorio y Cuanalo de la Cerda, 1984), el término "tierra" se define como una área específica de la superficie terrestre con atributos especiales de la atmósfera, suelo, geología, hidrología, vegetación y fauna, los cuales se encuentran interaccionado. Esta definición se ajusta en cierta medida al término de "sitio" de Bourne (1931 en Ortiz y Cuanalo de la Cerda, 1984) de "estación" de Godron et al. (1964) y de "agrohabitat" de Ponce y Cuanalo de la Cerda (1981).

Mabbutt (1968, en Ortiz-Solorio y Cuanalo de la Cerda, 1984), distingue tres sistemas de clasificación de tierras de acuerdo a su enfoque:

- a) El enfoque genético, basado fundamentalmente en el clima y el relieve, siendo la "región natural", la principal unidad de clasificación; este sistema tuvo su origen con el desarrollo de la geografía física en el siglo XIX, bajo la influencia de botánicos y geólogos interesados en la agrupación genética de fenómenos naturales.

- b) El enfoque del paisaje o morfológico, basado principalmente en criterios geomorfológicos y edáficos. La metodología del levantamiento fisiográfico (Ponce y Cuanalo de la Cerda, 1977; Ortiz-Solorio y Cuanalo de la Cerda, 1984) se apoya en este enfoque.
- c) El enfoque paramétrico, el cual divide y clasifica a las tierras en base a valores y parámetros clave para objetivos especiales (precipitación, altitud, uso actual, etc.).

En general se pueden distinguir las siguientes escuelas relativas a la clasificación de tierras con propósitos de inventarios integrales:

- a) El sistema fisiográfico, representado por el grupo de CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) en Australia, el grupo MEXE-OXFORD (Military Engineering Experimental Establishment) en Inglaterra y el grupo NIRR (National Institute for Road Research) en Sudafrica (Ortiz-Solorio y Cuanalo de la Cerda, 1984).

En México, como seguidores del sistema fisiográfico se tienen al grupo CP (Colegio de Postgraduados de Chapingo) y al grupo EX-INIREB (Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bioticos), los que han hecho algunas modificaciones a los sistemas australiano e inglés para adaptarlo a las condiciones de México.

El esquema del sistema fisiográfico contempla un conjunto de unidades jerárquicas. Las unidades mayores son: zona, división, provincia y región, las cuales están basadas en criterios climáticos y geomorfológicos; las unidades menores son:

sistema, faceta, elemento y variante, las cuales se basan en criterios de relieve, geología, suelos y vegetación (Ortiz-Solorio y Cuanalo de la Cerda, 1984).

b) La otra escuela sobre regionalización y planeación ecológica de un territorio, corresponde al sistema de la tipología ecológica el cual está representado por el grupo Francés del CEPE (Centre D'Etudes Phytosociologiques et Ecologiques), quienes clasifican y regionalizan un territorio a nivel de zona (mediante criterios climáticos), región (en función de criterios fisiográficos), sector (mediante criterios geológicos y edáficos) y sitio o estación de acuerdo a los tipos de vegetación).

La unidad básica de este esquema, es el sitio o estación, la cual se define como una unidad homogénea en cuanto a clima, relieve, geología, suelo y vegetación (Joly, 1960 en Godron, 1976; Godron *et. al.*, 1964; Godron *et. al.*, 1969; Godron et Poissonet, 1972; Godron, 1976; Godron, 1981; Godron, S.F.). Esta última definición es la que mejor se adapta al término de "unidad ecológica" propuesto en esta investigación.

En el sistema de la tipología ecológica se da mayor importancia a la vegetación como al parámetro más significativo para la regionalización de un territorio, ya que se considera a la vegetación como la expresión más fiel de la interacción de los factores del medio ambiente.

Mediante este procedimiento se han elaborado cartas fitoecológicas, donde cada estación o unidad ecológica, está representada por un conjunto de plantas relacionadas entre sí, que responden similarmente al conjunto ambiental; este conjunto

de plantas recibe el nombre de "grupo ecológico" (Godron et al, 1964). También se han elaborado cartas de diversidad del paisaje donde se combina la diversidad topográfica y la diversidad de los tipos de vegetación (Godron et Poissonet, 1972).

De acuerdo con lo asentado en párrafos anteriores, se puede apreciar que los distintos esquemas de clasificación de "tierras" o "unidades ecológicas", varían sustancialmente en cuanto a la terminología y metodología utilizadas, pero comparten varias características en común:

- a) Los territorios se clasifican jerárquicamente empleando distintos atributos.
- b) Tienen fuerte apoyo cartográfico, aerofotográfico y/o imágenes de satélite.
- c) Los resultados se presentan en forma cartográfica.
- d) Pretenden dar "aptitudes" de uso del suelo, en base a su productividad potencial.
- e) Han sido utilizados como base para investigación y planeación ecológica y económica específica a nivel regional.
- f) Han sido empleados para fines de regionalización específica de un territorio.

### **3.2. Estimación de la productividad a partir de unidades ecológicas.**

Considerando al enfoque fisográfico se han hecho algunos trabajos en México sobre la regionalización del ambiente, que han derivado hacia la estimación de la productividad como base de planes de aprovechamiento y conservación de recursos.

En este enfoque se ha tomado en cuenta a la faceta como unidad de estudio, y de ella se ha evaluado su potencialidad productiva o su capacidad de uso. El enfoque fisiográfico ha sido empleado como marco de referencia en distintos programas relacionados con los recursos naturales, pero ha tenido mayor aceptación en las investigaciones de carácter agropecuario. De esta manera, este sistema se utilizó como marco de referencia para dar recomendaciones de productividad de suelos agrícolas (Peña *et. al.*, 1974; Ponce y Cuanalo, 1977); en los programas integrales de planificación de capacidad de uso de la tierra para conservación del suelo y del agua (Ortiz y Cuanalo, 1977) y en el inventario de los recursos naturales, como parte de los programas de desarrollo agropecuarios de algunas entidades del país (Basurto *et. al.*, 1984; Soria y Ortiz, 1987; Salazar y Ortiz, 1987).

Desde el punto de vista forestal, el enfoque fisiográfico se ha empleado para relacionar las características edáficas con altura y edad del arbolado en algunas áreas forestales del país, con la finalidad de obtener modelos de predicción de diversos índices de sitio del bosque (Rodríguez y Ortiz, 1982).

También el proyecto florístico-ecológico de la UAEM, ha hecho algunas contribuciones en el norte del estado de Morelos sobre el uso del recurso forestal utilizando el enfoque fisiográfico (Ortiz *et. al.*, 1983).

La SEDUE a través de la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental, ha desarrollado una metodología de carácter normativo para el ordenamiento ecológico del territorio nacional, como una herramienta de planeación ecológica, diseñada para facilitar la tarea de toma de decisiones referidas a la

selección más adecuada sobre el uso, aprovechamiento y administración de los recursos naturales (SEDUE, s.f.; Garcia, 1987; Areyzaga, 1987).

El método de regionalización ecológica recomendado por la SEDUE (op. cit.), esta basado en el levantamiento fisiográfico y divide a las regiones jerárquicamente en: zona, provincia ecológica, sistema terrestre, paisaje terrestre y unidad natural.

Con estos lineamientos, la SEDUE Delegación Morelos, ha realizado avances sobre el ordenamiento ecológico del municipio de Cuernavaca, Morelos (Luna y Bastida, 1987).

Por su parte el grupo EX-INIREB, desarrolló algunos trabajos sobre planeación ecológica del uso del suelo en la región Xalapa del estado de Veracruz.

Para este fin elaboraron un esquema jerárquico de clasificación de tierras para la región de Xalapa, Veracruz, en base a la definición de sistemas terrestres, paisajes y unidades terrestres, utilizando para ello criterios climáticos, fisiográficos, edáficos y de uso actual; mediante esta clasificación obtuvieron 33 tipos de tierras para dicha región (Sancholuz et. al., 1981).

Marten y Sancholuz (1981), utilizando como base el mapa de clasificación de tierras de la región de Xalapa, Veracruz, efectuaron un estudio sobre la planeación ecológica del uso de la tierra de esta región; en base a un enfoque ecológico y productivo analizan la potencialidad de uso de los 33 tipos de tierra considerados.

En México, con fundamento en el sistema de la tipología ecológica, se han desarrollado algunos estudios dirigidos hacia



la definición de la capacidad productiva de distintas regiones como una alternativa en la planeación agropecuaria y forestal.

En este sistema se considera a la unidad ecológica como la unidad de estudio, de la cual se evalúan su aptitud de uso más adecuado de acuerdo a su potencialidad.

Bajo este enfoque, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), basándose parcialmente en el método Francés, ha elaborado cartas de uso potencial del suelo para diferentes regiones del país, delimitando de esta manera áreas aptas para agricultura, ganadería, silvicultura y fauna silvestre.

Asimismo, Reyes y Boyás (1983), apoyándose en este sistema obtuvieron un mapa de unidades ecológicas para el área de influencia del municipio de Huitzilac, estado de Morelos, como parte de un diagnóstico forestal sobre el aprovechamiento de los suelos forestales en dicha región.

Vela y Boyás (1984), siguiendo el enfoque tipológico elaboraron un mapa de unidades ecológicas de la Sierra de Morones, Zacatecas, señalando la importancia de este tipo de cartografía en la planeación agropecuaria y forestal; para esta región obtuvieron 23 tipos de tierra en base al clima, geología, suelos y vegetación.

En la región de la montaña de Guerrero, se ha venido desarrollando un proyecto de cierta amplitud sobre el aprovechamiento y manejo de los recursos naturales de esta región, para lo cual han utilizado parcialmente el sistema de la tipología ecológica; de esta manera han definido unidades ambientales como base de una

planeación ecológica del uso de la tierra, siguiendo criterios de producción y conservación de recursos forestales y agropecuarios (Toledo, 1984; Carabias *et al.*, 1987).

Como parte de una estrategia de desarrollo rural, Toledo y Barrera-Bassols (1984), desde un punto de vista ecológico y socioeconómico analizan los procesos productivos de algunas comunidades campesinas de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, para lo cual se apoyan en el modelo de unidades ecológicas.

Por su parte, Toledo *et al.* (1989), en su trabajo sobre producción rural en México y sus alternativas ecológicas destacan ampliamente la importancia del modelo de unidades ecológicas en las estrategias de desarrollo para alcanzar una producción ecológicamente eficiente. En la definición de las unidades ecológicas toman como base el esquema de la tipología ecológica.

### 3.3. Evaluación de la productividad a partir de las variables del sitio.

La forma más natural para evaluar la productividad de un sitio es a partir de las propiedades del mismo. Este concepto fue introducido por Dokuchaev en Rusia a finales del siglo XIX (Arteaga, 1989).

Generalmente la productividad del sitio se evalúa a través de la relación existente entre las variables climáticas, fisiográficas y edáficas con la calidad de estación, esta última expresada a través de la altura o volumen del arbolado; para ello se utilizan normalmente técnicas de regresión. Varias referencias sobre el tema pueden ser encontradas en los trabajos de Ralston (1964), Jones (1969), Hagglund (1981), Daniel *et al.* (1982), Spurr y Barnes (1982) y Arteaga (1989).

Desde un punto de vista práctico, algunas variables ambientales no pueden ser medidas en el momento del inventario, de ahí que las propiedades del sitio son medidas a través de la composición de la vegetación como indicadora de la productividad del sitio (Daniel *et al.*, 1982).

La producción actual de las especies arbóreas puede estimarse a partir de tipos fisiográficos en base a datos de altitud, posición topográfica, exposición y pendiente (Spurr y Barnes, 1982).

La estimación de la productividad del sitio a partir de características fisiográficas, dió origen al tipo fisiográfico de sitio, el cual se concibió como un ecosistema dentro del cual la productividad era uniforme. La definición de los tipos fisiográficos de sitio se basa en la diferenciación de gradientes de humedad, fertilidad del suelo y exposición de acuerdo a diferentes posiciones topográficas (Daniel *et al.*, 1982).

La producción actual de las especies arbóreas de acuerdo a los diferentes tipos fisiográficos, se estima utilizando una clasificación que varía de I (muy alta) hasta V (muy baja), complementada con una escala de capacidad de los tipos fisiográficos que varía desde excelente (A) hasta muy pobre (G), evaluando de esta manera la productividad potencial de cada tipo fisiográfico (Spurr y Barnes, 1982).

La clasificación de la productividad del sitio a partir de variables fisiográficas, permite agrupar áreas homogéneas que sirven de base para determinar la capacidad de uso del suelo, tales como agricultura, fauna silvestre, recreación y producción

de madera (Jones, 1969).

Esta metodología sobre tipos fisiográficos ha sido muy empleada para especies de Coníferas y encinos en bosques de Estados Unidos de Norteamérica en los cuales el objetivo final es determinar la calidad de estación en base a las características fisiográficas (Ralston, 1964).

El clima es uno de los elementos esenciales que limita la productividad forestal y se puede relacionar con el incremento medio anual; uno de estos indicadores es el índice CVP (clima-vegetación-productividad) mediante el cual se pueden trazar isolíneas para grandes regiones que tengan la misma productividad (Klepac, 1976).

Los factores macroclimáticos han sido utilizados apropiadamente para separar la productividad de diferentes regiones, sin embargo su aplicación es limitada debido a la escasez de redes meteorológicas dentro de las áreas forestales (Spurr y Barnes, 1982).

La relación de las propiedades del suelo y la productividad del sitio es uno de los temas más desarrollados en la literatura forestal. Tan solo en Estados Unidos Carmean (1973, citado por Arteaga, 1989), hizo una relación de aproximadamente 70 publicaciones que tratan sobre las relaciones directas entre la productividad forestal y las propiedades del suelo.

Generalmente algunas variables del suelo y otras fisiográficas se combinan para evaluar la productividad del sitio forestal mediante procedimientos de regresión múltiple. Algunos trabajos de esta índole han sido desarrollados por Orantes y Musálem (1982), Rodríguez (1982), Chávez (1984), Gómez (1985)

y Arteaga (1985) en bosques de Coníferas de México.

La vegetación misma puede ser un indicador de productividad de un sitio forestal. Este enfoque fue iniciado por Cajander (1933, citado por Daniel *et al.*, 1982) en Finlandia quien desarrolló la ciencia de los tipos forestales, que indican una interacción de la flora y la productividad del sitio (Klepac, 1986).

En base a los tipos fitocenológicos desarrollados por la escuela de Montpellier encabezada por Braun-Blanquet (1950) se pueden obtener grupos de especies indicadoras de la productividad de un sitio.

Posteriormente en Estados Unidos desarrollaron métodos para definir habitats tipo, que es un indicador de la productividad del sitio, mediante técnicas de ordenación con las cuales se pueden clasificar habitats tipo en función de la respuesta de la vegetación a los factores del medio (Daniel *et al.*, 1982)..

El habitat tipo es un conjunto de terrenos forestales que tienen la misma potencialidad para sostener una comunidad forestal. Estos tipos se identifican con la asociación de las especies dominantes arbóreas y la dominante del sotobosque, las cuales operan como especies indicadoras de la productividad de un sitio (Daubenmire y Daubenmire, 1969, en Daniel *et al.*, 1982).

#### 3.4. Estimación de la productividad a partir de las variables del rodal.

La productividad arbórea puede ser estimada a partir de un índice de sitio mediante la relación edad-altura (Daniel *et al.*, 1982); estas relaciones pueden ser estimadas por métodos

gráficos o por métodos numéricos usando análisis de regresión (Hagglund, 1981, citado por Arteaga, 1989). Siguiendo estos procedimientos en México se han obtenido índices de sitio para bosques templados coetáneos y uniespecíficos (Castaños, 1962; Orantes y Musálem, 1982; Rodríguez, 1982; Maldonado, 1983; Aguirre y Zepeda, 1985).

Otra técnica para estimar la productividad de un sitio a partir del rodal se lleva a cabo mediante análisis troncales o simplemente tomando el promedio de las alturas de los 100 árboles más grandes por hectárea como se hace en algunos países europeos (Mass, 1970).

El método más popular y útil para la estimación de la productividad a partir del rodal, involucra la determinación de las alturas de los árboles dominantes y codominantes a una edad de referencia. Una razón importante para usar la altura dominante como un indicador de la productividad del sitio es que es una medida considerada como completamente independiente de la densidad del rodal; en las densidades encontradas en plantaciones manejadas, la altura dominante no es afectada por la densidad del rodal (Arteaga, 1989).

Algunos métodos toman en consideración la longitud total de crecimiento en altura de los 5 primeros verticilos anuales por arriba del diámetro a la altura del pecho (Daniel *et al.*, 1982). Esta técnica ha sido empleada en Estados Unidos para obtener índices de sitio de varias especies de coníferas (Carmean, 1975).

Un indicador muy importante para evaluar la productividad de un sitio forestal es el volumen total maderable (Cox, 1982; Liu, 1966, citado por Arteaga, 1989). Para rodales coetáneos la

productividad del sitio se estima a partir de las relaciones edad-volumen (Hagglund, 1981).

También se han considerado al área basal y al diámetro como variables para determinar la productividad de sitios forestales, encontrando que ambas medidas son muy útiles y prácticas para este fin (Liu, 1966, citado por Arteaga, 1989).

A través de análisis dendrocronológicos ha sido posible estimar la productividad de sitios forestales, encontrándose que los anillos de crecimiento con cierta uniformidad se relacionan con sitios de mejor calidad de estación (Ernich *et al.*, 1976, citados por Hagglund, 1981).

### **3.5. Conceptos relativos a estructura vegetacional.**

La estructura se define como la organización en el espacio de los individuos que forman un plantel vegetal, y por extensión un tipo dado de vegetación o asociación vegetal (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). A su vez Daubenmire (1968) concibe el plantel vegetal como cada pieza de la vegetación que en esencia es homogénea en todos sus estratos y difiere de otros tipos de vegetación tanto por sus características cualitativas como cuantitativas.

Existen varios criterios para definir la estructura de la vegetación, los cuales varían de acuerdo a el autor y el enfoque empleado. Dansereau (1957, citado por Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974) considera como elementos primarios de la estructura las formas de vida, estratificación y cobertura; Kershaw (1973) menciona como variables estructurales a el arreglo vertical de las especies o sea la estratificación, la

distribución espacial de los individuos y la abundancia de las especies; por su parte, Mueller-Dombois y Ellenberg (1974) dividen a la estructura de la vegetación en cinco niveles: 1) fisonomía de la vegetación, 2) estructura de biomasa, 3) estructura de formas de vida, 4) estructura florística y 5) estructura del rodal; estos cinco niveles se integran en forma jerárquica, ya que el primero incluye al segundo, este al tercero, etc., señalándose al primero como el más general y al quinto como el más específico.

Según Daubenmire (1968), los atributos estructurales de una comunidad se dividen en dos categorías: los analíticos y los sintéticos. Los primeros se registran en el campo, los segundos se derivan de los analíticos en el gabinete. A su vez los atributos analíticos se dividen en cualitativos y cuantitativos; los cualitativos son la fisonomía, fenología, estratificación y sociabilidad; los cuantitativos incluyen la densidad, frecuencia y dominancia. Los atributos sintéticos son: presencia, constancia, fidelidad y el índice de valor de importancia, este último junto con los tres atributos analítico-cuantitativos son fundamentales para caracterizar a las comunidades vegetales.

Daniel et al. (1982), definen a la estructura de una masa arbolada como el arreglo vertical del arbolado en el terreno, de acuerdo con sus clases de tamaño de altura, pero también como elementos estructurales pueden utilizarse criterios basados en la edad, composición de especies o bien en la estructura de diámetros.

Cuando la estructura se define en base a la edad se tienen



dos tipos estructurales: las coetáneas y las incoetáneas. Las primeras son aquellas que tuvieron su origen debido a un evento regenerativo al mismo tiempo, por lo que se encuentran constituidas por una sola clase de edad; las masas incoetáneas son las que presentan en su estructura una gran variación de edades que van desde arbolado muy joven hasta arbolado sobremaduro, los cuales se están renovando continuamente, lo que a su vez ocasiona que la distribución de frecuencias de diámetros tenga una apariencia bien definida en forma de "J" invertida y que en el campo se observen estas estructuras con una apariencia bastante irregular ( Rodríguez *et al.*, 1990 ).

Las estructuras por su composición pueden ser puras o mezcladas de acuerdo al número de especies presentes; generalmente se considera que un rodal es puro si se encuentra dominado en más de un 90 % por una especie en particular (Daniel *et al.*, 1982).

Mueller-Dombois y Ellenberg (1974), definen la estructura de un rodal en base a la distribución del número de individuos en diferentes clases de tamaño de las especies arbóreas presentes. Cuando las especies son analizadas en esta forma se puede hablar de una estructura poblacional; cuando las curvas de la estructura poblacional de varias especies de un mismo rodal se comparan una con otra se puede hablar de la estructura de un rodal o de la estructura de una comunidad. Este tipo de análisis estructurales es uno de los más detallados para el estudio de poblaciones, rodales o comunidades.

La utilidad práctica del conocimiento de las estructuras arboladas se relaciona con el control silvícola que se puede

tener de la estructura mediante la aplicación de tratamientos para el establecimiento, crecimiento, composición y calidad de la masa arbolada, ya que es posible definir sobre que clase de arbolado concentrar las intervenciones con la finalidad de lograr el balance de la estructura siendo posible determinar el tipo de intervención silvícola por aplicar en cada caso (Rodríguez *et al.*, 1990).

Cabe señalar que en la presente tesis, para caracterizar las estructuras de las comunidades arbóreas estudiadas, se utilizaron como base los criterios establecidos por Mueller-Dombois y Ellenberg (1974) y por Daniel *et al.* (1982) en relación con los atributos estructurales de un rodal.

#### 4. DESCRIPCION DEL MEDIO FISICO Y BIOTICO DEL ESTADO DE MORELOS

##### 4.1. Localización geográfica

El estado de Morelos se encuentra entre los paralelos 18°22'06" y 19°07'10" de latitud norte y los meridianos 98°37'00" y 99°37'00" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Se localiza en la vertiente sur del Eje Neovolcánico, forma parte de la cuenca del Río Balsas, la cual se encuentra situada entre la Sierra Madre del Sur y las montañas de la Mixteca en Oaxaca (Vivo, 1958).

El estado de Morelos es una de las entidades federativas más pequeñas del país, ya que tiene una superficie aproximada de 4,980 km<sup>2</sup>, equivalente al 0.25% del territorio nacional; políticamente está dividido en 33 municipios, siendo su capital Cuernavaca.

##### 4.2. Fisiografía

De acuerdo a S.P.P. (1981) el estado de Morelos pertenece a dos provincias fisiográficas: la provincia del Eje Neovolcánico y la provincia de la Sierra Madre del Sur. En la entidad se tienen áreas que corresponden a dos subprovincias del Eje Neovolcánico: la de lagos y volcanes de Anáhuac y la del sur de Puebla (S.P.P., 1981).

La subprovincia de los lagos y volcanes de Anáhuac, abarca todo el norte y este del Estado. El área de esta subprovincia es de 2,204.1 km<sup>2</sup> y corresponde al 44.4% de la superficie total del Estado. Destacan en esta subprovincia la Sierra volcánica del Ajusco, parte del Popocatepetl, el volcán Chichinautsin, la Sierra del Tepozteco y el gran llano con

lomeríos a 1,250 m.s.n.m. que se extiende desde Yautepec hasta Axochiapan.

La subprovincia del sur de Puebla penetra al estado de Morelos en su porción centro-sur y está representada por una sierra volcánica de laderas escarpadas y un cañón. Ocupa el 12.2% de la superficie total estatal y comprende parte de los municipios de Ayala, Tepalcingo y Tlaquiltenango.

La provincia de la Sierra Madre del Sur comprende en el estado de Morelos una sola subprovincia: la de Sierras y Valles guerrerenses. Esta subprovincia ocupa dentro del territorio morelense 2,148 km<sup>2</sup>; es decir, el 43% aproximadamente de la superficie total estatal. En esta subprovincia destacan los lomeríos y cañadas de las laderas de la Sierra del Ajusco al oeste de Cuernavaca, las Sierras escarpadas calcáreas al noreste de la subprovincia, la llanura aluvial con lomeríos de Yautepec, la llanura aluvial que se extiende desde Emiliano Zapata, Jojutla y la gran meseta calcárea que va desde Xochicalco hasta Tehuixtla.

#### 4.3. Geología

En el estado de Morelos existen afloramientos de rocas ígneas y sedimentarias principalmente (S.P.P., 1981), aunque la cartografía geológica de DETENAL también ha reportado rocas metamórficas en algunas regiones del sur del Estado.

En la Provincia del Eje Neovolcánico (norte a sureste del Estado) se presentan afloramientos ígneos extrusivos de composición intermedia (andesitas), particularmente al oeste de Huitzilac, que datan alrededor del Terciario Medio; de este mismo período al noreste de Tepalcingo aflora un pequeño cuerpo

intrusivo de composición diorítica. Sobreyaciendo a las rocas intermedias afloran rocas sedimentarias clásticas (areniscas-conglomerado), así como también, un complejo volcánico formado por diversos tipos de rocas ígneas como son: riolitas, tobas, brechas volcánicas y basaltos. Estos dos últimos presentan una extensión que prácticamente cubre toda esta provincia y pertenecen al Cuaternario (S.P.P., op. cit.).

En la provincia de la Sierra Madre del Sur se encuentran aflorando las rocas más antiguas de Morelos (Cretácico Inferior); litológicamente se han clasificado como calizas de ambiente marino. También se presenta en esta provincia una secuencia interestratificada del Cretácico Superior, representada por areniscas y lutitas. Dentro del Cenozoico se encuentran afloramientos de rocas sedimentarias clásticas (areniscas con conglomerados), así como rocas volcánicas, las cuales cubren discontinuamente a las rocas del Cretácico; estas rocas volcánicas tienen una composición diversa, ya que existen derrames de andesitas, riolitas, tobas, brechas volcánicas y derrames de basalto (S.P.P. op. cit.)

#### 4.4. Suelos

En base al Sistema de Clasificación de Suelos FAO-UNESCO (1970), modificado por la Dirección General de Geografía del Territorio Nacional (hoy Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática), en la entidad se presentan las siguientes unidades de suelos (S.P.P. 1981): Andosol, Acrisol, Cambisol, Kastañozem, Feozem, Fluvisol, Litosol, Luvisol, Regosol, Rendsina y Vertisol.

En el Cuadro 1 se presenta la distribución municipal y la distribución topográfica de los diferentes grupos de suelos presentes en el estado de Morelos; ésta información fue recabada a partir de la cartografía edáfica generada por SPP (1981) en la "Síntesis Geográfica de Morelos".

De acuerdo a ésta información, se puede observar que los grupos de suelos feozem, regosol, vertisol, rendzina y litosol, son los que tienen mayor distribución municipal; en cambio los acrisoles y luvisoles solamente se distribuyen dentro de un sólo municipio, por lo cual su ubicación es muy localizada y restringida.

En el caso de los litosoles es necesario separar a los de origen igneo y a los de origen sedimentario: los primeros se ubican particularmente en los municipios del norte del Estado, y los segundos tienen mayor distribución municipal en el centro y sur del mismo.

Desde el punto de vista topográfico, los suelos de feozem, andosol, regosol y litosol, se presentan en la mayoría de las topoformas existentes en el Estado, aunque preferentemente en algunas de ellas; en contraste los suelos de rendzina, luvisoles, acrisoles, cambisoles y fluvisoles tienen una distribución topográfica mas restringida: los dos primeros en topografía de serranía, los acrisoles en lomeríos y los dos últimos grupos de suelos en topografía de planicie.

**Cuadro 1. Unidades de suelo del estado de Morelos**

Unidad de suelo	Distribución Municipal	Distribución Topográfica
Andosol	Huitzilac, Tlalnepantla, Totolapan y T. del Volcán	Serranías, Cañadas y Lomeríos.
Acrisol	Cuernavaca	Lomeríos
Cambisol	Mazatepec, Tetecala y Coatlán del Río	Mesetas
Kastañozen	Tlaltizapán. Jojutla, Tlaquilténango y Ayala	Sierras, Lomeríos, Mesetas y Valles
Feozem	Tepoztlán, Cuernavaca, Temixco, Miacatlán, Coatlán del Río, Mazatepec, Valles, Tetecala Pte. Ixtla, Amacuzac, Zacatepec Jojutla, Tlaquilténango, Tlaltizapán y Ayala.	Sierras, Lomeríos, Valles y Llanuras y Mesetas
Fluvisol	Tlaquilténango, Jojutla y Ayala	Mesetas y Valles
Litosol	Huitzilac, Tlalnepantla, T. del Volcán, Tepoztlán, Miacatlán, Coatlán del Río, Tlaquilténango y Ayala.	Sierras, Cañadas, Lomeríos y Mesetas
Luvisol	Pte. de Ixtla	Serranías
Regosol	Tlalnepantla, Totolapan, T. del Volcán, Tlayacapan, Atlatlahucan, Cuautla, Yecapixtla, Jantetelco, Jonacatepec, Axochiapan y Tlaquilténango.	Llanuras, Mesetas, Lomeríos y Sierras
Rendzina	Tepoztlán, Jiutepec, Zapata, Yautepec, Tlaltizapán, Miacatlán, Jojutla, Zacatepec y Tlaquilténango.	Serranías
Vertisol	Tepoztlán, Tlayacapan, Yautepec, Atlatlahucan, Yecapixtla, Ayala, Cuautla, Axochiapan, Tepalcingo, Mazatepec, Amacuzac, Zacatepec, Jojutla y Tlaquilténango.	Llanuras, Valles, Mesetas y Lomeríos

#### 4.5. Clima

De acuerdo con Aguilar (1990) en el estado de Morelos se presentan los siguientes tipos climáticos: Cálido, Semicálido, Templado, Semifrío y Frío subhúmedos.

En el cuadro 2 se presentan las siguientes características de cada uno de los tipos climáticos y su distribución general en el estado de Morelos.

Cuadro 2. Tipos climáticos del estado de Morelos.

Tipo climático	Temp.Med. (°C)	Precipit Med. anual (mm)	Altitud (m.s.n.m.)	Distrib. Estatal
Cálido subhúmedo	>22	800	<1,400	Centro y Sur del Edo
Semicálido subhúmedo	18-22	1,100	1,400-2,000	En el norte del Edo
Templado subhúmedo	12-18	1,300	2,000-2,800	Zona Norte
Semifrío subhúmedo	5-12	1,500	2,800-4,00	Zona Norte
Frío subhúmedo	2-5	>1,500	4,000	Noreste del Edo

#### 4.6. Hidrología

Los ríos principales del Estado son el Amacuzac, Atoyac, Tepalcingo y Jantetelco, los cuales son afluentes del Río Balsas; prácticamente la entidad queda comprendida en parte dentro de la región hidrológica del Río Balsas, con una superficie de 4,958 km<sup>2</sup>. Esta región abarca la totalidad de Morelos, el extremo sureste del estado de México, una pequeña fracción del sur del Distrito Federal y el suroeste de Puebla,



así como el extremo norte de Guerrero. Dicha región tiene tres cuencas: la cuenca del río Amacuzac, la cuenca del Río Atoyac y la cuenca del río Balsas-Mezcala (S.P.P., 1981).

La cuenca del río Amacuzac, con una superficie en el Estado de 4,303 km<sup>2</sup>, es la que ocupa la mayor parte de la Entidad. Su corriente principal es uno de los más importantes afluentes del Río Balsas y se origina en las faldas del Nevado de Toluca.

La cuenca del Río Atoyac tiene una superficie de 653 km<sup>2</sup>, es uno de los principales formadores del Río Balsas, originándose en los deshielos que descienden desde altitudes de 4,000 m del flanco oriental del Istacchiuatl.

La cuenca del Río Balsas-Mezcala, tiene una superficie de 1.66 km<sup>2</sup>; el río Balsas recibe en su largo recorrido varios nombres, como son Zacatula, Atoyaca y Mezcala.

#### 4.7. Vegetación

De acuerdo con las distintas zonas climáticas presentes en el estado de Morelos, se pueden distinguir los siguientes comunidades forestales: vegetación de clima frío, semifrío, templado, semicálido y cálido.

##### 4.7.1. Vegetación de clima frío

Dentro de la vegetación de clima frío, se incluye a la tundra o páramo de altura, en los límites de las nieves perpetuas, arriba de los 4,000 m.s.n.m.; donde se pueden encontrar especies propias de la pradera alpina pertenecientes a los géneros Carex, Draba, Trisetum, Festuca, Agrostis, Calamagrostis, Juncus y Luzula.

También se incluyen dentro de este tipo de vegetación al zacatonal alpino de Calamagrostis toluensis y Festuca toluensis; parcialmente también queda incluido el bosque de Pinus hartwegii. Todos estos tipos de vegetación se presentan en el norte de la entidad, particularmente en las partes altas del Popocatepetl y otras áreas montañosas de mayor altitud.

#### 4.7.2. Vegetación de clima semifrío

La vegetación de clima semifrío se encuentra representada por las siguientes comunidades forestales: el bosque de pino y el bosque de oyamel, así como por "bosquetes" aislados de Cupressus lindleyi.

El bosque de pino se distribuye en las áreas montañosas del norte del Estado, en altitudes comprendidas entre 3,000 y 3,800 m.s.n.m.; principalmente en los municipios de Huitzilac, Tepoztlán, Tlalnepantla, Totolapan y Tetela del Volcán. El asiento geológico de este bosque data de los periodos Cenozoico Medio Volcánico y Cenozoico Superior Volcánico, constituidos por diversos tipos de rocas ígneas como riolitas, andesitas, basaltos, lavas y cenizas volcánicas, en un ambiente topográfico de cerriles y laderas con pendientes que van del 20 al 60%. Los suelos en que se distribuye este bosque son someros o profundos, de color oscuro y de textura franco-arenosa predominante (I.N.F., 1975; COTECOCA, 1979, S.P.P., 1981; Reyes y Boyás, 1983).

Las especies de pino que llegan a formar masas puras dentro de este tipo de vegetación son: Pinus montezumae, Pinus ayacahuite var. Veitchii y Pinus hartwegii; esta última especie forma masas puras entre 3,500 y 4,000 m de altitud, o bien puede presentarse asociada con Alnus firnifolia (aile) a menores altitudes.

El bosque de Abies religiosa (oyamel) se distribuye en la zona norte del Estado, particularmente en los municipios de Huitzilac y Tetela del Volcán. Esta comunidad forestal se desarrolla sobre un sustrato geológico de riolitas, andesitas, basaltos y cenizas volcánicas, sobre terrenos carriles y de ladera con pendientes que van del 20 al 70%. Este bosque se distribuye sobre suelos profundos, negros y de textura franca o franco-arenosa. Generalmente Abies religiosa se encuentra formando masas puras o asociada con otras especies de pino o cedro (Cupressus lindleyi) (I.N.F., 1975; COTECOCA, 1979).

En condiciones ecológicas similares a las del bosque de oyamel y hacia la porción norte del Estado, se pueden encontrar algunos "bosquetes" aislados de Cupressus lindleyi (cedro) pero su distribución no es muy amplia.

Dentro de la vegetación de clima semifrío, también se incluyen los zacatonales de Muhlenbergia macroura, Festuca amplissima y Stipa ichu. Estas comunidades se localizan en la zona norte del Estado, principalmente en los municipios de Huitzilac y Tetela del Volcán (Reyes y Boyás, 1983).

#### 4.7.3. Vegetación de clima templado

Dentro de la vegetación de clima templado se incluyen los siguientes tipos de vegetación:

- Bosque de pino-encino
- Bosque de encino
- Bosque mesófilo de montaña

El bosque de pino-encino es el que ocupa la mayor extensión dentro de la vegetación templada de la entidad; se distribuye en los municipios de Tetela del Volcán, Ocuituco,

Totolapan, Tlayacapan, Cuernavaca, Huitzilac, Tepoztlán, Tlalnepantla, Zacualpan y Miacatlán. Las formaciones geológicas del área que ocupan estos bosques datan del Cenozoico Medio Volcánico y Cenozoico Superior Volcánico, formado por rocas volcánicas extrusivas e intrusivas como riolitas, andesitas, basaltos, conglomerados y cenizas volcánicas; la topografía es de tipo cerril y de ladera con pendientes entre 20 y 60%; este bosque se distribuye en suelos someros a profundos y de buen drenaje. La asociación de pino y encino está dada por las siguientes especies: Pinus montezumae, P. pseudostrobus, P. leiophylla, P. teocote, P. pringlei, P. occarpa, P. lawsoni, P. michoacana f. cornuta, Quercus rugosa, Q. obtusata, Q. laurina, Q. castanea y Q. crassifolia (I.N.F., 1975; COTECOCA, 1979; S.P.P., 1981).

El bosque de encino se distribuye en los municipios de Cuernavaca y Huitzilac, el área donde se distribuyen estas comunidades es de tipo cerril con pendientes del 20 al 60%; los suelos son delgados, de color negro o castaño y de textura franco arcillosa a franco arenosa. Las especies de encino dominantes son: Quercus rugosa, Q. laurina, Q. candicans, Q. castanea, Q. obtusata, Q. decipiens, Q. centralis y Q. crassifolia (Espinoza, 1962; I.N.F., 1975; COTECOCA, 1979; S.P.P., 1981).

El bosque mesófilo de montaña se localiza en la región de Tepoztlán, sobre barrancas y laderas húmedas. Las especies características de este tipo de vegetación son: Cornus disciflora, Meliosma dentata, Oreopanax peltatus, Symplocos pryonophylla, Ternstroemia pringlei, Styrax ramirezii, Celastrus pringlei, Carpinus caroliniana y Clethra mexicana (Ramírez Cantú, 1949; Miranda, 1947; S.P.P., 1981).

#### 4.7.4. Vegetación de clima semicálido.

La vegetación de clima semicálido está representada en la entidad por el encinar, el pastizal y la selva baja caducifolia.

El encinar se presenta hacia el suroeste del estado en el municipio de Puente de Ixtla sobre topoformas de tipo cerril; el sustrato geológico está constituido por rocas volcánicas principalmente; los suelos son someros y profundos de color café oscuro. Las especies dominantes son: Quercus magnoliifolia, Quercus rugosa y Quercus elliptica.

El pastizal se distribuye en pequeñas extensiones en los municipios de Cuautla, Yecapixtla, Zacualpan y Jantetelco en altitudes que van de 1,600 a 1,800 m sobre terrenos de lomeríos con 8 a 20% de inclinación y sobre suelos de origen volcánico someros o medianamente profundos de color castaño a castaño oscuro y de textura franco-arenosa. Las especies más frecuentes son: Hilaria canchroides, Cynodon dactylon, Buchloe dactyloides, Panicum obtusum, Setaria lutescens, Microchloa kunthii, Sporobolus poiretii, Paspalum notatum y Bouteloua curtipendula, estos pastizales generalmente son de origen secundario (COTECOCA, 1979).

La selva baja caducifolia se describe con mayor amplitud dentro de la vegetación de clima cálido, donde tiene su mayor extensión superficial.

#### 4.7.5. Vegetación de clima cálido

En el estado de Morelos, la vegetación de clima semicálido y cálido, está representado por: la selva baja caducifolia, el pastizal inducido, elementos de selva mediana

subcaducifolia y vegetación sabanoide.

La selva baja caducifolia ocupa la mayor parte del Estado; tiene como característica que sus árboles pierden sus hojas durante la estación seca del año. A este tipo de vegetación pertenecen los "cuajiotales" y las "tetlateras" de Miranda (1941).

El "cuajiotal" se localiza principalmente en el cañón de Lobos, Jonacatepec y en los cerros de Jojutla y Tlaquiltenango. Las especies dominantes son: Bursera copallifera, B. bipinnata, B. fagaroides, B. bicolor, B. glabrifolia, Ipomea wolcottiana, Pithecellobium acatlenae y Lonchocarpus rugosus, asociadas con Ceiba aesculifolia, Cassia skineri, Ipomea arborescens y Guazuma ulmifolia (Miranda, 1941).

En la entidad, la selva baja caducifolia se distribuye sobre sustratos de origen volcánico como de origen sedimentario (calizo principalmente) y sobre terrenos de lomeríos como de tipo cerril (COTECOCA, 1979).

Al norte y oeste del Estado en los municipios de Cuernavaca, Temixco, Xochitepec, Miacatlán, Tepoztlán, Tlayacapan, Atlatlahucan y Jiutepec, en altitudes comprendidas entre 800 y 1,600 m.s.n.m., se encuentra una selva baja caducifolia bastante alterada por la actividad agrícola. En las regiones mencionadas, esta comunidad forestal se presenta sobre sustratos de origen volcánico (riolitas, andesitas, basaltos y cenizas volcánicas), en lomeríos de pendiente variable y sobre suelos medianos y someros, de color castaño oscuro y de textura franco-arenosa. Las especies más conspicuas que componen esta comunidad son: Lysiloma acapulcensis (tepehuaje), Lysiloma divaricata (quebrache) Bursera morelensis (cuajote colorado),

*B. odorata* (cuajote verde), *B. fagaroides* (cuajote amarillo), *B. bipinnata* (copal), *Leucaena glauca* (guaje), *Pseudomodinium perniciosum* (tetlatilla), *Ceiba parvifolia* (pochote), *Juliana adstringens* (cuachalalate), *Guazuma ulmifolia* (cuaulote), *Lemairoceres weberi* (órgano), *L. stellatus* (pitaya), *Opuntia* spp. (nopal), *Pseudobombax palmeri* (clavellino), *Sapium biloculare*, *Celtis pallida* (guabato), *Sideroxylon capire* (capire), *Erythrina flabelliformis* (colorin), *Psidium* sp. (guayabo) e *Ipomoea intrapilosa* (casahuate); sobre los arroyos son más frecuentes *Pithecolobium dulce* (guamuchil), *Prosopis juliflora* (mezquite), *Licania arborea* (cacahuananche) y *Ficus* spp. (amate) (COTECOCA, 1979).

En la región de Temixco, Mor., particularmente en el poblado de Cuentepec, Monroy et al (1982), reportan una selva baja caducifolia constituida por *Pseudomodinium perniciosum*, *Acacia coulteri*, *A. cochliacantha*, *A. pennatula*, *Cassia angustissima*, *Bursera lancifolia*, *B. copallifera*, *B. glabrifolia*, *B. simaruba*, *Alvarodea amarphoides*, *Cordia morelosana*, *Thevetia ovata* e *Ipomoea pauciflora*.

En el sur del estado de Morelos, dentro de los municipios de Tlaltizapán, Villa de Ayala, Tepalcingo, Tlaquiltenango, Cuautla, Yautepec, Jantetelco, Jonacatepec, Yecapixtla, en altitudes comprendidas entre 1,000 y 1,600 m.s.n.m., se presenta una selva baja caducifolia sobre sustratos de origen volcánico en terrenos de tipo cerril con pendientes del 20 al 60% y sobre suelos someros castaño-oscuro y de textura franco-arenosa. Las especies dominantes que componen esta comunidad son: *Cyrtocarpa procera*, *Ceiba parvifolia*, *Conzattia multiflora*, *Acacia acatlensis*, *A. xybispina*, *Ipomoea intrapilosa*,

Lemairococcus weberi, L. stellatus, Juliana adstringens, Lysiloma divaricata, Lysiloma acapulcensis, Plumeria rubra, Branhea dulcis, Myrtillocactus achenkii, Karwinskia humboldtiana, Agave spp., Bursera spp. y Opuntia spp. (COTECOCA, 1979).

En el municipio de Tepalcingo se observa una selva baja caducifolia bien conservada dominada por Bursera copallifera, B. bicolor, B. bipinnata, B. fagaroides, B. glabrifolia, B. schechtendalii, Guazuma ulmifolia, Ficus cotinifolia, F. petiolaris, Amphipterygium adstringens, Crescentia alata, Plumeria rubra, Thevetia thevetioides, Cordia morelosana, Acacia coulteri, A. cochliatantha, Conzattia multiflora, Eysenhardtia polystachya, Lysiloma acapulcensis y Haematoxylon brassiletto (Arias, 1986).

También en el sur de la entidad se presentan las tetecheras intercaladas con la selva baja caducifolia. Están constituidas por Stenocereus dumortieri, S. stellatus, S. weberi, Pachycereus grandis, Neobouxbamia sp. y Myrtillocactus geometrizans (Arias, op. cit.).

En la región central y una porción sur del estado de Morelos correspondiente a los municipios de Jiutepec, Zapata, Yautepec, Tlaltizapán, Jojutla, Zacatepec, Tlaquiltenango, Cuautla y Tepoztlán, en altitudes comprendidas entre 800 y 1,450 m.s.n.m., sobre cerriles de sustrato sedimentario (calizas, lutitas, areniscas principalmente) y en suelos someros, de color negro a castaño grisáceo y de textura franco-arcillosa o arcillosa, se distribuye una selva baja caducifolia constituida por Conzattia multiflora, Bursera spp., Ceiba parvifolia, Lysiloma divaricata, Karwinskia humboldtiana, Pseudobomlax palmeri, Cyrtocarpa procera, Ficus spp., Sideroxylon capira,



*Opuntia* spp., *Lemaireocereus weberi*, *Maclura tinctoria*, *Erythrina flabelliformis*, *Ipomea intrapilosa*, *Pseudosmodingium perniciosum*, *Cassia polyantha*, *Acacia cymbispina*, *A. farnesiana* y *A. acatlensis* (COTECOCA, 1979).

En el municipio de Jantetelco, en los límites de los estados de Morelos y Puebla se encuentra una selva baja caducifolia fuertemente perturbada en algunos lomeríos de mediana a fuerte pendiente y sobre suelos pedregosos y someros. Entre las especies dominantes de esta comunidad en el estrato arbóreo destacan: *Bursera longipes*, *B. glabrifolia*, *B. lancifolia*, *B. bipinnata*, *B. bicolor*, *B. fagaroides*, *B. schlechtendalii*, *B. copallifera*, *Lysiloma tergermina*, *Caiba parvifolia*, *Plumeria acutifolia*, *Laucaena macrocarpa*, *Ipomoea arborescens*, *Trichilia hirta*, *Thevetia ovata*, *Juliana adstringens*, *Sapium macrocarpum*; *Lemaireocereus weberi*, y *Myrtillocactus geometrizans*. En el estrato arbustivo se presentan: *Acacia bilimekii*, *Mimosa biuncifera*, *Pithecellobium acatlense*, *Cassia pringlei*, *Acacia farnesiana*, *A. cochliacantha*, *A. pennatula* y *Randia aculeata* (Guevara y Soria, 1978).

Elementos de la selva mediana subcaducifolia se distribuye en los márgenes del río Amacuzac, desde Coatlán del Río hacia el SE, ocupando parte de los municipios de Miacatlán, Mazatepec, Amacuzac, Puente de Ixtla, Jojutla, Tlaquiltenango y Tetecala, en altitudes comprendidas entre 800 y 1,600 m.s.n.m., sobre aluviones de edad reciente, en terrenos casi planos y sobre suelos de origen aluvial, profundos, de color negro a gris muy oscuro y de textura arcillosa. Las especies dominantes son: *Pithecellobium dulce*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Lysiloma acapulcensis*, *Ficus* spp., *Laucaena glauca*, *Bursera excelsa*,

Acacia acatlense, Licania arborea, Sapindus saponaria y Prosopis juliflora (COTECOCA, 1979).

La vegetación de sabana es de tipo inducido; se distribuye en el municipio de Huajintlán y parcialmente en los municipios de Tetecala, Amacuzac y Coatlán del Río, ocupando una superficie aproximada de 6,000 ha. Las sabanas se presentan en lomeríos de pendiente que van de 6 al 20%, sobre suelos medianos, café grisáceo muy oscuro y de textura arcillosa; altitudinalmente entre 1,000 y 1,200 m.s.n.m. Las especies dominantes son: Crescentia alata, Vitex mollis, Pithecallobium dulce, acompañada de varias especies de gramíneas como: Hilaria cenchroides, Bouteloua hirsuta, B. curtipendula, Paspalum notatum, Cynodon dactylon, Paspalum sp., y Panicum sp. (COTECOCA, 1979).

## **5. MATERIALES Y METODOS.**

### **5.1. Regionalización ecológica del estado de Morelos.**

Para la regionalización ecológica de la entidad, se utilizó material cartográfico de la "Síntesis Geográfica de Morelos" (S.P.P., 1981) de escala 1:250 000.

Las unidades biotico-ambientales que se tomaron en cuenta para la obtención de las unidades ecológicas fueron: clima, fisiografía, geología, suelos y uso actual del suelo.

#### **5.1.1. Estratificación de unidades ecológicas.**

La estratificación y definición de las unidades ecológicas se hizo de acuerdo con la técnica de sobreposición de mapas de la metodología Francesa (Joly, 1960 en Godron, 1976; 1981; Godron *et al.* 1964; Godron *et poissonet*, 1972; Le Floc'h *et al.*, 1973, en Godron 1976). Para este fin cada uno de los mapas: climático, geomorfológico, geológico, edáfico y de uso actual fueron transferidos a papel albanens; en este material se llevó a cabo la sobreposición de mapas, para lo cual se utilizó como patrón principal al mapa climático, sobre el cual se traslaparon secuencialmente los mapas de geomorfología, geología, suelos y uso actual. En cada sobreposición se definieron estratos o unidades de acuerdo a los límites y combinaciones de los tipos físicos, de vegetación y uso agrícola; de esta forma cada estrato quedó definido por cinco factores biofísicos, lo que dió origen a las unidades ecológicas registradas en este trabajo.

Se asignó una clave a cada unidad ecológica obtenida; de esta manera cada unidad ecológica esta definida por cinco números; el primero corresponde al tipo climático, el segundo al tipo

geomorfológico, el tercero al tipo de roca, el cuarto al grupo de suelos y el quinto, al tipo de vegetación o uso agrícola.

### 3.1.2. Asociación de unidades biótico-ambientales.

Con el fin de obtener las unidades ecológicas más significativas se elaboraron matrices de doble entrada, para conocer el grado de asociación de las distintas unidades físicas y bióticas. Las matrices que se elaboraron fueron:

- Unidad climática/unidad fisiográfica.
- Unidad climática/unidad geológica.
- Unidad climática/unidad edáfica.
- Unidad climática/unidad de uso actual.
- Unidad fisiográfica/unidad geológica.
- Unidad fisiográfica/unidad edáfica.
- Unidad fisiográfica/unidad de uso actual.
- Unidad geológica/unidad edáfica.
- Unidad geológica/unidad de uso actual.
- Unidad edáfica/unidad de uso actual.

En cada matriz se registró la frecuencia de ocurrencia entre las unidades físicas y bióticas consideradas; estos datos de frecuencias fueron los que se utilizaron para determinar la asociación de las variables. En cada matriz quedaron ubicados tres tipos de información: las frecuencias de ocurrencia entre cada unidad física y biótica, el total de unidades de cada unidad biofísica y el total de unidades ecológicas.

En base a esta información se realizaron pruebas de independencia para definir la posible relación entre las variables consideradas, para lo cual se elaboraron tablas de contingencia dos por dos; de acuerdo a esta prueba la hipótesis nula afirma que no existe relación entre las variables, es decir son independientes.

Las tablas de contingencia fueron sometidas a la prueba de Ji-cuadrada para determinar el grado de asociación entre las variables; los valores calculados se compararon con valores tabulares de Ji-cuadrada, con un grado de libertad y a tres niveles de significancia: 0.05, 0.01 y 0.001.

Para conocer si la asociación entre las variables físicas y bióticas era positiva o negativa se aplicó el coeficiente de asociación puntual (Dagnelie, 1960 en Godron *et. al.*, 1969). Los cálculos de la prueba de Ji-cuadrada y de los coeficientes de asociación puntual se llevaron a cabo a través de un programa de cómputo elaborado exprofeso denominado Ji-Cuadra (Boyas y Casas, 1990).

### **3.1.3. Definición de unidades ecológicas de mayor representatividad.**

Con el fin de conocer su importancia y representatividad en el estado, se estimó la superficie de cada unidad ecológica mediante un planímetro. Las unidades ecológicas que tuvieron más del 1% de la superficie estatal, se consideraron como las de mayor representatividad .

### **3.1.4. Definición de unidades ecológicas más importantes.**

De acuerdo con los criterios de significancia y representatividad, se obtuvieron la unidades ecológicas más importantes del Estado; es decir aquellas unidades que tuvieron mayor representatividad en el Estado y que tuvieron una fuerte interacción biofísica.

## **5.2. Estimación de la productividad forestal, composición y estructura.**

Para estimar estas características se utilizaron los siguientes pasos metodológicos.

### **5.2.1. Selección de unidades ecológicas.**

Se seleccionaron las unidades ecológicas más importantes del estado de la selva baja caducifolia, debido a su mayor representatividad estatal y a su escaso conocimiento ecológico y productivo en la entidad.

### **5.2.2. Diseño de muestreo.**

Se eligió un diseño de muestreo de tipo aleatorio estratificado, considerando a las diferentes unidades ecológicas como estratos.

Para obtener los datos de campo se utilizaron cuadrados de 0.1 ha, para la caracterización ecológica del sitio de muestreo y para el registro de los datos dasométricos de las especies arbóreas; así mismo se emplearon cuadrados de 100 metros para evaluar el repoblado de las especies arbóreas.

El cálculo del tamaño de muestra (número de cuadrados/unidad ecológica), estuvo en función de la superficie de la unidad ecológica seleccionada y de acuerdo a una intensidad de muestreo del 0.01%. Se eligió esta intensidad de muestreo tomando en cuenta las experiencias del Inventario Nacional Forestal que han utilizado intensidades de muestreo similares en inventarios forestales regionales o estatales. Mediante el cálculo a posteriori sobre calidad de muestreo (Guillerm, 1971; 1976; Godron, 1968) y con el método de medias acumuladas (Greig-Smith,

1964), se fundamentó el tamaño de muestra definitivo.

La ubicación de los sitios de muestreo (cuadrados), se efectuó aleatoriamente en cada unidad ecológica y en función de la representatividad de las condiciones ecológicas del área.

### **5.2.3. Registro de la información de campo.**

La información de campo que se registró en cada sitio de muestreo fue la siguiente:

#### **5.2.3.1. Caracterización ecológica del sitio de muestreo.**

Para llevar a cabo esta actividad se tomó como base el instructivo de Godron *et al.* (1969). Los parámetros que se tomaron en cuenta fueron los siguientes:

- **Parámetros fisiográficos:**
- **Posición topográfica, de acuerdo a las siguientes topoformas: loma, cerro, barranca, meseta.**
- **Microrelieve, según las siguientes categorías: plano, ondulado, accidentado.**
- **Altitud, con un altímetro.**
- **Exposición, con una brújula Brunton**
- **Pendiente, con un clisímetro. Se estimó en %.**
- **Parámetros geológicos:**
- **Tipo de roca**
- **% de rocas en la superficie del sitio, mediante líneas Canfield de 10 metros dentro del sitio.**
- **Parámetros edáficos:**
- **Tipo de suelo**

- Profundidad, según las clases: delgado (< 30 cm), mediano (30-60 cm) y profundo (> 60 cm).
- Textura al tacto, según el criterio de gruesa, media o fina.
- % de pedregosidad, % de material fino y % de hojarasca, mediante líneas Canfield.
- Tipo de erosión según las clases: laminar, surcos, cárcavas.
- % de erosión, en base a líneas Canfield.
- Grado de erosión: ligera, moderada, severa.
- Color en seco, de manera visual.
- % de materia orgánica
- pH, mediante un potenciómetro de campo
- Capacidad de uso de la tierra, según los criterios de Klinbebiel y Montgomery (1961).
- Parámetros de la vegetación:
  - Tipo de vegetación
  - Especies dominantes, por fisonomía.
- Agentes de perturbación a nivel de presencia solamente:
  - Tala
  - Pastoreo
  - Incendios
  - Plagas

### **5.2.3.2. Caracterización dasonométrica.**

Se evaluaron las siguientes características solamente para las especies arbóreas mayores de 5 cm de diámetro:



- Diámetro, mediante una cinta diámetrica; medido a 1.30 m de altura, sobre el nivel del suelo.
- Altura total, con un clinómetro
- Altura de fuste, con un clinómetro o pertiga graduada
- Altura de copa, por diferencia altura total-altura de fuste.
- Cobertura, a partir de la proyección de la copa.
- Volumen total mediante la técnica de segmentación visual (Born y Chojnacky, 1985), la cual ha sido aplicada para especies de latifoliadas con gran cantidad de trozas en la copa o ramaje. Esta técnica segmenta las trozas de una manera visual; de cada troza se calcula su diámetro con aproximación a cada 10 centímetros y su longitud con aproximación a un metro. El fuste principal se mide directamente, con cinta diámetrica o con clinómetro; posteriormente en gabinete se obtiene el volumen total sumando los volúmenes parciales del fuste principal y de cada una de las trozas de cada árbol.

#### 3.2.3.3. Calidad de trocería.

Este concepto se refiere a la forma del fuste o troza, se considera de buena calidad para fines maderables una troza cuya forma es recta y se aproxima a la figura geométrica del cilindro. Para evaluar esta característica se utilizaron para los criterios propuestos por el Inventario Nacional Forestal (1979):

- Forma de la troza:
  - recta
  - curva
  - quebrada u ondulada

#### 5.2.3.4. Repoblado.

Se contaron los individuos con diámetro menor de 5 cm, y altura mayor de 0.5 m, de todas las especies arbóreas. Se

estimó por conteo directo en un cuadrado de 100 metros.

#### 5.2.3.5. Inventario florístico.

De las especies arbóreas presentes en el sitio de muestreo y áreas circunvecinas, se hicieron colectas botánicas, las cuales fueron identificadas y herborizadas en el Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Morelos.

#### 5.2.3.6. Suelos.

De sitios de muestreo representativos de las unidades ecológicas se tomó una muestra del horizonte superficial del suelo (hasta 30 cm de profundidad), sin repetición para su posterior análisis en el laboratorio.

Para estimar la cobertura superficial del suelo en cuanto a porcentajes de vegetación, hojarasca, material fino, gravas, piedras y rocas se utilizó el método de línea Canfield (1941, en Mueller-Dombois y Ellernberg, 1974), empleando una línea de 10 m dentro del sitio de muestreo de 1000 m cuadrados.

### 5.3. Procesamiento de la información.

El procesamiento de la información se llevó a cabo en su mayor parte a través del paquete estadístico SAS (Barr et al., 1979) y básicamente se enfocó a los siguientes aspectos:

#### 5.3.1. Composición arbórea.

La composición arbórea se determinó a nivel taxonómico agrupando las especies en familias y géneros con la finalidad de conocer la representatividad de éstos taxa.

A un nivel cuantitativo se analizaron los parámetros relativos de densidad, frecuencia, dominancia e índices de valor de importancia, los cuales se obtuvieron aplicando las siguientes

fórmulas:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Total de individuos de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de una especie}}{\text{Total de frecuencias de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Area basal de una especie}}{\text{Area basal total de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Indice valor de importancia} = \text{densidad relativa} + \text{frecuencia relativa} + \text{dominancia relativa}$$

### 5.3.2. Análisis estructural.

El análisis estructural de las comunidades arbóreas, toma en cuenta a las categorías diamétricas y clases de alturas de acuerdo a su densidad (Daniel *et al.*, 1982). Este análisis se realizó para cada unidad ecológica y para las especies arbóreas más importantes.

### 5.3.3. Caracterización dasométrica.

El análisis dasométrico se llevo a cabo por unidad ecológica en base a las siguientes características:

- Densidad
- Diámetro
- Altura total
- Fuste limpio
- Area basal
- Cobertura

### 5.3.4. Productividad forestal.

El parámetro que se tomo en cuenta para la evaluación de la productividad forestal fue:

- Volumen maderable/hectárea.

#### 5.3.4.1. Volumen.

Para el cálculo del volumen comercial se utilizó la formulade Huber (Romanh de la Vega *et al.*, 1987):

$V = AB * H$ ; donde: V = Volumen maderable; AB = Area basal y H = Altura del fuste.

Para el cálculo del volumen total, primero se obtuvo el volumen del fuste principal y después de cada una de las trozas; la sumatoria de estos volúmenes, determinó el volumen total.

#### 5.3.4.2. Tablas de volumen.

Se elaboraron tablas de volumen para las especies arbóreas más importantes de cada unidad ecológica, para lo cual se utilizó un programa de computo del paquete estadístico SAS (Barr *et al.*, 1979). El modelo utilizado para este fin fue el de Schumacher y Hall (1930, citado por Rodríguez *et al.*, 1990).

#### 5.3.4.3. Calidad de trocería.

La calidad de trocería se analizó a nivel de unidad ecológica y a nivel de especies importantes utilizando porcentajes para cada tipo de trocería y agrupándolas de acuerdo a su volumen estimado.

## **6. RESULTADOS Y DISCUSION.**

### **6.1. Regionalización ecológica.**

La regionalización ecológica permitió obtener información biofísica del estado de Morelos a dos niveles: Por un lado se obtuvieron las unidades físicas y de uso actual en forma particular y por otro lado, se definieron las unidades ecológicas de la Entidad; los resultados se presentan por separado en los siguientes capítulos.

#### **6.1.1. Unidades ambientales y bióticas.**

Una contribución colateral de este estudio, fue la estimación de las superficies de cada unidad ambiental y biótica a partir de la cartografía de SPP (1981) del estado de Morelos, ya que en este último trabajo no se indican las superficies ocupadas por las distintas regiones fisiográficas, litología superficial, suelos y uso actual; solamente se indican cifras para los tipos climáticos.

Con la finalidad de conocer la representatividad a nivel estatal de las unidades ambientales, se calculó la superficie ocupada por cada uno de ellas, así como el número de unidades en que se presentan en la entidad. Los resultados de estas determinaciones se presentan en forma particular para cada unidad física y biótica.

El conjunto de unidades cartográficas climáticas, fisiográficas, geológicas, edafológicas y de uso actual están asociadas en el estado en 130 unidades ecológicas, lo cual refleja por sí misma la gran heterogeneidad del ambiente en el

estado de Morelos, a pesar de ser una de las Entidades más pequeñas del país.

#### 6.1.1.1. Unidades climáticas.

La unidad climática con mayor número de unidades y con mayor superficie en el estado de Morelos, corresponde al clima cálido subhúmedo, abarcando la región centro y sur de la Entidad; la de menor extensión y de menor número de unidades corresponde al clima frío subhúmedo, localizándose en la parte más alta del Popocatepetl (Cuadro 3).

Cuadro 3. Unidades climáticas del estado de Morelos.

CLAVE	CLIMA	SUPERFICIE (ha)	% ESTATAL	No. DE UNIDADES
1	Cálido subhúmedo	353,875	71.5	80
2	Semicálido subhúmedo	78,750	15.9	22
3	Templado subhúmedo	51,250	10.3	18
4	Semifrío subhúmedo	10,500	2.1	8
5	Frío subhúmedo	1,125	0.2	2
T o t a l :		495,500	100.0	130

Las unidades semicálidas ocupan el segundo lugar en superficie y número y se distribuyen en una franja oriente-poniente, casi al norte del Estado.

Las unidades templadas semifrías y frías ocupan en su conjunto el 12 % de la superficie en total y se distribuyen principalmente en el norte de la entidad.

La relativa dominancia del clima cálido-subhúmedo en el estado de Morelos, se debe a que esta entidad se encuentra al sur del Trópico de Cáncer por lo cual se halla dentro de la zona tropical; asimismo, las diferencias altitudinales ocasionadas por el relieve también han influido en las condiciones climáticas templadas del norte del Estado (Aguilar, 1990).

#### 6.1.1.2. Unidades geomorfológicas.

Con la finalidad de ganar claridad, se dividió la geomorfología del Estado de Morelos en planicies, lomeríos y sierras; las planicies abarcan el 45 % de la superficie estatal y comprenden 51 unidades, las cuales están ocupadas por recursos agrícolas principalmente.

El 55 % restante de la superficie estatal corresponde al lomerío y sierras, con mayor representación de estas últimas; ambas unidades geomorfológicas se encuentran ocupadas por recursos forestales en mayor proporción (Cuadro 4).

Cuadro 4. Unidades geomorfológicas del estado de Morelos.

CLAVE	GEOMORFOLOGIA	SUPERFICIE (ha)	% ESTATAL	No. DE UNIDADES
1	Lomerío	64,562.5	13.03	18
2	Planicie	221,812.5	44.77	51
3	Sierra	209,125.0	42.20	61
T o t a l :		495,500.0	100.00	130

En la formación y distribución de las unidades geomorfológicas que hoy se conocen en la entidad, indudablemente los eventos tectónicos y volcánicos ocurridos en el Mesozoico y en el Cenozoico jugaron un papel importante (Aguilar, 1990).

### 6.1.1.3. Unidades geológicas.

Las unidades geológicas mejor representadas en el Estado de Morelos en cuanto a número y superficie, son las ígneas extrusivas básicas (basaltos principalmente) y las de areniscas conglomerados. Las primeras se localizan principalmente al norte del Estado y las segundas en el sur y poniente del mismo. La unidad geológica más pequeña en superficie y número es la de travertino, localizada solamente al oeste de Valle de Vázquez.

Otras unidades geológicas importantes son las que corresponden a rocas ígneas extrusivas ácidas (dacitas, andesitas y tobas andesíticas principalmente) localizadas al sur del Estado, las unidades de caliza distribuidas en la parte central y poniente de la entidad y las unidades de aluvi6n con amplia distribuci6n al sureste del Estado (Cuadro 5).

Cuadro 5. Unidades geológicas del estado de Morelos.

CLAVE	GEOLOGIA	SUPERFICIE (ha)	% ESTATAL	No. DE UNIDADES
1	Ígnea extrusiva ácida	91,187.5	18.4	17
2	Ígnea extrusiva básica	142,687.5	28.8	45
3	Aluvi6n	85,937.5	17.3	9
4	Arenisca conglomerado	98,812.5	20.0	33
5	Lutita arenisca	18,875.0	3.8	7
6	Caliza	57,375.0	11.6	18
7	Travertino	625.0	0.1	1
T o t a l :		495,500.0	100.0	130

Las rocas sedimentarias se originaron en el Cretácico Inferior; en este período los mares que cubrían el territorio morelense desde el Jurásico sufrieron un proceso de transgresi6n, dándose las condiciones propicias para la precipitaci6n de las calizas, de las cuales se originaron las areniscas y lutitas durante el Cretácico Medio Superior. En el Terciario Superior y



Cuaternario aparecen las rocas ígneas por la influencia de las erupciones de materiales ígneos del sistema Volcánico y por el desarrollo de fosas tectónicas (Aguilar, 1990).

#### 6.1.1.4. Unidades edafológicas.

De acuerdo a la superficie ocupada y número de unidades, los suelos más importantes en el Estado de Morelos son de Feozem, Vertisol, Rendzina, Litosol, Andosol y Regosol. En la entidad, las unidades de Feozem se encuentran ampliamente distribuidas al sur y poniente, las de Vertisol y Regosol en la parte centro y oriente, las de Rendzina hacia la parte central y poniente y las de Andosol y Litosol se presentan en el norte (Cuadro 6).

Cuadro 6. Unidades de suelo del estado de Morelos.

CLAVE	SUELOS	SUPERFICIE (ha)	% ESTATAL	No. DE UNIDADES
1	Andosol	53,937.5	10.9	16
2	Acrisol	5,687.5	1.1	2
3	Cambisol	6,937.5	1.4	4
4	Kastafozem	20,812.5	4.2	6
5	Feozem	143,687.5	29.0	29
6	Fluvisol	1,750.0	0.3	4
7	Litosol	46,562.5	9.4	20
8	Luvisol	1,062.5	0.2	1
9	Regosol	42,250.0	8.5	10
10	Rendzina	54,250.0	11.0	17
11	Vertisol	118,562.5	24.0	21
T o t a l :		495,500.0	100.0	130

Es evidente que los diferentes tipos de rocas, el clima y el relieve en mayor grado, han jugado un papel importante en la actual distribución de los grupos de suelos de la entidad; asimismo, la vegetación y otros organismos han influido notoriamente en la edafogénesis de Morelos, al provocar cambios

en la fertilidad del suelo por la aportación de materia orgánica y nutrientes, así como cambios en la estructura y porosidad del mismo por efecto de los organismos (Aguilar, 1990).

#### **6.1.1.5. Unidades forestales y agrícolas.**

Las unidades forestales con mayor superficie y mayor número de unidades corresponde a la Selva Baja Caducifolia, ocupando un 38 % de la superficie estatal. Estas unidades se distribuyen ampliamente en el sur del Estado y en menor grado en el centro y poniente del mismo, posiblemente por efecto de un mayor cambio de uso del suelo en estas últimas regiones.

Considerando en su conjunto a las unidades de vegetación de pinos, encino, oyamel y otras latifoliadas en condiciones puras y mixtas, comprenden el 8.6 % de la superficie del Estado; estas unidades se ubican particularmente en el norte de la entidad.

Otra unidad forestal importante es la del pastizal, la cual ocupa el 8.7 % de la superficie estatal, distribuyéndose en manchones en todo el Estado, pero preferentemente hacia las regiones oriente y poniente del mismo.

Las unidades agrícolas ocupan el 45 % de la superficie estatal y comprenden 47 unidades; se distribuyen principalmente en el centro, oriente y poniente del Estado y en menor grado hacia el norte.

De acuerdo con los datos anteriores, el Estado de Morelos tiene un 45 % de superficie agrícola y un 55 % de superficie forestal; sin embargo, debido a la continua expansión

urbana y de la actividad agrícola, cabe esperar que en la actualidad, la superficie forestal sea menor que el porcentaje estimado (Cuadro 7).

Cuadro 7. Unidades forestales y agrícolas del estado de Morelos.

CLAVE	VEGETACION Y AGRICULTURA	SUPERFICIE (ha)	% ESTATAL	No. DE UNIDADES
1	Pino	5,687.5	1.1	5
2	Pino-oyamel	750.0	0.1	1
3	Pino-encino	17,812.5	3.6	7
4	Oyamel	1,625.0	0.3	1
5	Encino	6,812.5	1.4	5
6	Bosque mesofilo	10,687.5	2.1	4
7	Selva baja caduc.	188,062.5	38.0	45
8	Pastizal	42,812.5	8.7	14
9	Paramo	312.5	0.1	1
10	Agricultura	220,937.5	44.6	47
T o t a l :		495,500.0	100.0	130

Haciendo una comparación entre la cartografía de SPP (1981), de las unidades ecológicas de vegetación y agricultura con respecto al mapa de vegetación del estado de Morelos elaborado por el INF (1975), se puede observar que existen algunas diferencias notables, principalmente en cuanto a las superficies estimadas para cada tipo de vegetación y agricultura. Del mapa de unidades ecológicas, se estimó una superficie de 188,000 hectáreas con selva baja caducifolia, en cambio el INF (1975) solamente reporta 109,000 hectáreas para este recurso; esto se debe a que en el mapa de vegetación elaborado por el INF (1975) se incluyen a los matorrales, como otro tipo de vegetación y en la cartografía de SPP (1981), éstos son considerados como comunidades de selva baja caducifolia.

En los recorridos de campo se pudo apreciar que en la zona

de matorrales considerados en el mapa de vegetación de Morelos (INF, 1975), actualmente se distribuyen elementos propios de selva baja caducifolia, por lo que se deduce que la elaboración de ambas cartografías varían de acuerdo con el criterio y metodología utilizadas. Diferencias importantes también se presentan en la superficie agrícola; en cambio en el bosque templado frío se presentan mayor similitud en cuanto a las superficies estimadas en los dos trabajos.

Por su parte, la SARH (1991) en el inventario forestal de gran visión para el estado de Morelos mediante imágenes de satélite, reporta 324,824 hectáreas de superficie forestal para la entidad; de esta superficie 34,544 hectáreas son de selva baja caducifolia, 31,997 hectáreas son de bosques de coníferas y latifoliadas y 116,014 hectáreas son de áreas perturbadas.

De acuerdo con los datos anteriores comparados con la información registrada en el mapa de UE's, se puede observar que en los últimos 10 años se ha perdido una superficie forestal de 153,500 hectáreas para la selva baja caducifolia y de 11,376 hectáreas para el bosque de coníferas y latifoliadas; las cifras estimadas para selva baja caducifolia son alarmantes y exageradas y pudieran haberse derivado de un error de interpretación de la imagen de satélite, ya que dentro de las áreas consideradas como perturbadas en el sur del estado actualmente corresponden a una de las reservas ecológicas más importantes de la selva baja caducifolia de Morelos (Sierra de Huautla), la cual se considera como uno de los relictos mejor conservados de este ecosistema de la entidad (Montalvo, 1992; Sánchez y Romero, 1992).

Considerando conjuntamente las superficies de selva baja

caducifolia y de áreas perturbadas estimadas para Morelos por SARH (1991) se puede inferir que la selva baja caducifolia de la entidad ha disminuido aproximadamente en 37,500 hectáreas en un periodo de 10 años lo cual es un dato más fidedigno.

#### **6.1.2. Asociación de unidades físicas y bióticas.**

El análisis de asociación entre las unidades físicas y bióticas, se llevó a cabo mediante matrices de doble entrada, en las cuales se indica la frecuencia de ocurrencia entre los factores considerados, el nivel de significancia obtenido, su tipo de asociación y los valores calculados para Ji-Cuadrada y para el coeficiente de asociación. El valor de Ji-Cuadrada se cita en el primer parentesis y el valor del coeficiente de asociación se registra en el segundo parentesis (Cuadros 8 al 17). Este análisis permitió definir las unidades de mayor significancia ecológica en el Estado.

##### **6.1.2.1. Relación clima-geomorfología.**

Las mayores asociaciones se dan entre los climas semi-fríos y templados subhúmedos con las unidades geomorfológicas de montaña (sierras), evidentemente debido a las condiciones altitudinales; las unidades semicálidas subhúmedas se asocian positivamente con la topografía de lomeríos debido a que estos accidentes topográficos tienen mayor presencia en la zona transicional de los climas templados y cálidos. Por su parte, las unidades cálido-subhúmedas solamente se relacionan positivamente con las planicies, debido a que estas tienen su mayor distribución en

esta zona climática (Cuadro 8).

Cuadro 8. Relación clima-geomorfología en el estado de Morelos.

G E O M O R F O L O G I A				
CLIMA	LOMERIOS	PLANICIE	SIERRA	Σ
Frío subhúmedo	0	0	2 NS (2.29) (0.13)	2
Semifrío subhúmedo	0	0	8***+ (9.64) (0.27)	8
Templado subhúmedo	4 NS (1.22) (0.09)	0	14***+ (7.98) (0.24)	18
Semicálido subhúmedo	10***+ (22.17) (0.41)	6 NS (1.53) (-0.11)	6*- (4.10) (-0.17)	22
Cálido subhúmedo	4***- (13.64) (-0.32)	45***+ (22.27) (0.44)	31*- (5.57) (-0.20)	80
Σ	18	51	61	130

**NIVELES DE SIGNIFICANCIA:**

NS = NO SIGNIFICATIVO  
 \* = SIGNIFICATIVO AL 0.05‡  
 \*\* = SIGNIFICATIVO AL 0.01‡  
 \*\*\* = SIGNIFICATIVO AL 0.001‡

**TIPO DE ASOCIACION:**

+ = ASOCIACION POSITIVA  
 - = ASOCIACION NEGATIVA

**6.1.2.2. Relación clima-geología.**

Los climas fríos, semifríos, templados y semicálidos subhúmedos, tienen asociación positiva con las rocas de naturaleza ígnea, de las cuales las ígneas extrusivas básicas muestran mayor asociación; en cambio las unidades cálido subhúmedas sólo tienen relación positiva con las rocas sedimentarias, particularmente con las calizas y arenisca/conglomerado (Cuadro 9).

Cuadro 9. Relación clima-geología en el estado de Morelos.

GEOLOGIA	CLIMA					Σ
	FRIO SUBHUMEDO	SEMIFRIO SUBHUMEDO	TEMPLADO SUBHUMEDO	SEMICALIDO SUBHUMEDO	CALIDO SUBHUMEDO	
Ignea Extrusiva Acida	2**** (13.50) (0.32)	0	1 NS (1.03) (-0.08)	5 NS (2.16) (0.12)	9 NS (0.61) (-0.06)	17
Ignea Extrusiva Básica	0	8**** (16.10) (0.35)	17**** (33.04) (0.50)	13** (7.00) (0.23)	7***- (61.48) (-0.68)	45
Aluvi6n	0	0	0	1 NS (0.23) (-0.04)	8** (3.86) (0.15)	9
Arenisca Conglom.	0	0	0	3 NS (1.92) (-0.12)	30**** (16.11) (0.35)	33
Lutita Arenisca	0	0	0	0	7** (4.62) (0.18)	7
Caliza	0	0	0	0	18**** (13.05) (0.31)	18
Travertino	0	0	0	0	1 NS (0.62) (0.06)	1
Σ	2	8	18	22	80	130

**NIVELES DE SIGNIFICANCIA:**

NS = NO SIGNIFICATIVO  
 \* = SIGNIFICATIVO AL 0.05‡  
 \*\* = SIGNIFICATIVO AL 0.01‡  
 \*\*\* = SIGNIFICATIVO AL 0.001‡

**TIPO DE ASOCIACION:**

+ = ASOCIACION POSITIVA  
 - = ASOCIACION NEGATIVA

Estas relaciones no pueden ser interpretadas como una causalidad del clima sobre los sustratos geol6gicos, ya que 6stos, tienen una historia evolutiva totalmente diferente, las rocas

sedimentarias de origen cretácico y las rocas ígneas de origen cuaternario de lo cual se deduce que los eventos climáticos no influyeron directamente en esta distribución geológica (Aguilar, 1990),

#### **6.1.2.3. Relación clima-suelo.**

Los climas fríos, semifríos y templados presentan mayor asociación con las unidades de litosol y andosol; el clima semicálido subhúmedo es el que mayores relaciones tiene con las unidades edáficas, ya que se asocian positivamente con los acrisoles, feozem, luvisoles y regosoles; el clima cálido subhúmedo se asocia con ocho unidades de suelo, pero sólo presenta significancia con las unidades de rendzina y vertisol (Cuadro 10).

Es importante señalar que se registraron 20 unidades de feozem con clima cálido subhúmedo; sin embargo, la asociación estadística no resultó significativa a pesar de que el feozem ocupa una gran superficie en este tipo climático.

De acuerdo con Jenny ( 1941 in Ortiz Villanueva y Ortiz Solorio, 1980), la formación del suelo depende de varios factores, entre ellos el clima, en este sentido la asociación obtenida de clima/suelo si tienen un efecto de causalidad del primero sobre el segundo.



Cuadro 10. Relación clima-suelo en el estado de Morelos.

SUELO	CLIMA					Σ
	FRIO SUBHUMEDO	SEMIFRIO SUBHUMEDO	TEMPLADO SUBHUMEDO	SEMICALIDO SUBHUMEDO	CALIDO SUBHUMEDO	
Andosol	0	4**** (11.22) (0.29)	11**** (46.10) (0.59)	1 NS (1.47) (-0.10)	0	16
Crisol	0	0	0	2*** (9.97) (0.27)	0	2
Cambisol	0	0	0	1 NS (0.19) (0.03)	3 NS (0.30) (0.04)	4
Kastafozem	0	0	0	0	6 NS (3.43) (0.17)	6
Feczem	0	0	0	9** (5.28) (0.20)	20 NS (0.86) (0.08)	29
Fluvisol	0	0	0	0	4 NS (0.52) (0.14)	4
Litosol	2**** (11.17) (0.29)	4*** (7.84) (0.24)	6*** (5.17) (0.19)	1 NS (2.38) (-0.13)	7*- (7.03) (-0.23)	20
Luvisol	0	0	0	1** (4.94) (0.19)	0	1
Regosol	0	0	1 NS (0.13) (0.03)	5*** (8.43) (0.25)	4 NS (2.12) (0.12)	10
Rendzina	0	0	0	0	17**** (12.22) (0.30)	17
Vertisol	0	0	0	2 NS (0.97) (-0.08)	19*** (8.86) (0.26)	21
Σ	2	8	18	22	80	130

## NIVELES DE SIGNIFICANCIA:

NS = NO SIGNIFICATIVO

\* = SIGNIFICATIVO AL 0.05%

\*\* = SIGNIFICATIVO AL 0.01%

\*\*\* = SIGNIFICATIVO AL 0.001%

## TIPO DE ASOCIACION:

+ = ASOCIACION POSITIVA

- = ASOCIACION NEGATIVA

Los factores climáticos que mayor influencia pueden haber tenido efecto sobre el suelo son la temperatura y precipitación, ya que de acuerdo con Aguilar (1990) en el estado de Morelos, los cambios térmicos originan la expansión y contracción de las rocas con tendencia a intemperizarlas; a su vez los procesos de suelo y humedecimiento originadas por las precipitaciones, determinan las dilataciones y abrasión del suelo, el transporte de estos materiales desde las partes altas a las partes bajas donde se depositan, contribuye a la edafogénesis.

#### 6.1.2.4. Relación clima-uso actual.

El clima frío muestra una alta asociación positiva con la vegetación de pino (*Pinus hartwegii*) y con el páramo (zacatonal alpino para algunos autores); el clima semifrío tiene relación positiva con la vegetación de pino y oyamel en masas puras o mezcladas; el clima templado se asocia positivamente con el bosque pino-encino y el bosque mesófilo; el clima semicálido subhúmedo está asociado significativamente con el bosque de encino en las serranías de menor altitud y con el pastizal.

Por su parte, el clima cálido subhúmedo sólo se asocia positivamente con la selva baja caducifolia; sin embargo, con la agricultura no mostró significancia a pesar de que el 68 % de las unidades agrícolas se presentan en este tipo climático; en contraposición de lo anterior, menos el 50 % de las unidades cálido subhúmedas tienen unidades agrícolas, lo cual puede explicar la no significancia entre dichas unidades (Cuadro 11).

Cuadro 11. Relación clima-vegetación y agricultura en el estado de Morelos.

VEG.-AGRIC	CLIMA					Σ
	FRIO SUBHUMEDO	SEMIFRIO SUBHUMEDO	TEMPLADO SUBHUMEDO	SEMICALIDO SUBHUMEDO	CALIDO SUBHUMEDO	
Pino	1**** (11.73) (0.32)	3**** (26.10) (0.49)	1 NS (0.46) (0.03)	0	0	5
Pino-Oyamel	0	1**** (15.36) (0.34)	0	0	0	1
Pino-Encino	0	1 NS (0.84) (0.08)	5**** (20.56) (0.39)	1 NS (0.03) (-0.01)	0	7
Oyamel	0	1*** (15.36) (0.34)	0	0	0	1
Encino	0	0	1 NS (0.16) (0.03)	4**** (14.71) (0.33)	0	5
Bosque Mesofilo	0	0	4**** (25.67) (0.44)	0	0	4
Sel. Baja Caduc.	0	0	0	5 NS (1.65) (-0.11)	40**** (21.75) (0.40)	45
Pastizal	0	1 NS (0.02) (0.01)	0	5** (3.94) (0.17)	8 NS (0.12) (-0.03)	14
Páramo	1**** (64.49) (0.70)	0	0	0	0	1
Agricultura	0	1 NS (2.06) (-0.12)	7 NS (0.06) (0.02)	7NS (0.21) (-0.04)	32 NS (1.33) (0.10)	47
E	2	8	18	22	80	130

NIVELES DE SIGNIFICANCIA:

NS = NO SIGNIFICATIVO  
 \* = SIGNIFICATIVO AL 0.05%  
 \*\* = SIGNIFICATIVO AL 0.01%  
 \*\*\* = SIGNIFICATIVO AL 0.001%

TIPO DE ASOCIACION:

+ = ASOCIACION POSITIVA  
 - = ASOCIACION NEGATIVA

De acuerdo a los resultados obtenidos, el clima tiene una influencia determinante sobre la vegetación y la agricultura. De los factores climáticos que influyen con mayor significancia sobre estos recursos son la temperatura y la precipitación, ya que al aumentar la temperatura y disminuir la precipitación se favorece la presencia de la selva baja caducifolia y al contrario, al disminuir la temperatura y aumentar la precipitación se favorece la presencia de los bosques de coníferas en masas puras o mezcladas con latifoliadas. Dentro de éstas UE templado frías, la temperatura ejerce mayor influencia que la precipitación; ya que hacia las mayores altitudes con temperaturas más frías las asociaciones se presentan solamente con el bosque de pino y el páramo de altura.

Esta influencia se hace sentir también en los cultivos agrícolas, donde algunos de ellos como el arroz, caña de azúcar y sorgo típicamente se distribuyen en los climas cálido-subhúmedos y otros como la asociación maíz-frijol y trigo se ubican dentro de los climas templados y semifríos.

Dentro de las UE con pastizal es conveniente separar las UE de pastizal en clima templado frío, los cuales ecológica y fisiológicamente se ubican dentro del tipo de vegetación correspondiente al zacatonal.

Cabe destacar también las relaciones de los climas semicálidos con los encinares y pastizales, ubicados en la zona transicional de las comunidades típicamente templado frías y de la selva baja caducifolia.

### 6.1.2.5. Relación geomorfología-geología.

Los lomeríos mostraron asociación positiva sólo con las rocas ígneas extrusivas básicas, las planicies con las unidades de aluvi6n y de arenisca-conglomerado, y negativamente con las ígneas extrusivas básicas y las calizas; por su parte las sierras tienen asociaci6n positiva con las calizas en mayor grado y con las ígneas extrusivas ácidas en menor grado. Las rocas ígneas extrusivas básicas tienen amplia representaci6n en las unidades de sierra, pero no se encontr6 significancia estadística entre ellas (Cuadro 12).

Cuadro 12. Relaci6n geomorfología-geología en el estado de Morelos.

GEOLOGIA	GEOMORFOLOGIA			
	LOMERIO	PLANICIE	SIERRA	E
Ignea Extrusiva Acida	0	5 NS (0.79) (-0.07)	12**+ (4.39) (0.18)	17
Ignea Extrusiva Básica	12***+ (9.48) (0.27)	9***- (10.67) (-0.28)	24 NS (1.31) (0.09)	45
Aluvi6n	0	9***+ (14.97) (0.33)	0	9
Arenisca- Conglomerado	5 NS (0.06) (0.02)	24***+ (20.81) (0.40)	4***- (21.50) (-0.40)	33
Lutita- Arenisca	0	2 NS (0.35) (0.05)	5 NS (1.78) (0.11)	7

Continuación Cuadro 12.....

Caliza	1 NS (1.20) (-0.04)	2** (6.92) (-0.23)	15***+ (11.12) (0.29)	18
Travertino	0	0	1 NS (1.13) (0.09)	1
$\Sigma$	18	51	61	130

**NIVELES DE SIGNIFICANCIA:**  
 NS = NO SIGNIFICATIVO  
 \* = SIGNIFICATIVO AL 0.05%  
 \*\* = SIGNIFICATIVO AL 0.01%  
 \*\*\* = SIGNIFICATIVO AL 0.001%

**TIPO DE ASOCIACION:**  
 + = ASOCIACION POSITIVA  
 - = ASOCIACION NEGATIVA

Las relaciones geomorfológicas con los tipos de rocas dan información en que tipo de topografía se presentan diferentes estratos geológicos, pero no necesariamente reflejan causalidad, ya que varios tipos de rocas pueden distribuirse en distintas topoformas, aunque no se hayan detectado asociaciones significativas desde el punto de vista estadístico; probablemente estas relaciones tienen una historia común a través de los plegamientos, tectónismos y vulcanismos que se presentaron en el Mesozoico y Cenozoico y dieron origen a las topoformas y rocas actuales (Aguilar, 1990).

**6.1.2.6. Relación geomorfología-suelo.**

Las unidades de lomerío muestran asociación positiva con los acrisoles, las cuales solamente se presentaron en estas unidades geomorfológicas; las planicies se encuentran asociadas con los cambisoles, fluviosoles y vertisoles, que en general son unidades edáficas de vocación agrícola; las sierras muestran asociación positiva con las unidades de andosol, litosol y rendzina, que son suelos de vocación forestal (Cuadro 13).

Cuadro 13. Relación geomorfología-suelos en el estado de Morelos.

SUELO	GEOMORFOLOGIA			Σ
	LOMERIO	PLANICIE	SIERRA	
Andosol	3 NS (0.36) (0.05)	0	13***+ (8.63) (0.25)	16
Acrisol	2***+ (12.64) (0.31)	0	0	2
Cambisol	0	4**+ (6.39) (0.22)	0	4
Kastafozem	1 NS (0.04) (-0.01)	1 NS (1.34) (-0.10)	4 NS (0.98) (0.08)	6
Fozem	4 NS (0.01) (-0.01)	14 NS (1.28) (0.09)	11 NS (1.21) (-0.09)	29
Fluvisol	0	4**+ (6.39) (0.22)	0	4
Litosol	3 NS (0.02) (0.01)	3*- (5.82) (-0.21)	14**+ (5.05) (0.19)	20
Luvisol	0	0	1 NS (1.13) (0.09)	1
Regosol	3 NS (2.36) (0.13)	6 NS (1.96) (0.12)	1*- (5.93) (-0.21)	10
Rendzina	0	0	17***+ (22.12) (0.41)	17
Vertisol	2 NS (0.39) (-0.05)	19***+ (27.58) (0.46)	0	21
Σ	18	51	61	130

**NIVELES DE SIGNIFICANCIA:**

NS = NO SIGNIFICATIVO  
 \* = SIGNIFICATIVO AL 0.05†  
 \*\* = SIGNIFICATIVO AL 0.01†  
 \*\*\* = SIGNIFICATIVO AL 0.001†

**TIPO DE ASOCIACION:**

+ = ASOCIACION POSITIVA  
 - = ASOCIACION NEGATIVA

El relieve tiene un efecto de causalidad sobre el suelo ya que las serranías con fuertes pendientes han contribuido a la formación de suelos delgados como es el caso de los litosoles y redzinas aunque también se pueden asociar con suelos de mayor

profundidad como en el caso de los andosoles; asimismo, las planicies favorecen la formación de suelos de alta o mediana profundidad como es el caso del tipo vertisol.

#### **6.1.2.7. Relación geomorfología-uso actual.**

En el Cuadro 14 se presentan las asociaciones de las diferentes unidades geomorfológicas y de uso actual. De estas interacciones se observa que algunos tipos de vegetación tienen una distribución selectiva en cierta clase de topoforma, en cambio la selva baja caducifolia, los pastizales y la agricultura se distribuyen en los tres tipos de topoformas (Cuadro 14).

La geomorfología juega un papel importante en la distribución de la vegetación y la agricultura; y esto se refleja a través de las relaciones positivas y negativas de las topoformas con los tipos de vegetación y uso agrícola, ya que terrenos de tipo cerril favorecen la presencia de recursos forestales, en cambio las planicies influyen más directamente en la distribución de los recursos agrícolas y de los pastizales; también se aprecia que la agricultura tiene una relación positiva con la topografía de lomeríos, posiblemente por cambios de uso del suelo ya que en éstas zonas se registran selvas bajas caducifolias; esta misma situación se presenta en las serranías, donde también avanza la agricultura aún cuando no se halla encontrado una respuesta significativa desde el punto de vista estadístico.



Cuadro 14. Relación geomorfología-vegetación y agricultura en el estado de Morelos.

VEG. Y AGR.	GEOMORFOLOGIA			
	LOMERIO	PLANICIE	SIERRA	Σ
Pino	0	0	5**+ (5.88) (0.21)	5
Pino-oyamel	0	0	1 NS (1.13) (0.09)	1
Pino-encino	0	0	7**+ (8.36) (0.25)	7
Oyamel	0	0	1 (1.13) (0.09)	1
Encino	0	0	5**+ (5.88) (0.21)	5
Bosque Mesofilo	0	0	4 NS (4.66) (0.18)	4
Sel. baja Caduc.	6 NS (0.01) (0.01)	9***- (10.67) (-0.28)	30****+ (10.77) (0.18)	45
Pastizal	2 NS (0.01) (0.01)	9**+ (4.13) (0.17)	3*- (4.09) (0.17)	14
Páramo	0	0	1 NS (1.13) (0.09)	1
Agricultura	10**+ (3.85) (0.16)	33****+ (29.63) (0.47)	4****- (43.61) (-0.59)	47
Σ	18	51	61	130

NIVELES DE SIGNIFICANCIA:  
 NS = NO SIGNIFICATIVO  
 \* = SIGNIFICATIVO AL 0.05%  
 \*\* = SIGNIFICATIVO AL 0.01%  
 \*\*\* = SIGNIFICATIVO AL 0.001%

TIPO DE ASOCIACION:  
 + = ASOCIACION POSITIVA  
 - = ASOCIACION NEGATIVA

### 6.1.2.8. Relación geología-suelo.

Prácticamente todas las unidades geológicas muestran una relación positiva con alguna unidad edáfica. De estas relaciones las ígneas extrusivas ácidas y la arenisca-conglomerado presentaron mayor número de asociaciones significativas, aunque en forma particular la relación aluvi6n-regosol, aluvi6n-vertisol y caliza-rendzina mostraron la mayor significancia, ya que tienden a asociarse entre sí en forma casi selectiva (Cuadro 15).

Cuadro 15. Relación geología-suelo en el estado de Morelos.

GEOLOGIA	SUELO	ANDO SOL	ACRI SOL	CAMBI SOL	KASTAÑO ZEM	FEOZEM	FLUVI SOL
Ignea extrusiva Ácida		1 NS (0.74) (-0.07)	0	3**** (13.92) (0.32)	0	9*** (10.38) (0.28)	0
Ignea extrusiva Básica		15**** (28.19) (0.46)	0	0	0	7 NS (1.81) (-0.11)	0
Aluvi6n		0	0	0	0	0	0
Arenisca Conglomerado		0	2** (5.97) (0.21)	1 NS (0.01) (-0.01)	5**** (11.15) (0.29)	11NS (3.10) (0.15)	3** (5.36) (0.20)
Lutita-arenisca		0	0	0	1 NS (1.57) (0.10)	1 NS (0.27) (-0.04)	1NS (3.16) (0.15)
Caliza		0	0	0	0	0	0
Travertino		0	0	0	0	1**	0
<b>Σ</b>		<b>16</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>29</b>	<b>4</b>

Continuación del Cuadro 15.....

GEOLOGIA	SUELO	LITO SOL	LUVI SOL	REGO SOL	REND ZINA	VERTI SOL	Σ
Ignea extrusiva Acida		3*** (0.07) (0.02)	1*** (6.69) (0.22)	0	0	0	17
Ignea extrusiva Básica		13*** (9.64) (0.27)	0	5 NS (1.13) (0.09)	0	5 NS (1.29) (-0.09)	45
Aluvi6n		0	0	4***+ (18.39) (0.37)	0	5***+ (11.08) (0.29)	9
Arenisca Conglomerado		0	0	0	1*- (3.92) (-0.17)	10** (6.53) (0.22)	33
Lutita-arenisca		0	0	1 NS (0.45) (0.05)	2 NS (1.56) (0.10)	1 NS (0.01) (-0.01)	7
Caliza		4*** (6.85) (0.23)	0	0	14***+ (76.94) (0.76)	0	18
Travertino		0	0	0	0	0	1
Σ		20	1	10	17	21	130

**NIVELES DE SIGNIFICANCIA:**  
 NS = NO SIGNIFICATIVO  
 \* = SIGNIFICATIVO AL 0.05‡  
 \*\* = SIGNIFICATIVO AL 0.01‡  
 \*\*\* = SIGNIFICATIVO AL 0.001‡

**TIPO DE ASOCIACION:**  
 + = ASOCIACION POSITIVA  
 - = ASOCIACION NEGATIVA

El sustrato geológico tiene una influencia directa sobre el suelo e indirectamente sobre la vegetación; la edafogénesis de Morelos tiene mucha relación con la evolución de las rocas en la Entidad ya que a través de la estructura geológica se formaron los distintos tipos de suelo que hoy se conocen en el Estado (Aguilar, 1990).

### 6.1.2.9. Relación geología-uso actual.

En general se aprecia que las rocas de naturaleza ignea tienen asociación positiva con las comunidades forestales templado frías; en cambio las rocas sedimentarias se asocian positivamente sólo con la selva baja caducifolia y con las unidades agrícolas. Dentro de estas relaciones destaca la asociación aluvi6n-agricultura y caliza-selva baja caducifolia (Cuadro 16).

Cuadro 16. Relaci6n geología-vegetaci6n y agricultura en el estado de Morelos.

GEOLOGIA	V E G E T A C I O N					
	PINO	PINO OYAMEL	PINO ENCINO	OYAMEL	ENCINO	BOSQUE MESOFILO
Ignea Ext. Aci.	1 NS (0.21) (0.04)	0	0	0	4**** (20.48) (0.39)	1 NS (0.51) (0.06)
Ignea Ext. B6s.	4** (4.73) (0.19)	1 NS (1.90) (0.21)	7**** (13.97) (0.32)	1 NS (1.90) (0.12)	1 NS (0.44) (-0.06)	3 NS (2.97) (0.15)
Aluvi6n	0	0	0	0	0	0
Arenisca/Cong.	0	0	0	0	0	0
Lutita-Aren.	0	0	0	0	0	0
Caliza	0	0	0	0	0	0
Travertino	0	0	0	0	0	0
<b>E</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>4</b>

Continuación Cuadro 16.....

GEOLOGIA	V E G E T A C I O N				Σ
	SELVA BAJA CADUCIFOLIA	PASTIZAL	PARAMO	AGRICUL- TURA	
Ignea Ext. Aci.	5 NS (0.23) (-0.04)	3 NS (0.96) (0.08)	1*** (6.69) (0.22)	2*- (5.03) (-0.19)	17
Ignea Ext. Bás.	7***- (11.04) (-0.29)	5***+ (0.01) (0.01)	0	16 NS (0.01) (-0.01)	45
Aluvión	0	0	0	9***+ (17.07) (0.36)	9
Arenisca/Cong.	8 NS (2.10) (-0.12)	6 NS (2.52) (0.13)	0	19***+ (8.79) (0.26)	33
Lutita-Arenisca	6***+ (8.53) (0.25)	0	0	1 NS (1.53) (-0.10)	7
Caliza	18***+ (39.46) (0.55)	0	0	0	18
Travertino	1 NS (1.90) (0.12)	0	0	0	1
Σ	45	14	1	47	130

**NIVELES DE SIGNIFICANCIA:**  
 NS = NO SIGNIFICATIVO  
 \* = SIGNIFICATIVO AL 0.05‡  
 \*\* = SIGNIFICATIVO AL 0.01‡  
 \*\*\* = SIGNIFICATIVO AL 0.001‡

**TIPO DE ASOCIACION:**  
 + = ASOCIACION POSITIVA  
 - = ASOCIACION NEGATIVA

Las unidades geológicas tienen efecto de causalidad sobre la vegetación y la agricultura; esto se observa en mayor grado con la selva baja caducifolia la cual a pesar de distribuirse en sustratos de naturaleza ígnea, solo muestra relaciones significativas con las rocas sedimentarias; en contraste la vegetación de pino y pino-encino solamente muestra significancia estadística con las rocas de naturaleza ígnea; este último tipo de relaciones, también se han observado para los bosques

templados fríos de algunas regiones del Eje neovolcánico (Vela y Boyás, 1976). También en los terrenos de aluvión y los de arenisca conglomerada se asienta la agricultura morelense, principalmente porque en estas zonas el sustrato geológico favorece la presencia de los suelos tipo vertisol y regosol que tienen un uso agrícola principalmente en la entidad.

#### 6.1.2.10 Relación suelo-uso actual.

Las comunidades forestales templado-frías (bosques de pino, encino y oyamel en condiciones puras y mezcladas, así como la vegetación de páramo), se asocian en forma positiva a los andosoles y litosoles principalmente, aunque el encinar también se asocian en particular con las unidades de feozem y luvisol; los pastizales se relacionan significativamente con los feozem.

La selva baja caducifolia sólo presenta una alta asociación con los suelos de rendzina y en menor grado con los kastañozem.

La agricultura se presenta en la mayoría de los suelos del Estado; sin embargo sólo muestra una alta asociación de tipo positivo con los vertisoles y en menor grado con los regosoles. Asimismo, tiene relación negativa con los litosoles (Cuadro 17).

Posiblemente dentro de las interacciones biofísicas, la relación suelo-vegetación son de las más directas; de acuerdo a los resultados obtenidos en la entidad los suelos influyen notablemente en la distribución de la vegetación y de la agricultura, encontrándose una alta especificidad a estos niveles; por ejemplo en la relación andosol con algunos bosques de

coníferas y latifoliadas, el de luvisol con bosques de encino, el de rendzina con selva baja caducifolia y el de vertisol con agricultura. Obviamente estas asociaciones se pueden tomar como indicadores para definir el uso del suelo más adecuado.

Cuadro 17. Relación suelo-vegetación y agricultura en el estado de Morelos.

SUELO	V E G E T A C I O N					
	PINO	PINO OYAMEL	PINO ENCINO	OYAMEL	ENCINO	BOSQUE MESOFILO
Andosol	3**** (10.95) (0.29)	0	3** (6.39) (0.22)	0	0	3**** (15.02) (0.34)
Acrisol	0	0	0	0	0	0
Cambisol	0	0	0	0	0	0
Kastañozem	0	0	0	0	0	0
Faezem	0	0	1 NS (0.27) (-0.04)	0	3** (4.26) (0.18)	0
Fluvisol	0	0	0	0	0	0
Litosol	2 NS (2.42) (0.13)	1** (5.34) (0.20)	3** (4.28) (0.18)	1** (5.34) (0.20)	1 NS (0.08) (0.02)	1 NS (3.60) (-0.34)
Luvisol	0	0	0	0	1**** (25.19) (0.44)	0
Regosol	0	0	0	0	0	0
Rendzina	0	0	0	0	0	0
Vertisol	0	0	0	0	0	0
<b>Σ</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>4</b>

Continuación Cuadro 17.....

SUELO	V E G E T A C I O N				Σ
	SELVA BAJA CADUCIFOLIA	PASTIZAL	PARAMO	AGRICUL- TURA	
Andosol	0	0	0	7 NS (0.16) (0.03)	16
Acrisol	0	1 NS (3.25) (0.15)	0	1 NS (0.16) (0.03)	2
Cambisol	2 NS (0.43) (0.05)	0	0	2 NS (0.34) (0.03)	4
Kastafozem	5** (6.59) (0.22)	0	0	1 NS (1.03) (-0.08)	6
Feozem	8 NS (0.81) (0.07)	9**** (15.95) (0.35)	0	8 NS (1.18) (-0.09)	29
Fluvisol	1 NS (0.16) (-0.03)	0	0	3 NS (2.69) (0.14)	4
Litosol	8 NS (0.30) (0.04)	1 NS (0.81) (-0.07)	1** (5.54) (0.20)	1** (9.93) (-0.27)	20
Luvisol	0	0	0	0	1
Regosol	2 NS (1.02) (-0.08)	1 NS (0.01) (-0.01)	0	7** (5.37) (0.20)	10
Rendzina	17**** (36.94) (0.53)	0	0	0	17
Vertisol	2** (6.96) (0.23)	2 NS (0.40) (-0.01)	0	17**** (21.77) (0.40)	21
Σ	45	14	1	47	130

**NIVELES DE SIGNIFICANCIA:**  
 NS = NO SIGNIFICATIVO  
 \* = SIGNIFICATIVO AL 0.05%  
 \*\* = SIGNIFICATIVO AL 0.01%  
 \*\*\* = SIGNIFICATIVO AL 0.001%

**TIPO DE ASOCIACION:**  
 + = ASOCIACION POSITIVA  
 - = ASOCIACION NEGATIVA



De lo anteriormente expuesto, se puede decir que el método de estudio probado para analizar las relaciones cartográficas de la información biótico ambiental, es confiable y se puede recomendar para análisis cartográficos similares; también puede ser utilizado en forma parcial si se desea conocer el efecto individual de un factor ambiental sobre el recurso biótico, principalmente de aquellos factores que tienen un efecto más directo sobre la vegetación y los recursos agrícolas.

### 6.1.3. Unidades ecológicas.

El modelo de unidad ecológica utilizado en este trabajo, coincide con el término de "estación" de la tipología ecológica de la escuela Francesa (Godron *et al.*, 1964; Godron, 1981), en el cual el mayor énfasis se le confiere a la vegetación en cuanto a la definición de "estaciones" o unidades ecológicas; bajo este mismo enfoque se han definido regiones ecológicas para otras zonas del estado de Morelos en base a cartografía de mayor escala (1:50 000), en particular para el municipio de Huitzilac, (Reyes y Boyás, 1983) y para el Parque Nacional del Tepozteco (Angeles, *et al.*, 1990); al comparar estas cartografías con el mapa de UE elaborado en este estudio en escala 1:250 000 se encuentra que solamente se presentan ligeras diferencias en cuanto al nivel de detalle, principalmente debido al suelo y a los tipos de vegetación, los cuales tienen mayor desglose evidentemente en la escala 1:50 000.

En regiones tropicales de México, el término de UE también ha sido asociado al concepto de "asociación vegetal", la cual se concibe como un grupo de especies que muestran afinidades

ecológicas y estas afinidades también se expresan en su composición y estructura (Pérez Jiménez y Sarukhán, 1970). En este sentido, Gómez Pompa y Cázares ( 1970) opinan que un mapa de vegetación o de asociaciones vegetales es un mapa de zonas o unidades ecológicas, ya que consideran que la vegetación es el mejor indicador de las variantes ambientales, incluso se ha utilizado como la base para la cartografía de suelos y rocas; sin embargo, esta opinión no se cumple cabalmente para los tipos de vegetación existentes en el estado de Morelos, ya que al sobreponer el mapa de vegetación sobre otros parámetros ambientales considerados en la definición de las unidades ecológicas, se observa que cada tipo de vegetación puede estar distribuido sobre dos o más tipos de sustratos geológicos y edáficos; por este motivo, el modelo de unidades ecológicas es una de las opciones más factibles para la regionalización específica de la Entidad, ya que bajo este modelo se visualizan de una forma sencilla y práctica, como influyen los factores ambientales más importantes sobre la distribución de la vegetación.

El concepto de unidad ecológica comparte algunas características en común con el concepto de faceta o agrohabitat de la corriente del sistema fisiográfico (Ponce y Cuanalo, 1977; Cuanalo y ortiz Solorio, 1984), pero varían sustancialmente en la selección del factor más importante para la delimitación de las unidades ambientales, ya que dentro del sistema fisiográfico se concede mayor importancia a la geomorfología y al suelo en la definición de las facetas o agrohabitats y como se mencionó anteriormente, las unidades ecológicas toman en mayor consideración a

la vegetación.

También se ha observado que en la clasificación fisiográfica frecuentemente se ubican diferentes tipos de vegetación en una misma faceta o agrohabitat, como se aprecia en los trabajos de Ortíz et al. (1983) para el norte del estado de Morelos, donde se consigna dentro del sistema terrestre Zempoala y en una misma faceta a dos comunidades forestales contrastantes: el bosque de coníferas y latifoliadas y a la selva baja caducifolia; algo similar sucede en la región Xalapa en el estado de Veracruz, donde a partir de una clasificación jerárquica de sistemas, paisajes y unidades terrestres, se definieron 33 tipos de tierras, cada una de las cuales, incluye dos o más tipos de vegetación o de uso agrícola, por lo que cubren una mayor heterogeneidad ambiental en relación con el modelo de unidad ecológica (Sancholuz et al., 1981).

De lo anterior se desprende que los esquemas de la tipología ecológica y del levantamiento fisiográfico varían sustancialmente en cuanto a la metodología, terminología empleada y criterio de selección utilizado como de mayor importancia en la delimitación de unidades ambientales. No obstante ambos sistemas de clasificación ofrecen las mejores alternativas para la delimitación de tipos de tierra; el uso de una u otra metodología dependerá de los objetivos propuestos.

En el caso de éste estudio se optó por seleccionar el método de la tipología ecológica por su facilidad de manejo en el trabajo cartográfico y porque el concepto de unidad ecológica involucra preferencialmente a la vegetación, la cual es uno de

los tópicos centrales de ésta tesis.

#### 6.1.4. Mapa de unidades ecológicas.

En la elaboración del mapa de unidades ecológicas de la entidad, se consideraron cinco factores de estratificación: clima, fisiografía, geología, suelos y uso actual; de estos factores se le asignó la mayor importancia a la vegetación en la definición de los límites de las unidades ecológicas, debido a que ésta constituye la expresión más fiel de la interacción de los factores ambientales (Mapa 1 del Apéndice).

De acuerdo a este mapa, en el Estado de Morelos se encuentran en total 130 unidades ecológicas, de las cuales 79 son diferentes entre sí; esta diferencia se debe a que pueden variar en uno o más de los cinco factores considerados. Por otra parte, suman 130 debido a que una unidad ecológica puede estar "repetida" dos o más veces en distintas regiones del Estado.

Estas diferencias pueden ser ligeras (cuando solamente difieren en un factor), moderadas (cuando varían en dos o tres factores) o fuertes (cuando varían en más de tres factores). De acuerdo con Godron (1981), mientras mayor semejanza exista entre las UE, mayor similitud existe en sus componentes ecológicos y de vegetación.

En el cuadro 1A (Apéndice) se consigna el total de unidades ecológicas y la superficie estatal ocupada por cada una de ellas.

De los cinco factores de estratificación, los que contribuyeron en mayor medida a elevar el número de unidades ecológicas fueron el tipo de suelo y los tipos de vegetación,

debido a que tienen mayor heterogeneidad en la entidad. De la cartografía utilizada, la de mejor manejo fue la geológica, fisiográfica y de uso actual ya que no presentaron mayor dificultad en la definición de sus unidades; en el caso de la definición de los límites climáticos, en la zona de transición de los climas semicálidos y los templados se tomó en cuenta en mayor grado el tipo de vegetación dominante y no exactamente como se presenta en la cartografía climática, ya que al sobreponer la cartografía de la vegetación sobre la cartografía climática se observó que comunidades forestales típicamente templadas se ubicaban dentro de la cartografía climática en el grupo de los tipos semicálidos.

Los límites edáficos se tomaron en cuenta tal y como lo presenta la cartografía de SPP (1981), sin embargo, debe señalarse que a nivel de campo los límites cartográficos del suelo tipo feozem y del suelo tipo litosol en las UE 13157 y 13177 respectivamente no se presentan bien marcados; sin embargo se respetaron los límites señalados en la cartografía para cada unidad edáfica; es probable que esta situación pueda presentarse también en otras asociaciones limfrotres entre dos o más tipos de suelos.

En cuanto a la escala (1:250 000), en que se elaboró el mapa de UE, se considera que es adecuada para un nivel estatal o regional, ya que de acuerdo con Moncayo (1970), escalas pequeñas como las de esta investigación, son recomendables para trabajos regionales de gran visión; asimismo, este tipo de escalas ofrecen mayor capacidad de interpretación de aspectos generales para el estudio de procesos de la naturaleza y el paisaje, aunque por otro lado, también restan posibilidades para el estudio de de-

talle de los objetos ( Herrera, 1984). Trabajos con el mismo enfoque y con escalas similares han sido realizados para el estado de Tlaxcala ( Castillejos et al 1990) y para la región de la montaña de Guerrero ( Toledo et al 1990) con buenos resultados.

Del conjunto de UE's obtenidas, es probable que algunas de ellas no manifiesten una relación ecológica, como es el caso de las unidades agrícolas derivadas por cambios de uso del suelo en las unidades forestales; por ejemplo la UE 4.3.2.1.10 (clima semi frío-serranía-roca ígnea extrusiva básica-suelo andosol-uso agrícola) pudo haberse derivado de la UE 4.3.2.1.1. que tiene las mismas características físicas que la anterior pero con vegetación de pino; ambas UE's se encuentran en zonas limítrofes, por lo cual la deducción anterior es factible; este tipo de situaciones pueden ocurrir también en las UE's de selva baja caducifolia sustituidas por uso agrícola.

#### **6.1.5. Unidades ecológicas agrícolas y forestales.**

Combinando los tipos climáticos y de uso actual, se pudieron agrupar las unidades ecológicas de uso agrícola y de uso forestal, donde se observa la clara representatividad y dominancia de las unidades ecológicas agrícolas y forestales cálido-subhúmedas (Cuadro 18).

Según los datos reportados en el cuadro 18, el 45 % de la superficie estatal está ocupada por unidades ecológicas agrícolas y el resto (45 %) por unidades ecológicas forestales.

**Cuadro 18. Superficie ocupada por las unidades ecológicas, agrícolas y forestales en el estado de Morelos.**

UNIDAD ECOLOGICA	NUMERO DE UNIDADES	SUPERFICIE ESTATAL (HA)	PORCENTAJE ESTATAL
Agrícolas templado-frías	8	24,187.5	4.88
Agrícolas semicálidas	7	37,750	7.62
Agrícolas cálidas	32	159,000	32.09
<b>SUBTOTAL:</b>	<b>47</b>	<b>220,937.5</b>	<b>44.59</b>
Forestales templado-frías	20	38,687.5	7.81
Forestales semicálidas	15	41,000	8.28
Forestales cálidas	48	194,875	39.32
<b>SUBTOTAL:</b>	<b>83</b>	<b>274,562.5</b>	<b>55.41</b>
<b>T O T A L :</b>	<b>130</b>	<b>495,500</b>	<b>100.00</b>

Es importante mencionar que las superficies estimadas para cada UE forestal a partir de la cartografía de SPP (1981), difícilmente coinciden con las superficies ocupadas en la actualidad por cada una de estas UE, ya que a través de algunos reconocimientos de campo dentro de las UE forestales, se pudo observar un severo cambio de uso del suelo hacia fines agropecuarios y asentamientos humanos. Estos cambios de uso del suelo han sido estimados de manera general con una imagen de satélite reciente (SARH, 1991), sin embargo falta detallar esta información con reconocimientos de campo; en este sentido el mapa de UE elaborado para el Estado constituye un excelente marco de referencia para observar los cambios de uso del suelo que han ocurrido en la entidad en la última década.

#### **6.1.6. Unidades ecológicas más representativas.**

En función de la superficie ocupada se obtuvieron las unidades ecológicas más representativas de la entidad, tomando como base aquellas unidades que tuvieran una superficie mayor a

5,000 ha, es decir, mayor del 1% de la superficie estatal.

De acuerdo a este criterio, se determinaron 22 unidades ecológicas diferentes entre sí, las cuales en su conjunto comprenden 64 unidades en total y ocupan el 76% de la superficie estatal (Cuadro 19).

Las unidades ecológicas más importantes por su representatividad están ocupadas por recursos agrícolas y por la selva baja caducifolia principalmente; también quedan incluidas algunas unidades con pastizal y solamente dos del bosque templado-frío.

Cuadro 19. Unidades ecológicas más representativas del estado de Morelos.

UNIDAD ECOLÓGICA (CLAVE)	NUM. DE UNID.	SUPERF. ESTATAL (ha)	PORCENT. ESTATAL	DESCRIP. DE LA UNIDAD ECOLÓGICA (CLIM-FISIO-GEOL-SUE-USO.A)
1.2.3.11.10	5	68,813	13.89	Cálido subhúmedo-planicie-aluvi6n-vertisol-agricultura
1.3.1.5.7	2	54,125	10.94	Cálido subhúmedo-sierra-igneaaextrusiva ácida-feozem-selva baja caducifolia
1.3.6.10.7	14	49,250	9.94	Cálido subhúmedo-sierra-caliza-rendzina-selva baja caducifolia
1.2.4.5.10	3	25,875	5.22	Cálido subhúmedo-planicie-arenisca/conglomerado-feozem-agricultura
1.2.4.11.10	9	22,562	4.56	Cálido subhúmedo-planicie-arenisca/conglomerado-vertisol-agricultura
2.1.2.1.10	1	13,750	2.77	Semicálido subhúmedo-lomeric-igneaaextrusiva básica-andosol-agricultura
1.2.2.11.10	1	13,313	2.69	Cálido subhúmedo-planicie-igneaaextrusiva básica-vertisol-agricultura
1.2.3.9.10	3	13,125	2.65	Cálido subhúmedo-planicie-aluvi6n-regosol-agricultura
1.2.4.5.7	2	11,875	2.40	Cálido subhúmedo-planicie-arenisca/conglomerado-feozem-selva baja caducifolia
1.2.4.5.8	4	11,687	2.36	Cálido subhúmedo-planicie-arenisca/conglomerado-feozem-pastizal



Continuación Cuadro 19.....

UNIDAD ECOLÓGICA (CLAVE)	NUM. DE UNID.	SUPERF. ESTATAL	PORCENT. ESTATAL	DESCRIP. DE LA UNIDAD ECOLÓGICA (CLIM-FISIO-GEOL-SUE-USO.A)
1.3.5.4.7	1	10,937	2.21	Cálido subhúmedo-sierra-lutita/arenisca-kastafozem-selva baja caducifolia
3.1.2.1.10	2	10,813	2.18	Templado subhúmedo-lomerío-igneaeextrusiva básica-ando-sol-agricultura
3.3.2.1.3	3	10,625	2.14	Templado subhúmedo-sierra-igneaeextrusiva básica-ando-sol-pino/encino
1.3.1.7.7	1	8,875	1.79	Cálido subhúmedo-sierra-igneaeextrusiva ácida-lito-sol-selva baja caducifolia
2.2.2.9.8	1	7,187	1.45	Semicálido subhúmedo-planicie-igneaeextrusiva básica-regosol-pastizal
1.3.4.4.7	3	6,938	1.40	Cálido subhúmedo-sierra-arenisca/conglomerado-kastafozem-selva baja caducifolia
2.3.1.5.8	1	6,562	1.32	Semicálido subhúmedo-sierra-igneaeextrusiva ácida-feozem-pastizal
2.2.2.9.10	1	6,563	1.32	Semicálido subhúmedo-planicie-igneaeextrusiva básica-regosol-agricultura
3.3.2.1.10	3	6,500	1.31	Templado subhúmedo-sierra-igneaeextrusiva básica-ando-sol-agricultura
1.2.2.7.7	1	6,062	1.22	Cálido subhúmedo-planicie-igneaeextrusiva básica-lito-sol-selva baja caducifolia
3.3.2.1.6	2	5,875	1.18	Templado subhúmedo-sierra-igneaeextrusiva básica-ando-sol-bosque mesófilo
2.1.2.11.7	1	5,313	1.07	Semicálido subhúmedo-lomerío-igneaeextrusiva básica-vertisol-selva baja caducifolia
<b>TOTAL:</b>	<b>64</b>	<b>376,625</b>	<b>76.01</b>	

La representatividad de las UE está determinada evidentemente por la distribución de los factores ambientales y bióticos que las conforman; de esta manera las UE con clima cálido subhúmedo, con topografía de serranía y planicie, con sustrato geo-

lógico de aluvión, ígneo extrusivo ácido o básico y caliza, con suelos de tipo vertisol, feozem, rendzina y andosol y con uso agrícola, selva baja caducifolia y bosque de pino-encino, ocupan la mayor superficie en el Estado y por lo tanto son las de mayor representatividad. Se escogió el criterio del 1 % de la superficie estatal o de más de 5,000 hectáreas, debido a que todas las UE con valores superiores a éstos, en su conjunto ocupan aproximadamente el 76 % de la superficie estatal; es decir trabajando estas UE se estaría estudiando un área de influencia del 76 % del territorio estatal; de esta manera los resultados que se obtengan en cada UE representativa, podrían ser extrapolables a una gran extensión del estado de Morelos con cierta confiabilidad ecológica; esto se hace más evidente en el caso de la experimentación agrícola, donde frecuentemente al hacer la recomendación de la tecnología para algún cultivo, no se toman en cuenta los criterios ecológicos en el momento de hacer la extrapolación de resultados o tecnologías.

#### **6.1.7. Unidades ecológicas de mayor significancia.**

En la gran mayoría de los trabajos de regionalización ecológica, las unidades físicas y bióticas, se definen por la sencilla técnica de sobreposición de mapas, y se priorizan dichas unidades de acuerdo a algún criterio de importancia, generalmente este es, el de mayor representatividad.

En esta tesis se presenta un método de análisis complementario poco utilizado en nuestro país en trabajos de correlación cartográfica, pero con amplia aceptación en la escuela ecológica

Francesa (Godron, 1981). Este método de análisis se basa en la asociación estadística entre las unidades físicas y bióticas a partir de la prueba de Ji cuadrada o de la probabilidad exacta de Fisher y a través del coeficiente de asociación puntual (Godron, 1981), con lo cual se pueden definir con alta probabilidad las interacciones biofísicas a partir de información cartográfica.

La selección de estas unidades se hizo en función del grado y número de interacciones entre las unidades biofísicas; bajo este criterio se seleccionaron aquellas unidades ecológicas que estuvieran asociadas entre sí en cuatro o en los cinco factores considerados (clima, fisiografía, geología, suelos y uso actual). Por ejemplo, en las unidades ecológicas 1.3.6.10.7. y 1.2.3.11.10 se presentó una asociación positiva entre los cinco factores que componen a cada una de estas unidades.

De acuerdo a lo anterior, se obtuvieron 21 unidades ecológicas más significativas, las cuales a su vez agrupan 63 unidades, tomando en cuenta la repetición que tienen varias de ellas. La superficie ocupada por estas unidades en su conjunto es del 63 % del total del Estado (Cuadro 20).

Cuadro 20. Unidades ecológicas de mayor significancia en el estado de Morelos.

CLAVE (U.E)	DESCRIPCION				
	CLIMA	GEOMORFOLOGIA	GEOLOGIA	SUELOS	USO ACTUAL
1.3.6.10.7	Cálido subhúmedo	Sierra	Caliza	Rendzina	Selva baja caducifolia
1.3.1.5.7	Cálido subhúmedo	Sierra	Igneas extrusiva ácida	Feozem	Selva baja caducifolia
1.3.5.4.7	Cálido subhúmedo	Sierra	Lutita arenisca	Kestafozem	Selva baja caducifolia
1.2.4.5.7	Cálido subhúmedo	Planicie	Arenisca/conglomerado	Feozem	Selva baja caducifolia
1.2.4.5.8	Cálido subhúmedo	Planicie	Arenisca/conglomerado	Feozem	Pastizal
1.2.3.11.10	Cálido subhúmedo	Planicie	Aluvión	Vertisol	Agricultura
1.2.3.9.10	Cálido subhúmedo	Planicie	Aluvión	Regosol	Agricultura
1.2.4.5.10	Cálido subhúmedo	Planicie	Arenisca/conglomerado	Feozem	Agricultura
1.2.4.11.10	Cálido subhúmedo	Planicie	Arenisca/conglomerado	Vertisol	Agricultura
2.1.2.5.7	Semicálido subhúmedo	Lomerío	Igneas extrusiva básica	Feozem	Selva baja caducifolia
2.2.2.9.8	Semicálido subhúmedo	Planicie	Igneas extrusiva básica	Regosol	Pastizal
2.3.1.5.5	Semicálido subhúmedo	Sierra	Igneas extrusiva ácida	Feozem	Encinar
2.2.2.9.10	Semicálido subhúmedo	Planicie	Igneas extrusiva básica	Regosol	Agricultura
3.3.2.1.3	Templado subhúmedo	Sierra	Igneas extrusiva básica	Andosol	Pino/encino
3.3.2.1.6	Templado subhúmedo	Sierra	Igneas extrusiva básica	Andosol	Boaque mesofilo
3.3.2.7.3	Templado subhúmedo	Sierra	Igneas extrusiva básica	Litosol	Pino/encino
4.3.2.1.1	Semifrío subhúmedo	Sierra	Igneas extrusiva básica	Andosol	Pino
4.3.2.7.2	Semifrío subhúmedo	Sierra	Igneas extrusiva básica	Litosol	Pino/oyamel
4.3.2.7.4	Semifrío subhúmedo	Sierra	Igneas extrusiva básica	Litosol	Oyamel
5.3.1.7.9	Frío subhúmedo	Sierra	Igneas extrusiva ácida	Litosol	Paramo
5.3.1.7.1	Frío subhúmedo	Sierra	Igneas extrusiva ácida	Litosol	Pino

Del análisis del Cuadro 20 se pueden resaltar las siguientes consideraciones:

- Existe una fuerte asociación entre las unidades biofísicas por lo cual la cartografía utilizada es de amplia confiabilidad, no obstante que debió haber sido elaborada por distintos especialistas y posiblemente en periodos distintos.
- Las asociaciones obtenidas no necesariamente reflejan causalidad de un factor sobre otro, sino que solo manifiestan interacción; sin embargo algunas asociaciones tienen un efecto de causalidad, y este efecto se acentúa más sobre el suelo, la vegetación y la agricultura.

c) La interacción biofísica no actúa en forma individual, sino de una manera sinérgica y esta interacción se refleja en una respuesta final sobre la vegetación misma y la agricultura.

Un aspecto importante es que dentro de las unidades de mayor significancia ecológica se encuentran incluidas algunas unidades ecológicas de poca extensión superficial, como es el caso de la UE con vegetación de páramo y otras de pino en masas puras, sin embargo su interacción biofísica es bastante significativa; por otra parte varias de las UE de mayor representatividad, también quedaron incluidas dentro de las UE de mayor significancia; estas últimas, desde luego conforman verdaderas regiones o unidades ecológicas que desde el punto de vista operativo permiten una mayor confiabilidad en la extrapolación de resultados tanto forestales como agropecuarios; no obstante estos criterios de representatividad y significancia deben de considerarse como complementarios en el estudio de las UE.

#### **6.1.8. Unidades ecológicas más importantes.**

Combinando los criterios de representatividad y significancia, se obtuvieron las unidades ecológicas más importantes del Estado de Morelos (Cuadro 21).

De las 22 unidades ecológicas más representativas, 13 de ellas corresponden a las unidades ecológicas más significativas. El conjunto de estas 13 unidades ecológicas más importantes comprenden 50 unidades y cubren aproximadamente el 60 % de la superficie estatal.

**Cuadro 21. Unidades ecológicas más importantes del estado de Morelos.**

Unidad Ecológica (Clave)	Núm. de unid.	Superf. Estatal (ha)	Porcent. Estatal	Descripción de la Unidad Ecológica (clim-fisio-geol-sue-uso a.)
1.2.3.11.10	5	68,813	13.89	Cálido subhúmedo-planicie-a-luvión-vertisol-agricultura
1.3.1.5.7	2	54,125	10.94	Cálidosubhúmedo-sierra-igneae extrusiva ácida-feozem-selva baja caducifolia
1.3.6.10.7	14	49,250	9.94	Cálido subhúmedo-sierra-caliza-rendzina-selva baja caducifolia
1.2.4.5.10	3	25,875	5.22	Cálido subhúmedo-planicie-arenisca/conglomerado-feozem-agricultura
1.2.4.11.10	9	22,562	4.56	Cálido subhúmedo-planicie-arenisca/conglomerado-vertisol agricultura
1.2.3.9.10	3	13,125	2.65	Cálido subhúmedo-planicie-a-luvión-regosol-agricultura
1.2.4.5.7	2	11,875	2.40	Cálido subhúmedo-planicie-arenisca/conglomerado-feozem-selva baja caducifolia
1.2.4.5.8	4	11,688	2.36	Cálido subhúmedo-planicie-arenisca/conglomerado-feozem-pastizal
1.3.5.4.7	1	10,937	2.21	Cálido subhúmedo-sierra-luita/arenisca-kastañozem-selva baja caducifolia
3.3.2.1.3	3	10,625	2.14	Templado subhúmedo-sierra-igneae extrusiva básica-andosol-pino/encino.
2.2.2.9.8	1	7,187	1.45	Semicálido subhúmedo-planicie ignea extrusiva básica-regosol-pastizal
2.2.2.9.10	1	6,563	1.32	Semicálido subhúmedo-planicie ignea extrusiva básica-regosol-agricultura
3.3.2.1.6	2	5,875	1.18	Templado subhúmedo-sierra-igneae extrusiva básica-andosol-bosque mesófilo
<b>Total:</b>	<b>50</b>	<b>296,500</b>	<b>60.36</b>	

Esto no quiere decir que el 40 % de la superficie estatal ocupada por el resto de la UE no son importantes sino que solamente se utiliza este criterio de selección para priorizar a la UE. Es probable incluso que alguna UE no señalada como relevante

bajo los criterios de selección, puede ser importante para propósitos específicos, como por ejemplo, el caso de las UE con vegetación de páramo de altura, que pueden ser prioritarias para fines científicos particularmente.

Por otro lado, las UE de mayor importancia ocupan menor superficie que las UE de mayor representatividad, esto se debe a que algunas UE consideradas dentro del grupo de más representatividad, no mostraron alto significado ecológico y por lo mismo no cumplían con los dos criterios para seleccionar a las UE más importantes.

## 6.2. Composición, estructura y productividad forestal de las unidades ecológicas (UE) más importantes.

### 6.2.1. Unidades ecológicas seleccionadas.

Tomando en cuenta su mayor importancia y representatividad, así como su escaso conocimiento estructural y productivo en la entidad se seleccionaron 4 UE con selva baja caducifolia; estas UE's en su conjunto comprenden 123,187 ha que corresponden al 45 % de la superficie forestal y al 25 % de la superficie estatal (Cuadro 22).

Cuadro 22. Unidades ecológicas seleccionadas del Estado de Morelos.

1s1

UE (clave)	Sup. (ha)	No. de UE	Descripción de la UE Clima-fisiografía-geología-suelo-vegetación
136107	49 250	14	Calido-Sierra-Caliza-Rendzina-Selva baja Subhum. caducifolia
13157	54 125	2	Calido-Sierra-Ignea-Peozem-Selva baja Subhum. caducifolia
13177	8 875	1	Calido-Sierra-Ignea-Litosol-Selva baja Subhum. caducifolia
13547	10 937	1	Calido-Sierra-Lutita-Kastañozen-Selva baja Subhum. Arenisca caducifolia
<b>Total</b>	<b>123 187</b>	<b>18</b>	

**6.2.2. Características generales de las unidades ecológicas seleccionadas.**

**6.2.2.1. Localización y superficie.**

En el Cuadro 23 se presenta la distribución municipal UE's y su superficie estatal. De esta información se observa que las UE's 13157 y 136107 son de mayor extensión superficial; esta última UE también es la que se distribuye el mayor número de unidades. Las UE's 136107 y 13547 se distribuyen hacia la parte central del estado, en cambio las UE's 13157 y 13177 se ubican al sur del mismo.

**Cuadro 23. Localización y superficie de las UE's analizadas.**

<b>UE</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Distribución Municipal</b>
136107	49 250	Yautepec, Tlaltizapan, Ayala, Cuautla, Zacatepec, Jojutla, Tlaquilttenango, Xochitepec, Miacatlán Cuatlán del Río y Tepalcingo.
13157	51 400	Tlaquilttenango y Tepalcingo.
13177	8 875	Tlaquilttenango
13547	10 937	Jojutla y Tlaltizapan

**6.2.2.2. Clima.**

El tipo climático dominante en todas las UE's es el cálido subhúmedo, con lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal menor del 5%; la temperatura media anual es superior a 22° C.



En el Cuadro 24 se mencionan las estaciones meteorológicas que cubren el área de influencia de las UE's, así como los datos promedios de temperatura y precipitación registrada en cada una de ellas.

**Cuadro 24. Promedios generales de temperatura y precipitación en el área de distribución de las UE estudiadas.**

Estación	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud
El Rodeo	Miacatlan	18 47'	99 19'	1100
Temilpa	Tlaltizapan	18 41'	19 06'	1125
Ticuman	Tlaltizapan	18 45'	99 06'	1130
Jiutepec	Jiutepec	18 53'	99 09'	1400
El Limon	Tepalcingo	18 33'	98 56'	1400
Tepalcingo	Tepalcingo	18 36'	98 50'	1100
Huautla	Tlaquiltenango	18 27'	99 02'	915
Xicatlalotla	Tlaquiltenango	18 31'	99 12'	1036

-----

Continuación Cuadro 24....

Estación	Temperatura			Precipitación
	Máxima	Mínima	Media	
El Rodeo	30.0	16.9	23.5	977.2
Temilpa	31.5	14.8	23.2	829.8
Ticuman	32.2	14.2	23.1	843.3
Jiutepec	29.0	15.1	22.1	839.9
El Limon	29.0	15.3	22.2	776.8
Tepalcingo	30.7	14.3	22.5	815.6
Huautla	31.9	17.5	24.7	849.5
Xicatlalotla	33.4.	16.5	25.0	789.5

De acuerdo a los datos registrados en el cuadro 24 la temperatura más alta se presenta en Huautla y Xicatlacotla dentro de las UE's 13157 y 13177; valores muy similares se presentan entre las estaciones en relación con la temperatura mínima y máxima, esta última también es ligeramente mayor en Huautla y Xicatlacotla.

La precipitación anual más alta se presenta en la estación de El Rodeo con 977 mm dentro de la UE 136107 y la más baja en la

estación de El Limón con 776 mm dentro de la UE 13157, con una diferencia entre ambas de 200 mm de lluvia; no obstante en el resto de las estaciones se presenta una precipitación entre 800 y 850 mm no encontrándose diferencias importantes.

El análisis de la información climática no revela un patrón característico de distribución de la temperatura y la lluvia en función de algún gradiente ambiental, pero es evidente que a nivel microclimático se presentan diferencias importantes entre estas UE por efectos de relieve y exposición.

#### 6.2.2.3. Geomorfología.

Las UE's 136107 y 13547 se ubican en la Provincia de la Sierra Madre del Sur y particularmente en la Subprovincia de Sierra y Valles Guerrerenses; las topoformas dominantes en estas UE's pertenecen a las Sierras de Laderas Escarpadas Calcáreas.

Las UE's 13157 y 13177 se ubican dentro de la Provincia del Eje Neovolcánico y en la Subprovincia del Sur de Puebla; las topoformas dominantes de estas UE's corresponden a serranías de laderas abruptas.

En el Cuadro 25 se sintetizan las frecuencias registradas en los sitios de muestra de algunas variables ambientales relacionadas con la geomorfología, como son la posición topográfica, la altitud, la exposición y la pendiente.

De ésta información se aprecia que la posición topográfica dominante en todas las UE's es la de ladera de cerro. El rango altitudinal varía de 900 a 1600 msnm, excepto en la UE 13547 donde oscila entre 900 y 1400 msnm; no obstante la mayor

extensión superficial en todas las UE's se presenta abajo de los 1400 m de altitud. Se registraron la mayoría de las exposiciones posibles, sin embargo se presentan exposiciones dominantes en cada UE: Noreste y Suroeste en la UE 136107, Sureste y Este en la UE 13157, Oeste y Este en la UE 13177 y Sur y Sureste en la UE 13547.

Las pendientes son fuertes en la mayoría de las UE's y varían desde 10 al 80%, aunque en todos los casos las pendientes más frecuentes se ubican entre el 20 y el 60%, excepto en la UE 13177 donde las pendientes son menores del 40% con mayor frecuencia.

Cuadro 25. Frecuencia (%) de datos ambientales registrados en los sitios de muestreo por UE en el estado de Morelos.

Característica	Unidad Ecológica			
	136107	13157	13177	13547
<b>Posición topográfica</b>				
Ladera de cerro	92	86	80	90
Ladera de loma	8	8	10	--
Ladera de barranca	--	6	10	10
<b>Altitud (msnm).</b>				
800-900	2	11	--	70
900-1000	19	9	--	30
1001-1100	21	17	50	--
1101-1200	24	23	50	--
1201-1300	17	23	--	--
1301-1400	12	6	--	--
> 1400	5	11	--	--
<b>Exposición</b>				
Norte	7	6	--	--
Sur	7	--	--	30
Este	10	17	30	10
Oeste	7	11	50	--
Noreste	26	11	10	10
Noroeste	5	6	10	--
Sureste	10	32	--	30
Suroeste	28	17	--	20

Continuación Cuadro 25.....

Característica	Unidad Ecológica			
	136107	13157	13177	13547
<b>Pendiente</b>				
0-20	14	14	40	10
21-40	50	50	50	60
41-60	26	30	10	30
61-80	10	3	--	--
81-100	--	3	--	--
<b>Cobertura del suelo</b>				
Vegetación	24	33	29	41
Hojarasca	14	17	14	10
Material fino	10	14	8	24
Gravas y piedras	22	22	25	16
Rocas	30	14	24	9
<b>Erosion</b>				
Origen				
Hídrico	99	100	100	100
Tipo				
Laminar	100	100	100	100
Superficie	8	13	8	15
<b>Agentes de disturbio</b>				
Tala	17	8	---	30
Tala y pastoreo	55	83	100	70
Tala y plagas	5	3	---	--
Tala, pastoreo y fuego		--	---	--
Tala, pastoreo, plagas y enfermedades	21	6	---	

**6.2.2.4. Geología.**

Las UE's presentan algunas diferencias en cuanto al tipo de roca; en las UE's 136107 y 13547 las rocas son de origen sedimentario y estan clasificadas como calizas, y lutitas con areniscas respectivamente. En cambio las rocas de la UE 13157 y 13177 son de naturaleza ignea y han sido clasificadas como andesitas y riocacitas.

**6.2.2.5. Suelos.**

De acuerdo con la clasificación de FAO-UNESCO (1963 en SPP, 1981), en las distintas UE's se pueden distinguir los siguientes

grupos de suelos: Rendzina en la UE 136107, Kastañozem en la UE 13547, Feozem en la UE 13157 y Litosol en la UE 13177 (Cuadro 25).

Los suelos de Rendzina son delgados y sobreyacen en material cálcareo, tienen un horizonte superior muy oscuro debido a la acumulación de materia orgánica, son de textura media predominante y ligeramente alcalinos.

Los suelos Kastañozem son ligeramente someros, de color pardo castaño en su horizonte superficial, de textura media predominante, ricos en materia orgánica y nutrientes y son ligeramente alcalinos.

El suelo Feozem puede ser somero o profundo, de color café oscuro en su horizonte superior, de textura media, ricos en contenido de materia orgánica y nutrientes y ligeramente ácidos.

Los Litosoles son suelos muy delgados con afloramientos rocosos, de color café oscuro, textura franco-arenosa, pueden ser ricos en el contenido de materia orgánica y ligeramente ácidos.

Los valores de cobertura del suelo son variables entre las UE de estudio, las diferencias más marcadas se presentan en cuanto a los porcentajes de rocas, gravas y piedras, los cuales son más altos en las UE 136107 y 13177, esto principalmente porque son suelos delgados con gran cantidad de rocas aflorantes; estas características indican desde el punto de vista práctico, el uso al que deben destinarse éstos suelos los cuales, definitivamente no pueden ser aptos para la agricultura y a pesar de ello se observan algunas superficies de cierta amplitud con actividad

agrícola de subsistencia dentro de las UE's.

En el Cuadro 26 se mencionan las características físico-químicas del horizonte superficial del suelo (profundidad 0-30 cm) de algunos sitios de muestreo representativos de las diferentes UE's.

Cuadro 26. Análisis físicos y químicos del horizonte superficial del suelo (profundidad 0-30 cm) de sitios de muestreo representativos de las UE estudiadas.

UE Sitio		% arena	% arcilla	% limo	PH	MO %	NT %	P Kg/ha	DA gr/cm
136107									
S-6	Franco arenoso	53.68	19.04	27.28	7.0	5.85	0.29	36	1.40
S-93	Franco	40.40	23.04	36.56	7.1	5.65	0.28	14	1.35
S-27	Franco arenoso	60.68	15.04	24.28	7.1	5.86	0.29	20	1.40
S-36	Franco	44.40	25.04	30.56	7.0	6.83	0.34	12	1.35
S-74	Franco	46.40	23.04	30.56	7.6	6.64	0.33	38	1.35
S-72	Franco arcilloso	38.40	29.04	32.56	7.5	6.67	0.33	68	1.30
S-84	Franco arcilloso	38.40	37.04	24.56	7.3	6.80	0.34	43	1.30
S-95	Franco arenoso	56.40	17.04	26.56	7.0	3.03	0.15	30	1.40
13157									
S-11	Franco	41.68	23.04	35.28	6.6	6.69	0.33	31	1.35
S-34	Franco	44.40	25.04	30.56	5.0	6.69	0.33	17	1.35
S-51	Franco	44.40	27.04	28.56	5.7	5.72	0.28	10	1.35
S-79	Franco	46.40	19.04	34.56	5.7	6.69	0.33	33	1.35
S-80	Franco	46.40	25.04	28.56	5.8	2.41	0.12	9	1.35
S-81	Franco arcilloso	42.40	31.04	26.56	6.4	6.62	0.33	32	1.30
S-82	Franco	46.40	17.04	36.56	6.6	4.14	0.20	46	1.35
S-88	Franco arenoso	54.40	23.04	22.56	6.0	6.27	0.31	24	1.45
13177									
S-66	Franco	48.40	23.04	28.56	6.3	6.48	0.32	15	1.35
S-89	Arcilla	24.40	47.04	28.56	6.2	4.83	0.24	6	1.20
S-92	Franco	44.40	25.04	10.56	6.5	6.00	0.30	13	1.35
S-16	Franco	43.68	27.04	29.28	6.8	6.03	0.30	17	1.35
13547									
S-64	Arena francosa	86.40	7.04	6.56	7.7	3.03	0.15	22	1.50
S-65	Franco	46.40	25.04	28.56	7.5	4.48	0.22	5	1.35
S-67	Franco	52.40	17.04	30.56	7.5	5.75	0.28	67	1.35
S-76	Franco arenoso	58.40	19.04	22.56	7.1	2.76	0.13	19	1.40

Las texturas predominantes obtenidas en las UE estudiadas pertenecen a la clase media; datos texturales semejantes son reportados por Monroy *et al.* (1985), para varias regiones del estado con selva baja caducifolia.

El pH varía de ligeramente alcalino a moderadamente alcalino en las UE's 136107 y 13547; en cambio en las UE's 13157 y 13177, el pH es ácido o ligeramente ácido; valores similares fueron obtenidos por Monroy *et al.* (1985) en suelos de selva baja caducifolia de Morelos: moderadamente alcalinos en sustratos sedimentarios como en las UE's 136107 y 13547, y moderadamente ácidos en sustratos geológicos igneos como en las UE's 13157 y 13177.

La densidad aparente esta muy relacionada con la textura del suelo ya que suelos arenosos tienen densidades aparentemente altas y las de textura fina tienen densidades aparentes más bajas (Ortiz Villanueva y Ortiz Solorio, 1980); esto se corrobora en los datos de suelos tomados en las diferentes UE estudiadas, donde se aprecia que las densidades aparentes mayores se presentan en los suelos franco-arenosos, con respecto a los suelos francos y franco-arcillosos, aunque esta condición se presenta indistintamente en las 4 UE, por lo cual no se aprecian diferencias significativas entre ellas con respecto a este factor edáfico.

En cuanto al contenido de materia orgánica, los suelos no presentan diferencias significativas entre las cuatro UE, y de acuerdo al criterio de fertilidad de Ortiz Villanueva y Ortiz Solorio (1980), varían de fertilidad media (2-3 %) hasta muy ricos

(más de 5 %), coincidiendo con los datos reportados por Monroy *et al.* (1985), para suelos de selva baja caducifolia en clima cálido-subhúmedo.

El porcentaje de nitrógeno total determinado para la UE trabajadas, presenta una relación de 20 a 1 con respecto al contenido de materia orgánica; este valor en cierta manera refleja que en los suelos de estas UE se puede encontrar 20 % de carbono y 1 % de nitrógeno; de acuerdo a esta relación, son suelos que tienen lenta mineralización de nitrógeno según Aguirre(1982) quien considera al cociente carbono/nitrógeno como un indicador de la velocidad de mineralización del nitrógeno, según el cual cocientes pequeños significan una alta velocidad de mineralización y cocientes altos una mineralización lenta.

Los suelos de las 4 UE tienen valores relativamente altos de fósforo, sin embargo esto no indica que pueda ser aprovechable eficientemente por las plantas, ya que dependen aparentemente de la acidez o alcalinidad del suelo. De acuerdo con Ortiz Villanueva y Ortiz Solorio (1980) en suelos calcáreos y alcalinos como es el caso de las UE 136107 y 13547 y en suelos moderados o altamente ácidos, los iones fosfato tienen bajo grado de aprovechabilidad por las plantas; el fósforo es más aprovechable en los suelos de pH con 6 a 7; esto último puede ocurrir en algunos sitios de las UE 13157 y 13177, donde se registran valores de pH en este último rango, aunque algunos sitios de las UE 13157 presentan valores de mayor acidez.

En conclusión, las diferencias más importantes entre las UE seleccionadas, se presentan en la profundidad, el color del suelo y pH; estas características a su vez dependen del sustrato



geológico que les dio origen principalmente; así mismo presentan también diferencias importantes en cuanto a la cobertura superficial del suelo, en relación con la rocosidad del mismo.

#### 6.2.2.6. Capacidad de uso de la tierra.

La capacidad de uso de la tierra se refiere a la adaptabilidad de ésta a usos específicos sin sufrir daño; los efectos combinados de la topografía y del suelo influyen mayormente en las limitaciones de usos, riesgos al daño y capacidad productiva del suelo (Hernández y Sánchez, 1973).

Uno de los sistemas utilizados para evaluar la capacidad de uso de la tierra es el de Klinkbiel y Montgomery (1961, en Hernández y Sánchez, 1973) el cual se basa en el número y grado de limitaciones que afectan el tipo de uso, riesgos al daño al suelo y las necesidades del manejo del mismo.

De acuerdo a este sistema y tomando en consideración la accidentada topografía, las fuertes pendientes, el riesgo de erosión, así como los altos valores de pedregosidad y rocosidad de suelo, las UE bajo estudio quedan clasificadas dentro de la clase VII, según su capacidad de uso de la tierra; esta clase tiene fuertes limitaciones para el uso agrícola tradicional y mecanizado, por lo cual se recomienda para uso forestal y vida silvestre en general.

En este apartado cabe señalar que no existe una planeación adecuada en estas regiones, ya que en algunas zonas se nota un aumento de la superficie agrícola y las áreas para asentamientos humanos mal planeados, a costa de la selva baja caducifolia, con

la consecuente degradación de áreas forestales y aumento de los procesos erosivos; esta situación es común en todas las UE forestales del Estado.

#### 6.2.2.7. Vegetación.

El tipo de vegetación de las distintas UE's corresponde a la selva baja caducifolia según la clasificación de Miranda y Hernández (1963) y de Flores *et. al.* (1971), y al bosque tropical caducifolio de acuerdo a a la clasificación de Rzedowski (1978). Este tipo de vegetación se caracteriza porque la mayoría de las especies arbóreas pierden sus hojas en la época seca del año, tiene una alta diversidad florística y generalmente los árboles son de bajas dimensiones.

Dentro de la UE 136107 y particularmente en la Sierra de Yautepec y cerro de Jojutla y en la UE 13157 en la Sierra de Huautla y El Limón la selva baja caducifolia todavía presenta cierto grado de conservación, por lo cual sería conveniente proteger estas áreas de las actividades encaminadas al cambio de uso del suelo en esta región.

Las especies dominantes fisonómicamente distribuidas en la UE 136107 son: Conzattia multiflora, Lysiloma divaricata, Lysiloma acapulcensis, Bursera longipes, B. copallifera, B. ariensis, B. glabrifolia, Leucaena sculeta, Ceiba parvifolia, Ceiba aesculifolia, Amphipterygium adstringens, Ipomoea wolcottiana y Pseudosmodigium perniciosum.

Las especies arbóreas dominantes en la UE 13157 son: Conzattia multiflora, Amphipterygium adstringens, Lysiloma divaricata, L. acapulcensis, Ipomoea wolcottiana, Erythrina

americana, Bursera copallifera, B. glabrifolia, B. ariensis, B. morelensis, B. longipes, B. lancifolia, B. grandifolia y Ceiba parvifolia. Hacia los márgenes de los ríos son conspicuas Pithecellobium dulce, Enterolobium cyclocarpum, Ficus spp. y Prosopis laevigata.

En la UE 13157 la selva baja caducifolia esta dominada principalmente por Ipomoea wolcottiana, Bursera copallifera, Bursera glabrifolia, Bursera longipes, Bursera ariensis, Jacaratia mexicana, Ficus petiolaris, Ceiba parvifolia, Spondias mombin y Cyrtocarpa procera.

En la UE 13547, la Selva baja caducifolia se encuentra dominada por Nacoubouxbania mezcalaensis, Ceiba parvifolia, Bursera morelensis, Bursera grandifolia, Bursera copallifera, Bursera ariensis, Lyailoma divaricata y Cyrtocarpa procera.

#### 6.2.2.8. Agentes de perturbación.

El disturbio registrado en mayor magnitud en las UE analizadas, es ocasionado por el hombre directa o indirectamente, a través de la tala y el pastoreo, generalmente concurrendo ambos factores con mayor frecuencia; también, se registra disturbio por plagas, enfermedades y escasamente por fuego; la tala generalmente es de tipo doméstico ya que se extrae en pequeña cantidad madera para postes, construcción y leñas primordialmente; la verdadera tala perjudicial es la ocasionada por los desmontes para fines agrícolas o para asentamientos humanos, por ejemplo, en la zona de Ticuman recientemente se ha creado un fraccionamiento dentro del área de influencia de la UE 136107, así mismo es

frecuente observar "manchones" de cultivos agrícolas dentro de las UE's.

El pastoreo observado en las UE es de carácter extensivo y totalmente inmoderado, principalmente producido por ganado bovino y en menor grado por ganado caprino. De acuerdo a los datos reportados por COTECOCA (1979), a la UE 136107 le corresponde un coeficiente de agostadero de 7.5 a 8.6 ha/U.A., y a la UE 13157, 13177 y 13547 un coeficiente de agostadero de 7.0 ha/U.A.; estas capacidades de carga animal no son respetadas en estas UE, ya que en los trabajos de campo se observó un mayor número de cabezas de ganado que difícilmente correspondería a los coeficientes de agostadero estimados, por lo cual se deduce que existe un sobrepastoreo en las áreas de estudio que pueden afectar negativamente los mecanismos de regeneración de las especies forestales.

Se observaron evidencias de plagas y enfermedades que afectan a algunas especies arbóreas; colateralmente a este trabajo se está realizando un estudio cualitativo y cuantitativo sobre aspectos de plagas y enfermedades de algunas especies arbóreas de importancia forestal de la selva baja caducifolia en las UE 136107 y 13157 (Díaz Balderas *et al.*, 1989), donde se ha encontrado que algunos constituyentes arbóreos de estas UE presentan daños por hongos de los generos Fusarium, Alternaria, Curvularia, Uredinopsis, Helminthosporium, Gliocladium y Oidium; así mismo se han registrado plagas en algunos componentes arbóreos de dichas UE ocasionadas por barrenadores de las familias Cerambycidae, Buprestidae y Curculionidae y por descortezadores de las familias Dermastidae y Ostomidae. El conocimiento de plagas y enfermedades

en selva baja caducifolia es muy escaso a nivel nacional, por lo cual estas contribuciones son importantes, tomando en cuenta que algunas especies de plagas y enfermedades pueden estar relacionadas con algunos cultivos agrícolas aledaños a las áreas forestales.

El fuego no es factor importante en las comunidades forestales de selva baja caducifolia de la Entidad, cuando se presenta es debido a las actividades agrícolas dentro de las actividades de la roza-tumba-quema que también se practica en la región morelense; sin embargo no se pudo inferir su efecto en la presencia y abundancia de las especies ya que se observó con muy poca frecuencia en los trabajos de campo.

#### 6.2.3. Tamaño de muestra.

De acuerdo a una intensidad de muestreo del 0.01 % se definieron los sitios a muestrear para cada unidad ecológica. El número de sitios de muestreo se presenta en el Cuadro 27. Tomando en cuenta este criterio se levantaron mayor número de sitios de muestreo en las UE's 136107 y 13157 debido a su mayor extensión superficial con selva baja caducifolia en el Estado.

Cuadro 27. Número de sitios muestreados por unidad ecológica.

Unidad Ecológica	Superficie (ha)	Número de unidades	No. de sitios muestreados
1.3.6.10.7.	49,250	14	45
1.3.1.5.7.	54,125	2	50
1.3.1.7.7.	8,875	1	10
1.3.5.4.7.	19,937	1	10

Con la finalidad de fundamentar la intensidad de muestreo elegida, se utilizó el método de medias acumuladas (Kershaw,

1973), en función de tres parámetros: número de especies, densidad (No. de individuos) y volumen, como variables de interés en cuanto a composición y productividad arbórea. Este análisis se aplicó a las cuatro UE (Fig. 1 a 3).

De estos resultados se aprecia que las curvas que definen los tamaños de muestra, tienen diferentes grados de estabilización, según la variable de interés analizada y la UE estudiada; sin embargo, las curvas ofrecen mayor precisión en las UE's 136107 y 13157 debido a su mayor amplitud de muestreo. En base a estos resultados a continuación se exponen algunas consideraciones sobre el tamaño de muestra calculado.

Existen varios criterios para establecer un tamaño de muestra para estudiar alguna variable forestal de interés. En algunos estudios se ha utilizado la relación entre la superficie muestreada y la superficie total, escogiéndose como tamaño de muestra un porcentaje de la superficie total; en este criterio han sido apoyados varios de los trabajos del Inventario Nacional Forestal, aunque de acuerdo con Matteucci y Colma (1982), este criterio es totalmente subjetivo, y la exactitud de las mediciones varía de acuerdo con el patrón espacial de la variable considerada.

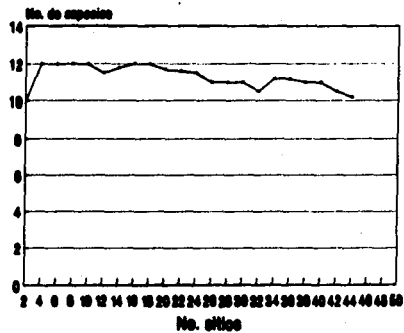
Otro criterio se basa en el método de medias acumuladas (Kershaw, 1973), en el cual se calcula la media de subconjuntos; estos finalmente son graficados en función del número de unidades muestrales. De acuerdo a este método se elige como tamaño de muestra, el número de unidades muestrales en el cual la media estabiliza o minimiza su amplitud de variación. Este

método también puede ser subjetivo, pero tiene la ventaja de que da una indicación aproximada del tamaño de muestra adecuado.

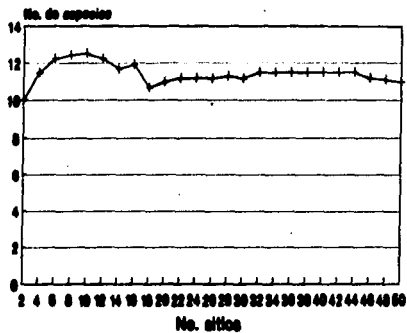
El otro criterio para calcular el tamaño de muestra tiene una base estadística primordialmente, los procedimientos de cálculo a menudo son complicados y caen dentro de la teoría del muestreo; bajo este criterio el tamaño de muestra se calcula a partir de la varianza o el coeficiente de variación de la variable de interés, fijando de antemano para el estimador una precisión y una confiabilidad deseada, (Freese, 1962; Caballero, 1973; Mendez, 1976; Rendón y González, 1989).

En el presente estudio se utilizaron como criterios para el cálculo del tamaño de muestra, la intensidad de muestreo en base a la extensión superficial fundamentado por el método de medias acumuladas.

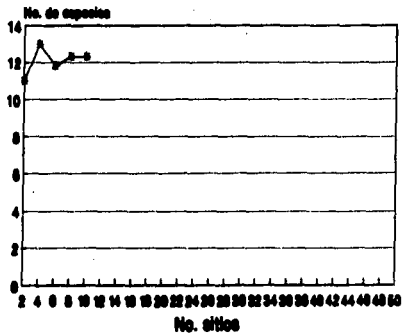
La intensidad de muestreo elegida (0.01 %) coincide ligeramente con la intensidad de muestreo utilizada (0.03 %) para el inventario forestal del estado de Morelos (INF, 1975); intensidades similares o menores han sido empleadas en otros trabajos regionales encaminadas a cuantificar el recurso forestal. Por ejemplo, en Chamela, Jalisco, para analizar la diversidad y estructura arborea (Lott *et al.*, 1987) se utilizaron 30 transectos (sitios) de 100 m<sup>2</sup> sumando en total 0.3 ha. A pesar de la baja intensidad de muestreo se obtuvo una información adecuada en función de los fines propuestos. En selvas altas perennifolias de grandes extensiones como en Uxpanapa se han utilizado cuadrados que equivalen a un muestreo total de 5 ha (Sánchez y Wendt, 1990).



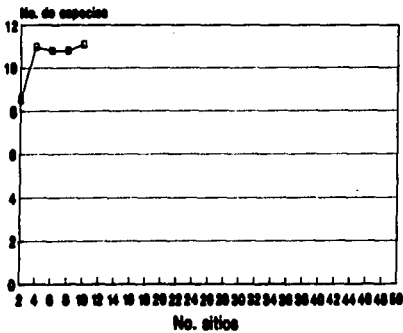
— UE 100107



— UE 100107



— UE 10177



— UE 10417

Fig. 1. Tamaño de muestra por UE en base al método de medias acumuladas a partir del número de especies.



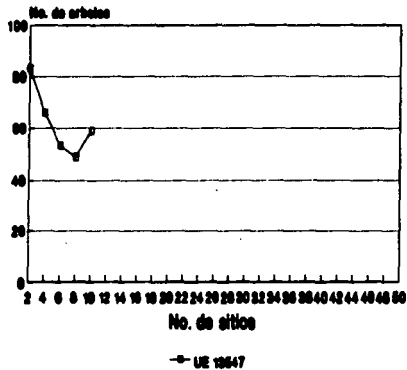
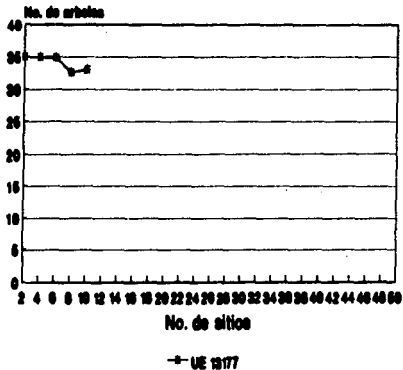
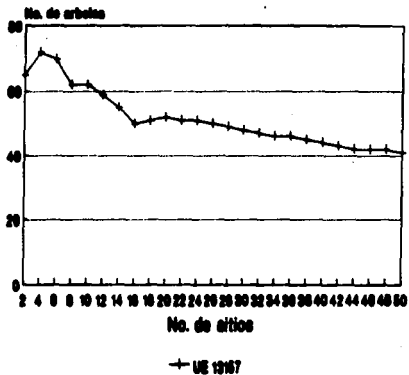
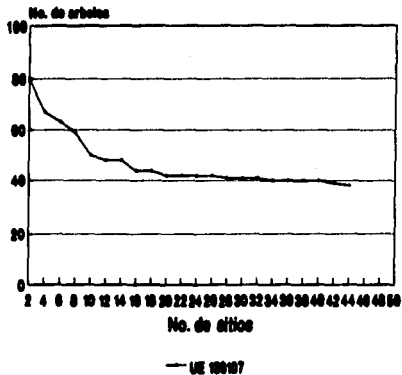


Fig. 2. tamaño de muestra por UE en base al método de medias acumuladas a partir de la densidad arborea.

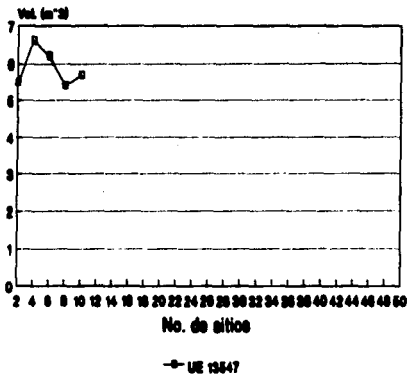
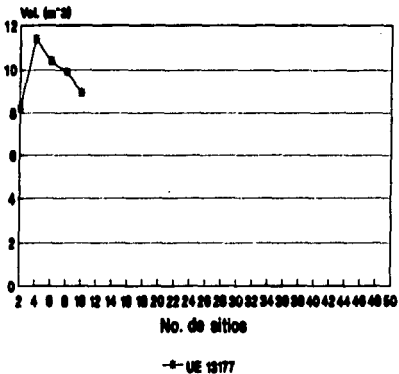
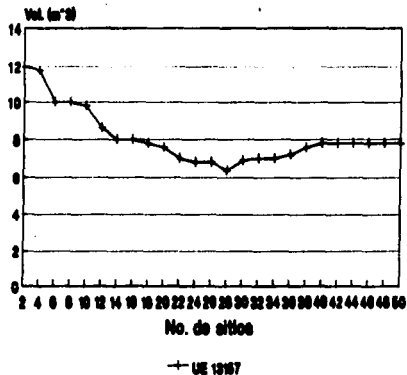
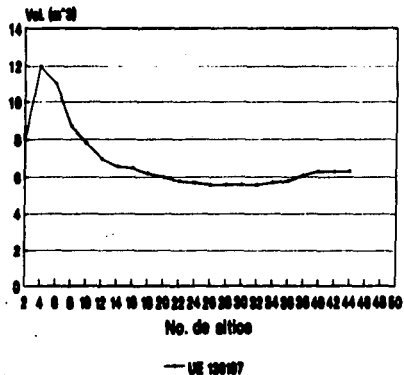


Fig. 3. Tamaño de muestra ppr UE en base al método de medias acumuladas a partir del volumen maderable

Es evidente que a mayor intensidad de muestreo puede obtenerse mayor precisión en la información a recabar, pero también intensidades bajas de muestreo pueden proporcionar similar confiabilidad con respecto a intensidades altas, si el muestreo se hace en zonas representativas que puedan permitir hacer una inferencia confiable sobre el resto de la región estudiada. En este sentido el modelo de UE constituye una base confiable para optimizar el diseño de muestreo.

De acuerdo a la intensidad de muestreo seleccionada, a cada UE se le asignó el siguiente número de sitios: 50 para la UE 13157, 45 para la UE 136107 y 10 sitios de muestreo para las UE 13177 y 13547 respectivamente. Con la aplicación del método de medias acumuladas particularmente en las UE 13157 y 136107 y utilizando como variables de interés al número de especies, densidad arbórea y volumen maderable, se observó que alrededor de 30 a 40 sitios de muestreo hubiesen sido suficientes para estas UE's; este procedimiento se realizó también para las UE's 13177 y 13547 para la variable volumen, encontrándose que en la UE 13177 existe una estabilización de la curva a partir de 8 sitios de muestreo, en cambio en la UE 13547 aparentemente la curva tiende a aumentar ligeramente, aún incluso a partir de los 10 sitios; el reducido número de sitios en estas dos últimas UE's no permite observar claramente en donde tiende a asintotizarse la curva, ya que es posible que al aumentar el número de sitios de muestreo en estas UE's, también aumenten los valores de las medias acumuladas. No obstante esta situación, se decidió respetar la intensidad de muestreo establecida, con el fin de que la información pudiera

ser comparable entre las UE's; esta decisión también se apoyó en el hecho de que el número de sitios de muestreo establecido en las UE's 136107 y 13157 resultó menor en relación con el número de sitios de muestreo calculados mediante la intensidad de muestreo elegida.

El método de muestreo utilizado fue el del cuadrado, término utilizado por la escuela americana o también llamado método del relevé de la escuela europea (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). El uso del método del cuadrado no implica que necesariamente la forma del sitio sea un cuadrado perfecto, ya que el término también se aplica a sitios rectangulares y circulares.

El tamaño del sitio se seleccionó en base a algunas experiencias sobre área mínima que se ha calculado en dos comunidades de selva baja caducifolia de Morelos (Monroy y Castillo, 1984) en las cuales se obtuvo una área mínima de 200 m<sup>2</sup>; sin embargo, el tamaño del sitio se amplió a 1000 m<sup>2</sup> con la finalidad de obtener mayor representación del sitio y también para homogeneizarlo con los sitios utilizados en el inventario forestal del estado de Morelos (INF, 1975) donde se emplearon sitios de 1000 m<sup>2</sup> para arbolado mayor de 30 cm y sitios de 250 m<sup>2</sup> para árboles de 15 a 30 cm en superficies de selva baja caducifolia de la Entidad; en este estudio, todo el arbolado mayor de 5 cm de diámetro normal se estimó en base a sitios de 1000 m<sup>2</sup>, por lo cual es probable que se haya capturado mayor información de las especies arbóreas menores de 30 cm de diámetro normal aunque para las especies de diámetro mayor a este valor, se tuvieron las mismas posibilidades con relación al tamaño del sitio utilizado

por el INF (1975).

De todo lo anterior se puede concluir que el tamaño de muestra y el tamaño del sitio fueron adecuados para los objetivos planteados en este estudio.

#### 6.3.4. Calidad de muestreo.

Para conocer si los factores ambientales fueron suficientemente muestreados se utilizó el método de calidad de muestreo (Guillerm, 1976), en base al cálculo de entropía del factor, el cual se fundamenta en el número de presencias o ausencias de una especie o de un factor dentro de un conjunto de sitios de muestreo (Abramson, 1986).

Este método considera que un factor bien muestreado debe tener el mismo número de sitios de muestreo en cada clase de categoría en que haya sido dividido; en otras palabras si existen 4 clases altitudinales, cada una de estas debe tener el mismo número de sitios de muestreo y este equivale a una entropía máxima de 1. Este mismo criterio tendría que ser aplicado a cada factor ambiental; sin embargo difícilmente podrían conjuntarse bajo esta condición todos los factores ambientales.

Tomando en cuenta esta dificultad el método se basa en la relación existente entre la entropía del factor y la entropía máxima, esta última es igual al  $\log_2$  del número de clases consideradas en cada factor; en base a esta relación los valores cercanos a la unidad representan factores bien muestreados es decir con una buena calidad de muestreo.

La fórmula utilizada para calcular la entropía del factor es

la siguiente (Guillermo, 1976):

$$H(L) = \sum R(K) / NR \log_2 NR / R(K), \text{ donde:}$$

H(L) = Entropía del factor.  
 N(K) = Número de clase.  
 R(K) = Número de sitios/clase.  
 NR = Número total de sitios.  
 $\log_2 = 3.3219$   
 (HL)max =  $\log_2 N(K)$  = entropía máxima.

En base a este método se obtuvo la calidad de muestreo para las UE's en forma conjunta. Los resultados de este análisis se presentan en el Cuadro 28, donde se observa que los factores ambientales considerados tuvieron buena calidad de muestreo, excepto la posición topográfica y la textura del suelo.

Cuadro 28. Calidad de muestreo en las UE estudiadas del estado de Morelos.

Factor ecológico	No. de clases	Entropía HL estimada	Entropía máxima HL Max.	HL ----- HL Max.
Posición topográfica	3	0.59	1.58	0.37
Exposición	8	2.86	2.99	0.95
Pendiente	6	1.98	2.58	0.76
Altitud	7	2.44	2.80	0.87
Tipo de roca	3	1.32	1.58	0.83
Rocas (%)	5	1.35	2.32	0.58
Tipo de suelo	4	1.66	1.99	0.83
Profundidad del suelo	2	0.99	1.00	0.99
Gravas y piedras (%)	4	1.25	1.99	0.62
Color del suelo	3	1.32	1.58	0.83
Textura del suelo	2	0.42	1.00	0.42

La entropía puede ser considerada como una medida del grado de indeterminación relativa a la realización o no realización de un evento (Yaglom y Yaglom, 1959 in Guillermo, 1971) y por extrapolación es el grado de indeterminación relativa a la presencia o a la ausencia de una especie o un factor; esta medida

de indeterminación puede ser expresada en bits o binoms porque su medición se refiere a un sistema de numeración binaria (Guillerm, 1971).

De acuerdo con lo anterior, una especie muy frecuente tiene posibilidad de hallarse en cualquier lugar, su presencia se determina casi por anticipado, tal posibilidad implica poca entropía, así mismo, si la especie es poco frecuente, será difícil encontrarla en una región determinada, tal probabilidad también tiene una baja entropía; por lo tanto las especies que tendrán mayor entropía serán aquellas en las cuales su presencia o ausencia son igualmente probables, es decir aquí habrá mayor grado de indeterminación (Godron, 1968).

De la misma manera, la entropía para los factores ambientales será alta cuando los sitios de muestreo tengan la misma probabilidad de encontrarse en una o en otra clase en la que se halla dividida una variable ambiental; en otras palabras un muestreo será suficiente si los sitios están repartidos igualmente entre las diversas clases de la variable (Passini, 1982).

Tomando en consideración estos principios y de acuerdo a los resultados se observa que la mayoría, de los factores considerados tuvieron una buena calidad de muestreo ya que los valores de la relación entropía estimada y entropía máxima tienen valores superiores a 0.5 y muy cercanos a la unidad, excepto los factores posición topográfica y textura del suelo, debido a que en la posición topográfica dominaron ampliamente las laderas de cerro y en el caso de la textura del suelo las de clase media fueron las predominantes en todas las UE estudiadas; sin embargo

estas dos condiciones son las que prevalecen en las 4 UE.

Cabe mencionar que se optó por obtener una sola calidad de muestreo para las 4 UE, debido a que se prefirió incluir las características particulares geológicas y edáficas de cada UE como factores ambientales complementarios; un análisis particular de calidad de muestreo para cada UE no hubiera permitido incluir factores importantes como tipo de roca, tipo de suelo, profundidad, color y textura del suelo, por lo cual fue necesario conjuntar estos factores.

#### 6.2.8. Composición arbórea.

Se registraron en total 100 especies arbóreas en las UE estudiadas, aunque de algunas de ellas solamente se tiene su identificación a nivel de género o familia.

Según la información registrada en los sitios de muestreo el número total de especies fue de 78 en la UE 136107, de 68 en la UE 13157, de 46 en la UE 13177 y de 41 en la UE 13547. El número de especies dentro de cada UE varía de 5 a 17 en la UE 136107, de 5 a 18 en la UE 13157, de 7 a 16 en la UE 13177 y de 8 a 16 en la UE 13547.

De acuerdo con la clasificación de provincias florísticas de México de Rzedowski (1978), las UE's forestales con selva baja caducifolia de el estado de Morelos, quedan incluidas dentro del Reino Neotropical en la Región Caribeña y en la Provincia de la Depresión del Balsas, la cual se intercala entre el Eje Volcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur; su flora presenta un número importante de especies endémicas entre las cuales destacan las del género Bursera que ha tenido un espectacular centro de



diversificación en esta Provincia.

Según los resultados obtenidos. se registraron aproximadamente 100 especies arbóreas en las cuatro UE's analizadas, sin embargo, es probable que exista un número mayor de especies a las registradas en este trabajo, principalmente porque no hubieran sido detectadas aquellas especies poco abundantes y las de habitats muy específicos; en algunos trabajos florísticos estatales (Vázquez, 1974), se mencionan alrededor de 120 especies arbóreas de selva baja caducifolia y en otros estudios regionales como en el Cañon de Lobos (Soria, 1978) se citan aproximadamente 60 especies como los más comunes y para la Sierra de Huautla en el área de influencia de la UE 13157 se registraron alrededor de 110 especies arbóreas (Pérez *et. al.*, 1992) por lo tanto es posible que en la presente investigación se encuentre incluida un alto porcentaje de la flora arbórea de la selva baja caducifolia de la entidad.

#### 6.2.5.1. Dominancia de familias y géneros.

Desde el punto de vista taxonómico las familias botánicas con mayor representación en cuanto al número de especies en las distintas UE's corresponden a las familias Leguminosae con 21 especies, Burseraceae con 15, Anacardiaceae con 5, Apocynaceae con 6, Bignoniaceae, Bombacaceae, Meliaceae y Euphorbiaceae con 3 especies cada una; este conjunto de familias agrupan al 60 % de las especies registradas en este estudio (Cuadro 2A del Apéndice).

Entre los géneros BURSERIA es el que cuenta con mayor número de representantes pues comprende 14 especies. Otros géneros bien

representados son Acacia con 6 especies, Lysiloma con tres especies y Plumeria, Thevetia, Ceiba, Ipomoea, Euphorbia, Senna y Ficus con 2 especies cada una.

En el caso de las familias Leguminosae su distribución cosmopolita, su amplio número de especies y su carácter megatérmico (Burkart, 1970 en Dorado, 1983) hace que tenga amplia representación en comunidades con selva baja caducifolia, principalmente la subfamilia Mimosoideae; por su parte la familia Burseraceae a través del género Bursera ha tenido su principal centro de diversificación en la Cuenca del Balsas de ahí su abundancia y representatividad (Rzedowski, 1978; Toledo, 1982).

En un diagnóstico forestal del Estado de Morelos (Boyás *et al.*, 1988) se registraron aproximadamente 400 plantas útiles para la selva baja caducifolia de la Entidad incluyendo las principales formas biológicas (hierbas, arbustos y árboles principalmente); dentro de la flora leñosa registrada destacan por su número de especies útiles las familias Leguminosae, Burseraceae, Bignoniaceae, Euphorbiaceae, Meliaceae, Moraceae, Anacardiaceae, Apocynaceae, Cactaceae, Rubiaceae y Malpighiaceae, las cuales coinciden con las familias dominantes florísticas registradas en el presente estudio.

Para la Estación de Biología Chamela, Jalisco, con una vegetación de selva baja caducifolia, Lott (1985), reporta que dentro de la flora leñosa, las familias con el mayor número de especies en orden decreciente son las Leguminosae, Euphorbiaceae, Rubiaceae, Bignoniaceae, Malpighiaceae, Boraginaceae, Apocynaceae, Cactaceae, Sapindaceae, Burseraceae, Capparidaceae,

Meliaceae, Anacardiaceae y Annonaceae; coincidiendo con la dominancia de algunas familias de las UE estudiadas, aunque a nivel de especies se encuentran diferencias importantes, ya que en la flora leñosa de Chamela participan más elementos de la selva baja caducifolia del Pacífico (Rzedowski y Mc Vaugh, 1966) que elementos propios de la cuenca del Balsas (Meza, 1990) los cuales ofrecen mayor similitud con la selva baja caducifolia de Morelos.

Por otro lado se encontró mayor diversidad florística en las UE's que registraron mayor número de sitios de muestreo; esto se debe a que en estas UE's hubo mayor repartición de los sitios muestreados y más área de muestreo por este motivo existieron más posibilidades de encontrar mayor diversidad florística; aunque también puede suceder que dichas UE's presenten mayor diversidad florística por efecto de las condiciones ambientales propias de cada UE.

En particular la mayor diversidad florística de la UE 136107, se debe también a que se encuentra distribuida en 14 unidades en la parte central del Estado; como los sitios de muestreo fueron repartidas en cada una de estas unidades, existe la posibilidad de encontrar mayor diversidad florística por efecto de factores microambientales o efectos de disturbio locales; esta deducción puede ser aplicada también a la UE 13157 que se distribuye en dos unidades. En contraste las UE 13177 y 13547 solo se presentan en una sola unidad, por lo cual presentan mayor homogeneidad y por lo tanto también se puede ver reducida su diversidad florística. Sin embargo, también la abundancia relativa y presencia de los individuos puede deberse a factores evolutivos

de las especies.

#### 6.2.5.2. Dominancia de especies.

Para conocer la dominancia de las especies se empleó el índice de valor de importancia. Los resultados de estos índices demuestran que cada UE se encuentra tipificada por más de 5 especies arbóreas, sin embargo la dominancia de las mismas se expresa en mayor grado en alguno de los tres parámetros cuantitativos utilizados en el cálculo de los valores de importancia.

Tomando en cuenta lo anterior, en la presente investigación se analizaron individualmente las variables relativas de dominancia (área basal), densidad y frecuencia y en base a estos y en forma conjunta se analizó también el índice de valor de importancia, de tal suerte que pudo estudiarse la participación relativa de las especies bajo distintos criterios de importancia dentro de una misma UE y entre diferentes UE.

En este sentido, la selección de la variable depende del objetivo del estudio; por ejemplo, en los estudios de rendimiento forestal el área basal es una variable de importancia, en un estudio de cambios fitosociológicos, la cobertura o la frecuencia pueden ser el índice de importancia. Algunos autores consideran que las variables área basal, cobertura, densidad y frecuencia relativas analizadas en forma individual no proporcionan una descripción adecuada del comportamiento de las especies en las comunidades que se comparan, por lo que recomiendan el uso del índice del valor de importancia, el cual revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad. El efecto de

sumar estas tres variables se traduce en un incremento en las diferencias de una especie entre muestras cuya composición florística es semejante (Matteucci y Colma, 1982). Por otro lado el uso particular del índice de valor de importancia también puede llegar a enmascarar el efecto de algunos variables de amplio significado ecológico como en el caso de el área basal (Daubenmire, 1968).

#### 6.2.5.2.1. Valores de importancia en la UE 136107.

De acuerdo a los valores de importancia obtenidos, las especies dominantes en la UE 136107 son: Conzattia multiflora, Amphipterygium adstringens, Ipomoea wolcottiana, Lysiloma divaricata, Ceiba parvifolia, Winneria persicifolia, Lysiloma tergemina, Bursera copallifera, B. ariensis, B. glabrifolia, las cuales en conjunto agrupan al 46 % del valor de importancia total; de este grupo de especies, las tres primeras son la que ejercen la mayor dominancia con el 19 % del valor total del índice de importancia (Cuadro 29).

En cuanto al área basal, Conzattia multiflora es la especie que tiene mayor dominancia relativa por esta concepto debido a que es de las especies arbóreas que tiene mayores dimensiones dentro del estado de Morelos en general. En orden de importancia le siguen Amphipterygium adstringens, Lysiloma divaricata, Ipomoea wolcottiana, Ceiba parvifolia y Bursera copallifera, B. longipes, B. glabrifolia, B. ariensis y Winneria persicifolia, las cuales ocupan el 49 % del área basal total.

En función de la densidad relativa, las especies con mayor número de individuos son Amphipterygium adstringens, Ipomoea

walcottiana, Conzattia multiflora, Lysiloma tergemina, Wimmeria persicifolia, Bursera ariensis y B. copallifera, las cuales en conjunto comprenden el 54 % del total de individuos.

Amphipterygium adstringens, Conzattia multiflora, Iponoea walcottiana, Lysiloma divaricata, Bursera ariensis, Wimmeria persicifolia, Ceiba parvifolia y Lysiloma tergemina son las especies que destacan en cuanto a su frecuencia relativa, juntas representan el 34 % de la frecuencia total.

Cuadro 29. Indices de valor de importancia de las especies arbóreas de la selva baja caducifolia de la UE 136107.

Especie	Dominancia relativa	densidad relativa	frecuencia relativa	IVI
<u>Conzattia multiflora</u>	11.53	6.32	4.84	22.69
<u>Amphipterygium adstringens</u>	5.64	7.64	5.47	18.75
<u>Iponoea walcottiana</u>	5.07	6.55	4.42	16.04
<u>Lysiloma divaricata</u>	5.43	3.27	4.00	12.72
<u>Ceiba parvifolia</u>	4.40	3.49	4.42	12.31
<u>Wimmeria persicifolia</u>	3.44	4.80	4.00	12.24
<u>Bursera ariensis</u>	3.06	5.02	3.37	11.45
<u>Lysiloma tergemina</u>	2.38	5.45	3.58	11.41
<u>Bursera copallifera</u>	3.83	4.58	2.74	11.15
<u>Bursera glabrifolia</u>	3.25	4.14	2.32	9.71
<u>Bursera bipinnata</u>	2.77	3.27	1.89	7.93
<u>Bursera longipes</u>	3.54	1.96	2.32	7.82
<u>Bursera moralesii</u>	2.39	1.31	2.53	6.23
<u>Alvaradoa amorphoides</u>	0.57	2.40	2.74	5.71
<u>Haematoxylon brasiletto</u>	0.67	1.96	2.95	5.58
<u>Loureaa aculeata</u>	1.72	1.52	2.32	5.56
<u>Coccoladia engleriana</u>	1.15	1.74	2.53	5.42
<u>Bursera lancifolia</u>	2.10	1.52	1.47	5.09
<u>Bursera lagaroides</u>	1.43	1.96	1.47	4.86
<u>Acacia cochliacantha</u>	0.76	1.74	2.11	4.61
<u>Euphorbia fulva</u>	2.20	1.09	1.26	4.55
<u>Ficus patiolaris</u>	2.87	0.67	0.85	4.39
<u>Lysiloma acapulcensis</u>	0.96	1.31	2.11	4.38
<u>Erythrina americana</u>	2.20	1.09	0.85	4.14
<u>Bursera grandifolia</u>	2.20	0.67	1.26	4.13
<u>Spondias mombin</u>	1.72	0.67	0.68	4.07
<u>Pseudosmodium pernuc.</u>	1.05	1.31	1.68	4.04
<u>Acacia bilimekii</u>	1.67	0.52	1.68	3.87
<u>Bursera bicolor</u>	2.29	0.67	0.85	3.81
<u>Brahea dulcis</u>	1.34	1.31	1.05	3.70
<u>Ceiba aesculifolia</u>	0.86	0.87	1.26	2.99

## Continuación Cuadro 29.....

Especie	Dominancia relativa	densidad relativa	frecuencia relativa	IVI
<i>Cyrtocarpa procera</i>	1.15	0.43	0.05	2.63
<i>Eysenhardtia polystachia</i>	0.29	0.67	1.47	2.43
<i>Mimosa benthani</i>	0.29	0.87	1.26	2.42
<i>Acacia coulteri</i>	1.24	0.43	0.63	2.30
<i>Vitex mollis</i>	0.57	0.67	1.05	2.29
<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	0.67	1.09	0.42	2.18
<i>Jacaratia mexicana</i>	0.67	0.43	1.05	2.15
<i>Iponoea arborescens</i>	0.57	0.67	0.63	1.87
<i>Bursera schlechtendalii</i>	0.38	0.43	1.05	1.86
<i>Sapium macrocarpum</i>	0.96	0.43	0.42	1.81
<i>Senna skinneri</i>	0.29	0.67	0.85	1.81
<i>Plumeria rubra</i>	0.29	0.67	0.85	1.81
Rubiaceae	0.67	0.87	0.21	1.75
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	0.86	0.67	0.21	1.74
<i>Ficus cotinifolia</i>	0.67	0.43	0.63	1.73
<i>Sideroxylon capire</i>	0.48	0.43	0.63	1.54
<i>Gliricidia sepium</i>	0.29	0.67	0.42	1.38
<i>Randia schinocarpa</i>	0.29	0.22	0.85	1.36
<i>Cedrela caxacensis</i>	0.48	0.22	0.63	1.33
<i>Halioecarpus thersibinthiac.</i>	0.19	0.22	0.85	1.26
<i>Thevetia ovata</i>	0.19	0.43	0.63	1.25
<i>Bursera sp.</i>	0.29	0.43	0.42	1.14
<i>Bursera submoniliformis</i>	0.48	0.22	0.42	1.12
<i>Bursera discolor</i>	0.67	0.22	0.21	1.10
<i>Trichilia hirta</i>	0.19	0.22	0.63	1.04
<i>Stemadennia bella</i>	0.19	0.43	0.42	1.04
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.19	0.22	0.63	1.04
<i>Seriana sp.</i>	0.19	0.43	0.42	1.04
<i>Malpighia mexicana</i>	0.19	0.22	0.63	1.04
<i>Swietenia humilis</i>	0.48	0.22	0.21	0.91
<i>Phitecalloplum dulce</i>	0.19	0.22	0.42	0.83
Leguminosae	0.19	0.43	0.21	0.83
<i>Acacia pennatula</i>	0.09	0.22	0.42	0.73
Carrozo	0.09	0.22	0.42	0.73
<i>Stenocereus dumortieri</i>	0.19	0.22	0.21	0.62
<i>Celtis caudata</i>	0.19	0.22	0.21	0.62
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	0.19	0.22	0.21	0.62
<i>Cordia morelosana</i>	0.19	0.22	0.21	0.62
<i>Plumeria acutifolia</i>	0.09	0.22	0.21	0.52
<i>Byrsonima crassifolia</i>	0.09	0.22	0.21	0.52
<i>Thevetia thevetioides</i>	0.09	0.22	0.21	0.52
Sapindaceae	0.09	0.22	0.21	0.52
<i>Chiococca alba</i>	0.09	0.22	0.21	0.52
<i>Acacia farnesiana</i>	0.09	0.22	0.21	0.52
<i>Senna wislizeni</i>	0.09	0.22	0.21	0.52
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.09	0.22	0.21	0.52
<i>Rhus sp.</i>	0.09	0.22	0.21	0.52
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

#### 6.2.5.2.2. Valores de importancia en la UE 13157.

En la UE 13157 los valores de importancia más altos corresponden a Amphipterygium adstringens, Conzattia multiflora, Lysiloma divaricata, Ipomoea wolcottiana, Ceiba parvifolia, Bursara copallifera, B. glabrifolia, B. ariensis, B. bipinnata, Haematoxylon brassiletto, Heliocarpus therebinthinaceus y Lysiloma acapulcensis, de las cuales, las cuatro primeras especies son las que ejercen mayor dominancia con el 36 % del valor de importancia total (Cuadro 30). Cabe mencionar que las 8 primeras especies son también las de mayor valor de importancia en la UE 136107.

Las especies con mayor dominancia relativa son Amphipterygium adstringens, Conzattia multiflora, Ipomoea wolcottiana, Lysiloma divaricata, Ceiba parvifolia y Bursara copallifera, B. ariensis, B. glabrifolia y B. bipinnata en conjunto estas especies representan el 56 % del área basal total. Es importante señalar que Amphipterygium adstringens a pesar de ser de menores dimensiones que Conzattia multiflora, alcanza mayor área basal que esta última especie debido a sus altos valores de densidad en esta UE.

Como se menciona en el párrafo anterior, Amphipterygium adstringens, resalta sobre las demás especies en cuanto a número de individuos; le siguen en orden de importancia Lysiloma divaricata, Conzattia multiflora, Ipomoea wolcottiana y Bursara copallifera, B. glabrifolia, B. bipinnata, Heliocarpus therebinthinaceus y Haematoxylon brassiletto. En conjunto estas especies abarcan el 59 % del número total de individuos



registrados en esta UE.

En cuanto a la frecuencia relativa, las especies más importantes son también *Amphipterygium adstringens*, *Conzattia multiflora*, *Lysiloma divaricata* e *Ipomoea wolcottiana*, además de *Ceiba parvifolia*, *Haematoxylon brasiletto*, *Lysiloma acapulcensis*, *Bursera ariensis*, *Wimmeria persicifolia* y *Helicocarpus therebinthinaceus*. Este grupo de especies incluyen el 52 % de la frecuencia total.

Cuadro 30. Indices de valores de importancia de las especies arbóreas de la selva baja caducifolia de la UE 13157.

Especie	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	IVI
<i>Amphipterygium adstringens</i>	13.65	17.26	8.60	39.51
<i>Conzattia multiflora</i>	8.80	8.74	7.80	25.34
<i>Lysiloma divaricata</i>	5.95	9.19	8.20	23.34
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	8.46	5.15	6.20	19.81
<i>Ceiba parvifolia</i>	4.61	2.24	4.80	11.65
<i>Bursera copallifera</i>	4.19	4.70	2.40	11.29
<i>Bursera ariensis</i>	3.77	2.69	3.20	9.66
<i>Bursera glabrifolia</i>	3.59	4.03	2.00	9.62
<i>Helicocarpus therebinthinaceus</i>	2.34	3.81	3.00	9.15
<i>Lysiloma acapulcensis</i>	2.84	2.46	3.30	8.70
<i>Bursera bipinnata</i>	3.02	3.36	1.80	8.18
<i>Haematoxylon brasiletto</i>	1.25	3.13	3.80	8.18
<i>Wimmeria persicifolia</i>	1.50	1.79	3.20	6.49
<i>Spondias mombin</i>	2.51	0.89	2.00	5.40
<i>Pseudosmodium perniciosum</i>	1.42	1.57	2.20	5.19
<i>Ceiba aesculifolia</i>	1.84	1.34	1.60	4.78
<i>Ipomoea arborescens</i>	2.17	1.12	1.40	4.69
<i>Cyrtocarpus procera</i>	1.68	1.12	1.80	4.60
<i>Acacia cochliacantha</i>	0.16	1.12	2.80	4.08
<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	0.28	1.34	2.20	3.82
<i>Bursera longipes</i>	1.26	0.12	1.40	3.78
<i>Bursera moralesii</i>	1.42	0.67	1.60	3.69
<i>Bursera fagaroides</i>	0.92	1.34	1.40	3.66
<i>Stenocercus dumortieri</i>	1.12	0.89	1.60	3.61
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.83	0.89	1.80	3.52
<i>Bursera bicolor</i>	1.17	1.34	0.80	3.31
<i>Eysenhardtia polystachia</i>	0.16	1.12	2.00	3.28
<i>Ficus cotinifolia</i>	1.93	0.45	0.40	2.78
<i>Bursera lancifolia</i>	0.83	0.89	0.80	2.52
<i>Ficus petiolaris</i>	1.55	0.23	0.60	2.38
<i>Bursera sp.</i>	0.84	0.89	0.60	2.33
<i>Erythrina americana</i>	1.18	0.67	0.40	2.25

## Continuación Cuadro 30.....

Especie	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	IVI
<i>Mimosa benthani</i>	0.60	0.45	1.00	2.05
<i>Comocladia angleriana</i>	0.90	0.67	0.40	1.97
<i>Bursera schleghtendalii</i>	0.82	0.45	0.60	1.87
<i>Stemadennia bella</i>	1.18	0.45	0.20	1.83
<i>Crescentia alata</i>	0.75	0.45	0.60	1.80
<i>Vitex mollis</i>	0.55	0.45	0.80	1.80
<i>Jacaratia mexicana</i>	0.65	0.45	0.60	1.70
<i>Bursera grandifolia</i>	0.67	0.45	0.40	1.52
<i>Cedrela oaxacensis</i>	0.83	0.23	0.40	1.46
<i>Lysiloma tergemina</i>	0.33	0.45	0.60	1.38
<i>Thevetia ovata</i>	0.31	0.45	0.60	1.36
<i>Senna skinneri</i>	0.10	0.45	0.80	1.35
<i>Plumeria rubra</i>	0.25	0.45	0.60	1.30
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	0.42	0.45	0.40	1.27
<i>Randia echinocarpa</i>	0.22	0.45	0.60	1.27
<i>Acacia coulteri</i>	0.80	0.23	0.20	1.23
<i>Cordia morelosana</i>	0.35	0.45	0.40	1.20
<i>Laucaena sculenta</i>	0.51	1.23	0.40	1.40
<i>Sideroxylon capire</i>	0.47	0.23	0.40	1.10
Leguminosae	0.10	0.45	0.40	0.95
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	0.25	0.45	0.20	0.90
<i>Psidium guajava</i>	0.23	0.45	0.20	0.88
<i>Acacia pennatula</i>	0.05	0.23	0.60	0.88
<i>Bursera discolor</i>	0.33	0.22	0.20	0.76
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0.05	0.23	0.40	0.68
<i>Bursera sp.</i>	0.23	0.23	0.20	0.66
<i>Sapium macrocarpum</i>	0.20	0.23	0.20	0.63
<i>Acacia bilimekii</i>	0.14	0.23	0.20	0.57
<i>Glicicidia sepium</i>	0.12	0.23	0.20	0.55
Sapindaceae	0.10	0.22	0.20	0.53
<i>Celtis caudata</i>	0.05	0.23	0.20	0.48
<i>Byrsonima crassifolia</i>	0.05	0.23	0.20	0.48
<i>Acacia farnesiana</i>	0.04	0.23	0.20	0.47
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.04	0.23	0.20	0.47
Rubiaceae	0.03	0.22	0.20	0.46
<i>Saxifraga sp.</i>	0.03	0.23	0.20	0.46
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

## 6.2.8.2.3. Valores de importancia en la UE 13177.

En esta UE las especies con los más altos valores de importancia son: fresnillo (especie no identificada) e *Ipomoea wolcottiana*, le siguen en orden de importancia *Lysiloma*

divaricata, Jacaratia mexicana, Haematoxylon brassiletto, Bursera copallifera y B. ariensis; de este grupo de especies cabe destacar a Euphorbia schlechtendalii quien tiene poca área basal, pero tiene valores altos de densidad y frecuencia relativas y por ello se eleva su valor de importancia (Cuadro 31). De este grupo de especies Ipomoea wolcottiana se considera indicadora de áreas con alto grado de perturbación.

Las especies con mayor dominancia relativa son: Ipomoea wolcottiana, fresnillo, Jacaratia mexicana, Ficus petiolaris, Tabebuia impetiginosa, Bursera longipes, B. lancifolia, Ficus petiolaris, Conzattia multiflora y Spondias mombin, las cuales en conjunto comprenden el 60 % del área basal total.

En función de la densidad relativa, las especies que registran mayor número de individuos son: fresnillo, Ipomoea wolcottiana, Euphorbia schlechtendalii, Haematoxylon brassiletto y Lysiloma divaricata, las cuales alcanzan en conjunto el 42 % de la densidad total.

De acuerdo a la frecuencia relativa las especies más importantes son: fresnillo, Ipomoea wolcottiana, Euphorbia schlechtendalii, Bursera ariensis, Bursera copallifera, Lysiloma divaricata, L. acapulcensis, Haematoxylon brassiletto y Conzattia multiflora; este grupo de especies abarcan el 43 % de la frecuencia total.

Cuadro 31. Indices de valor de importancia de las especies arboreas de la selva baja caducifolia de la UE 13177.

Especie	Dominancia relativa	densidad relativa	frecuencia relativa	IVI
<u>Fresnillo</u>	11.67	14.15	5.77	31.59
<u>Ipomoea wolcottiana</u>	14.06	11.07	4.81	29.94
<u>Lysiloma divaricata</u>	6.01	6.77	4.81	17.59
<u>Jacarata mexicana</u>	7.59	2.15	3.85	13.59
<u>Haematoxylon braggiletto</u>	2.77	5.54	3.85	12.16
<u>Euphorbia schlechtendalii</u>	1.29	4.30	4.81	10.40
<u>Stemadennia aff. obovata</u>	2.40	5.84	1.92	10.16
<u>Bursera longipes</u>	3.88	3.07	2.89	9.84
<u>Bursera copallifera</u>	2.03	3.38	3.85	9.26
<u>Tabebuia imatiginea</u>	4.15	1.84	2.89	8.88
<u>Bursera ariensis</u>	2.03	2.76	3.85	8.64
<u>Conzattia multiflora</u>	3.23	1.23	3.85	8.31
<u>Amphipterigium adstringens</u>	2.31	3.07	2.89	8.27
<u>Lysiloma acapulcensis</u>	2.77	1.54	3.85	8.16
<u>Bursera glabrifolia</u>	1.94	2.48	2.89	7.31
<u>Bursera lancifolia</u>	2.96	2.15	1.92	7.03
<u>Stemadennia bella</u>	1.39	3.38	1.92	6.69
<u>Ficus petiolaris</u>	3.70	0.92	1.92	6.54
<u>Ipomoea arboreascens</u>	2.31	2.15	1.92	6.38
<u>Guazuma ulmifolia</u>	1.85	1.54	2.89	6.28
<u>Heliocarous</u>				
<u>  therebinthinaceus</u>	1.57	1.23	2.89	5.69
<u>Spondias mombin</u>	3.23	1.23	0.96	5.42
<u>Vitex mollis</u>	2.03	1.23	1.92	5.18
<u>Sapotaceae</u>	1.20	1.84	0.96	4.00
<u>Acacia cochliacantha</u>	0.74	2.15	0.96	3.85
<u>Bursera grandifolia</u>	1.29	0.61	1.92	3.82
<u>Eysenhardtia polyetachya</u>	0.28	1.54	1.92	3.74
<u>Randia echinocarpa</u>	0.28	1.23	1.92	3.43
<u>Cyrtocarpa protera</u>	1.48	0.61	0.96	3.05
<u>Acacia pennatula</u>	0.18	0.92	1.92	3.02
<u>Especie desconocida</u>	1.11	0.92	0.96	2.99
<u>Caiba parvifolia</u>	1.39	0.61	0.96	2.96
<u>Mimosa benthami</u>	0.28	0.61	1.92	2.81
<u>Gimneria persicifolia</u>	0.65	0.92	0.96	2.53
<u>Ficus cotinifolia</u>	1.02	0.32	0.96	2.30
<u>Stenocereus sp.</u>	0.37	0.92	0.96	2.25
<u>Bursera fagaroides</u>	0.65	0.61	0.96	2.22
<u>Crescentia alata</u>	0.46	0.61	0.96	2.03
<u>Comocladia engleriana</u>	0.55	0.32	0.96	1.83
<u>Bursera bicolor</u>	0.18	0.32	0.96	1.46
<u>Cassaria nitida</u>	0.18	0.32	0.96	1.46
<u>Malpighia mexicana</u>	0.18	0.32	0.96	1.46
<u>Jacquinia aurantiaca</u>	0.09	0.32	0.96	1.37
<u>Acacia farnesiana</u>	0.09	0.32	0.96	1.37
<u>Ptelea trifoliata</u>	0.09	0.32	0.96	1.37
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

6.2.5.2.4. Valores de importancia en la UE 13547.

En esta UE la especie dominante en cuanto a valores de importancia es *Neobouxbania mezcalaensis*; le siguen en orden de importancia *Bursera moralesensis*, *B. axienseis*, *B. grandifolia*, *Ceiba parvifolia*, *Mimneria persicifolia*, *Lyviloma tergemina* y *Lyviloma acapulcensis* (Cuadro 32).

Cuadro 32. Indices de valor de importancia de las especies arbóreas de la selva baja caducifolia de la UE 13547.

Especie	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	IVI
<i>Neobouxbania mezcalaensis</i>	43.33	46.28	5.66	95.27
<i>Bursera axienseis</i>	5.25	7.52	5.66	18.43
<i>Bursera moralesensis</i>	7.88	4.88	5.66	18.42
<i>Bursera grandifolia</i>	7.44	3.32	3.77	14.53
<i>Mimneria persicifolia</i>	2.27	3.54	6.18	11.99
<i>Cyrtocarpa procera</i>	6.13	3.76	1.62	11.51
<i>Lyviloma tergemina</i>	0.96	3.10	6.45	10.51
<i>Ceiba parvifolia</i>	2.45	2.43	5.40	10.28
<i>Bursera lagaroides</i>	2.45	3.32	2.43	8.19
<i>Lyviloma divaricata</i>	0.35	1.55	5.40	7.30
<i>Haematoxylon brasiletto</i>	0.79	1.99	4.05	6.83
<i>Spondias mombin</i>	4.20	1.33	1.08	6.81
<i>Bursera copallifera</i>	1.05	1.55	2.69	5.29
<i>Gordia moralesana</i>	0.35	0.88	4.05	5.28
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	0.35	0.66	4.05	5.06
<i>Acacia bilinekii</i>	0.44	0.88	2.69	4.01
<i>Crescentia alata</i>	0.61	0.66	2.69	3.96
<i>Bursera discolor</i>	1.40	1.11	1.35	3.86
<i>Bursera longipes</i>	2.01	1.11	0.54	3.66
<i>Thevetia ovata</i>	0.44	0.44	2.69	3.57
<i>Plumeria rubra</i>	0.18	0.66	2.69	3.53
<i>Randia achinocarpa</i>	0.18	0.66	2.69	3.53
<i>Bursera bispinnata</i>	0.79	1.11	1.62	3.52
<i>Bursera submoniliformis</i>	1.14	0.88	1.35	3.37
<i>Heliocarpus thearbinthinaceus</i>	1.05	0.88	1.35	3.28
<i>Bursera lancifolia</i>	1.31	0.66	0.81	2.78
<i>Ceiba aesculifolia</i>	0.44	0.66	1.35	2.45
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	0.53	0.44	1.35	2.32
Arbol pentafoliado	0.44	0.44	1.35	2.23
<i>Senna skinneri</i>	0.18	0.66	1.35	2.19
<i>Pseudocedrelinus perniciosum</i>	0.61	0.22	1.35	2.18
<i>Conzattia multiflora</i>	0.53	0.22	1.35	2.10
<i>Amphipterygium adstringens</i>	0.18	0.22	1.35	1.75
<i>Tecoma stans</i>	0.09	0.22	1.35	1.66
<i>Randia aculeata</i>	0.09	0.22	1.35	1.66

## Continuación Cuadro 32.....

Especie	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	IVI
<i>Jacaratia mexicana</i>	0.70	0.22	0.54	1.46
<i>Acacia houghii</i>	0.09	0.22	0.08	1.39
<i>Bursera bicolor</i>	0.52	0.22	0.54	1.28
<i>Bursera glabrifolia</i>	0.18	0.44	0.54	1.16
<i>Bursera schlechtendalii</i>	0.44	0.22	0.27	0.93
<i>Sideroxylon capira</i>	0.18	0.22	0.27	0.67
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

En función de la dominancia relativa, *Neobouxbamia mezcalaensis*, *Bursera morelensis*, *B. grandifolia*, *B. ariensis* y *Cyrtocarpa procera*, son las especies que tienen mayor área basal en esta UE; juntas comparten el 70 % del área basal total.

En cuanto a la densidad relativa, destaca *Neobouxbamia mezcalaensis*; en orden de importancia le siguen: *Bursera ariensis*, *B. morelensis*, *B. grandifolia*, *B. fagaroides*, *Cyrtocarpa procera* y *Wimmeria persicifolia*, quienes incluyen el 75 % de la densidad total.

De acuerdo a su frecuencia relativa, *Wimmeria persicifolia*, *Lysiloma tergemina*, *Bursera ariensis*, *B. morelensis*, *Lysiloma divaricata*, *Ceiba parvifolia*, *Alvaradoa amorphoides* y *Neobouxbamia mezcalaensis*, son las especies con mayor frecuencia relativa; juntas representan el 40 % de la frecuencia total.

De acuerdo a los índices de valor de importancia, algunas UE's coinciden notablemente en cuanto a la composición de especies de mayor dominancia como sucede entre las UE 136107 y 13157, aún cuando difieren también por la dominancia de otras

especies particulares de cada una de estas UE; por ejemplo, Lysiloma acapulcensis es dominante en la UE 13157, pero no es dominante en la UE 136107; en cambio en las UE 13177 y 13547 la composición arbórea dominante tiene mayor selectividad y difieren notablemente entre sí y con respecto a las otras dos UE.

Estas discrepancias pueden ser efecto de las diferencias existentes entre las UE en cuanto a los sustratos geológicos y edáficos, ya que las condiciones climáticas y fisiográficas son semejantes; así mismo efectos locales de relieve, exposición, altitud, así como el grado e historia de la perturbación también juegan un papel importante en la composición y dominancia arbórea de cada UE.

Varios de los elementos con mayor índice de importancia registrados en este trabajo, han sido reportados por otros autores (Miranda, 1941; COTECOCA, 1979; Arias, 1986) como especies dominantes en algunas localidades ubicadas dentro de las UE analizadas, aunque estas observaciones han sido realizadas desde un punto de vista fisonómico, por lo cual difícilmente podrían establecerse comparaciones más objetivas con los índices de importancia obtenidos para las especies arbóreas en el presente estudio; no obstante se detectan algunas coincidencias en cuanto a la dominancia de algunas especies arbóreas.

Por ejemplo, dentro del área de influencia de las UE 136107 y 13157 en la región del Cañon de Lobos y para la región de los cerros de Jojutla y Tlaquiltenango, Miranda (1941) cita cuajio-  
tales dominadas por Bursara copallifera, B. bipinnata, B. faga-  
roides, B. bicolor, B. glabrifolia, Inonoea arborescens, I.

wolcottiana y Ceiba aesculifolia, la mayoría de ellas consideradas como dominantes y subdominantes en estas UE's.

COTECOCA (1979), por su parte en regiones ubicadas dentro de las UE's 136107 y 13547 menciona dentro de los elementos arbóreos dominantes a Conzattia multiflora, Ceiba parvifolia, Lysiloma divaricata, Cyrtocarpa procera, Pseudoussodingium perniciosum y Bursera spp; sin embargo, no reporta a ninguna de las especies dominantes propias de la UE 13547.

Así mismo para el sur del Estado, en particular en el área de influencia de la UE 13157, COTECOCA (1979) y Arias (1986) mencionan entre los elementos arbóreos dominantes a Cyrtocarpa procera, Ceiba parvifolia, Conzattia multiflora, Amphipterygium adstringens, Lysiloma divaricata, L. acapulcensis, Bursera copa-lifera, B. bicolor, B. bipinnata, B. fagaroides, B. glabrifolia, B. schlechtendalii, Acacia coulteri, Acacia cochliacantha, Guazuma ulmifolia, Ficus cotinifolia, Ficus petiolaris, Haematoxylon brassiletto, Crescentia alata, Cordia morelosana y Eysenhardtia polystachya; varias de estas especies forman parte de los elementos arbóreos dominantes registrados en esta UE, pero también algunas especies que estos autores registran como dominantes, no resultaron con altos índices de importancia en la UE 13157 y así mismo, tampoco citan a algunas especies como Bursera arriensis e Ipomoea wolcottiana entre otras, que alcanzaron altos valores de importancia en esta UE, probablemente debido a que los muestreos de COTECOCA (1979) y Arias (1986) se concentraron en áreas específicas y en el presente trabajo se tuvo la oportunidad de explorar mayor heterogeneidad espacial.

En la región de Jantetelco, Morelos, es una UE con distinta



topografía y sustrato geológico a la de las UE estudiadas, ya que esta sobre lomeríos y sobre un sustrato ígneo básico, se distribuyen como especies dominantes Bursera longipes, B. glabrifolia, B. lancifolia, B. bipinnata, B. bicolor, B. fagaroides, B. schlechtendalii, B. copallifera, Lysiloma tergemina, Ceiba parvifolia, Ipomoea arborescens, Trichillia hirta, Leucairococcus weberi, Amphipterygium adstringens, Thevetia ovata, Sapium macrocarpum, Acacia bilimekii, A. farnesiana, A. cochliacantha, A. pennatula y Randia aculeata (Guevara y Soria, 1978); varias especies son elementos dominantes en las UE's analizadas sin embargo, faltan algunas de las especies de mayor dominancia en ellas como son Conzattia multiflora, Lysiloma divaricata, Ipomoea volcottiana y Neobouxbamia mazcalaensis.

En base al trabajo de Rzedowski (1978) complementado con la información específica sobre la composición arbórea dominante de la selva baja caducifolia a nivel nacional, se puede también detectar la importancia relativa de las especies dominantes y subdominantes registradas en las UE's del estado de Morelos, lo cual puede reflejar la amplitud ecológica de algunas de ellas.

Dentro de los bosques tropicales caducifolios de la Cuenca del río Mayo en Sonora, solamente Lysiloma divaricata aparece entre los componentes arbóreos dominantes (Gentry, 1942 in Rzedowski, 1978); esta especie también es dominante en la Sierra Tacuichamona del centro de Sinaloa (Rzedowski, 1978).

En Nayarit, Jalisco y Colima dentro de la región conocida como Nueva Galicia, Rzedowski y Mc Vaugh (1966) citan dentro de un amplio grupo de elementos arbóreos dominantes del bosque

tropical caducifolio a Lysiloma divaricata, L. acapulcensis, L. tergermina, Cytocarpa procera, Bursera grandifolia, B. fagaroides, Ceiba aesculifolia, Comocladia engleriana y Pseudomodium perniciosum; un buen número de especies de esta región no se registraron en las áreas de estudio de Morelos.

En las Islas Marias, particularmente en la Isla María Magdalena, Boyás y Ruiz (1985) obtuvieron índices de valor de importancia para las especies de la selva mediana subcaducifolia y de la selva baja caducifolia; en esta última no se registró ninguna especie dominante de las UE's de Morelos, sin embargo, aparecieron como dominantes en esta Isla Pithecellobium dulce, Guazuma ulmifolia, Trichillia hirta y Karwinskia humboldtiana, las cuales resultaron con bajos índices de importancia en algunas UE's que se analizaron en el estado de Morelos.

Dentro de las especies dominantes de algunas áreas cercanas en la vertiente del Pacífico en el estado de Michoacán y sobre afloramientos calizos y suelos someros se distinguen Bursera grandifolia, Amphipterygium adstringens, Lysiloma divaricata, L. acapulcensis, Comocladia engleriana y Haematoxylon brasiletto, (Guevara et al., 1981). En esta misma vertiente, pero en el estado de Guerrero se distinguen entre los elementos dominantes de la selva baja caducifolia a Amphipterygium adstringens, Bursera longipes, Comocladia engleriana y Guazuma ulmifolia (Meza 1990).

En la Cuenca del Balsas, la selva baja caducifolia es el tipo de vegetación dominante y se extiende desde Michoacán a Oaxaca en un sentido noroeste-sureste; en esta región se encuentra el mayor número de representantes arbóreos dominantes de las UE trabajadas en Morelos, como lo demuestra la presencia de Bur-

Bura morelensis, B. longipes, B. fagaroides, B. lancifolia, B. copallifera, B. ariensis, B. glabrifolia, B. bipinnata, B. grandifolia, B. bicolor, Amphipterygium adstringens, Leucaena sculenta, Comocladia engleriana, Ipomoea arborescens, Acacia cochliacantha, Pseudosmodium perniciosum, Ceiba parvifolia, Lysiloma tergemina, L. acapulcensis, Neobouxbamia mezcalaensis, Guazuma ulmifolia, Cyrtocarpa procera, Cochlospermum vitifolium, Haematoxylon brassiletto, Euphorbia schlechtendalii y en ocasiones Conzattia multiflora, (Miranda 1947; Dirzo, 1974; Rzedowski, 1978; Jiménez *et al.*, 1979 en Meza, 1990; Guevara, *et al.*, 1981; Lopez *et al.*, 1982 en Meza, 1990; Toledo, 1982; Blanco y Castañeda, 1983; González Medrano y Chiang, 1984; Tellez *et al.*, 1984).

Dentro de la misma Cuenca del Balsas, se observa mayor dominancia de estas especies en la zona cálida semiseca (Meza, 1990) localizada en altitudes de 600 a 1300 m y caracterizada por presentar temperaturas medias anuales entre 22° y 26° C y precipitaciones entre 600 a 900 mm anuales; estas condiciones son parecidas a las del área de distribución de las UE con selva baja caducifolia de Morelos, por lo cual es probable que esta sea la causa de que la composición arbórea dominante sea similar entre las regiones de estudio en el estado de Morelos y esta unidad mesoclimática del estado de Guerrero.

En el sureste de Oaxaca en la cuenca del río Tehuantepec, se localizan dentro de los elementos dominantes a Bura morelensis, Lysiloma divaricata, Ceiba parvifolia, y Amphipterygium adstringens (Rzedowski, 1978); hacia la costa de Chiapas son dominantes los "bosques" de Alvaradoa amorphoides (Miranda,

1952 en Rzedowski, 1978).

En la franja costera de Yucatán, dentro del conjunto de elementos arbóreos dominantes de la selva baja caducifolia, solamente se distingue Caiba aesculifolia (Rzedowski, 1978).

En la zona del Golfo de México, en la Cuenca del Papaloapan se presentan dentro de los elementos dominantes de la selva baja caducifolia Cyrtocarpa procera, Bursera morelensis, B. bipinnata, B. fagaroides, Amphipterygium adstringens, Caiba parvifolia y Euphorbia schlechtendalii (Miranda, 1948 en Rzedowski, 1978).

En la Cuenca alta del río Moctezuma, que incluye parte de los estados de Hidalgo, Querétaro, Guanajuato y San Luis Potosí se encuentra una selva baja caducifolia dominada por Bursera morelensis (Rzedowski, 1978); al sureste de San Luis Potosí y sur de Tamaulipas, entre los elementos dominantes del bosque tropical caducifolio se encuentran Lysiloma divaricata, L. acapulcensis y Acacia coulteri (Rzedowski, 1966; Puig, 1970).

Dentro de la amplitud ecológica en que se distribuye la selva baja caducifolia de México (Rzedowski, 1978; 1979) se encuentran en su área de distribución distintas especies arbóreas que se presentan como dominantes en alguna región y escasas o ausentes en otra, lo cual quiere decir también que la amplitud ecológica o grado de adaptación de las mismas a distintas condiciones ambientales, determina la composición arbórea dominante de este recurso forestal en las distintas regiones del país.

Bajo este contexto los factores climáticos, fisiográficos, geológicos y edáficos son determinantes en la distribución de las especies de este ecosistema en particular; estos macrofactores en

su conjunto conforman las verdaderas UE, en las cuales ciertas especies pueden coexistir dependiendo de su rango de distribución ecológica.

Estas observaciones coinciden con lo reportado por Meza (1990), quien en base a una clasificación mesoclimática del estado de Guerrero y en función de la información reportada por distintos autores, demuestra que las distintas condiciones climáticas tienen una fuerte influencia en la distribución de la vegetación en esta Entidad; asimismo, Blanco y Castañeda (1983), destacan la alta correlación del sustrato litológico en la distribución y abundancia de Neobouxbamia mezcalensis en el Cañon del Zopilote en el estado de Guerrero.

Es importante resaltar que algunas especies registradas en la UE del estado de Morelos, presentan un patrón de distribución muy amplio a nivel nacional lo cual refleja también una gran amplitud en sus rangos ecológicos, tal es el caso de Lysiloma divaricata, L. acapulcensis, Bursera morelensis, Bursera grandifolia y Amphipterygium adstringens entre otras; esto explicaría en parte también su alta distribución y dominancia en las distintas UE estudiadas en el estado de Morelos; en cambio otras especies de alta dominancia en estas UE como Conzattia multiflora e Ipomoea wolcottiana parecen tener su mayor dominancia en la Cuenca del Balsas y en el estado de Morelos en particular.

De los atributos analizados del IVI, el área basal revela mayor significado ecológico (Matteucci y Colma 1982) y así mismo esta más relacionada con la productividad forestal, ya que las especies con mayor área basal contribuyen con el mayor volumen.

maderable en las distintas UE. Sin embargo, la cobertura o área foliar también tiene un alto significado ecológico y frecuentemente es utilizada como un atributo en el cálculo de los valores de importancia.

La densidad también influye en segundo término, en la dominancia de las especies, sin embargo, Spurr y Barnes (1982) consideran que el crecimiento en diámetro esta inversamente influido por la densidad ya que el diámetro disminuye con el aumento de la misma; no obstante esta aseveración difícilmente pudo confirmarse en el área de estudio debido a la complejidad de la selva baja caducifolia con sus poblaciones arbóreas mixtas, tomando en cuenta que las especies arbóreas de este ecosistema tienen distintos patrones de crecimiento.

La frecuencia no es una medida absoluta de la abundancia de una especie, pero si esta correlacionada con el grado de distribución de la misma; aplicando este concepto al presente trabajo, se puede decir que especies con altos índices de frecuencia relativa, tienen una amplia distribución dentro de cada unidad ecológica, aunque no necesariamente implique que sean abundantes lo que puede observarse en Eysenhardtia polystachia en la UE 13157; al contrario especies con valores altos de abundancia por área basal o densidad y con bajos valores de frecuencia posiblemente esten restringidos en su distribución por algún factor microambiental dentro de la unidad ecológica es decir pueden ocupar habitats específicos, como es el caso de Ficus petiolaris en la UE 136107, Ipomoea arborescens en la UE 13157 y Spondias mombin en la UE 13547.

De acuerdo con lo anterior se confirma la opinión de

Whittaker (1970), en el sentido de que los atributos de área basal, densidad y frecuencia, pueden ser analizados por separado generando información ecológica específica; sin embargo, la conjunción de estos tres atributos en un índice de importancia destaca más objetivamente a las especies de mayor dominancia ecológica.

#### 6.2.3.2.5. Comparación de los valores de importancia entre las UE.

Con la finalidad de detectar las diferencias más importantes entre las UE's, en relación con la composición arbórea dominante se hizo una comparación de ésta, en función de las especies que alcanzaron mayor valor de importancia en las cuatro UE's (Cuadro 33).

De acuerdo a los datos reportados en el Cuadro 33 tres tipos de resultados son posibles:

- a) Algunas especies se distribuyen en distintas UE con valores de importancia muy similares entre algunas de ellas, como es el caso de Conzattia multiflora, Ipomoea wolcottiana, Ceiba parvifolia, Bursera copallifera, B. ariensis, B. glabrifolia, B. bipinnata, y Vitex mollis entre otras, las cuales tienen valores de importancia semejantes entre las UE 136107 y 13157.
- b) Algunas especies tienen valores de importancia más altos en alguna UE en particular, aún cuando pueden estar distribuidas en las otras UE, como sucede con Amphipterygium adstringens, Ipomoea wolcottiana, Lyailoma

*divaricata*, *Bursera ariensis*, *B.morelensis*, *B. grandifolia*, *Comocladia engleriana*, *Leucaena aculeata*, *Cyrtocarpa procera*, *Jacaratia mexicana* y *Stemadennia bella* entre otras.

Cuadro 33. Comparación de los índices de valores de importancia entre las UE.

Especie	Unidad Ecológica			
	136107	13157	13177	13547
<i>Conzattia multiflora</i>	22.69	25.34	8.31	2.10
<i>Amphipterygium adstringens</i>	18.75	39.51	8.27	1.75
<i>Iponoea wolcottiana</i>	16.04	19.81	29.94	2.32
<i>Lysiloma divaricata</i>	12.72	23.34	17.59	7.30
<i>Caiba parvifolia</i>	12.31	11.65	2.96	10.28
<i>Himbeeria persicifolia</i>	12.24	6.49	2.53	11.99
<i>Bursera ariensis</i>	11.45	9.66	8.64	18.43
<i>Lysiloma texense</i>	11.41	1.38	-----	10.51
<i>Bursera copallifera</i>	11.15	11.29	9.26	5.29
<i>Bursera glabrifolia</i>	9.71	9.62	7.31	1.16
<i>Bursera bipinnata</i>	7.93	8.18	-----	3.52
<i>Bursera longipes</i>	7.82	3.78	9.84	3.66
<i>Bursera morelensis</i>	6.23	3.69	-----	18.42
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	5.71	0.90	-----	5.06
<i>Haematoxylon brasiletto</i>	5.58	8.18	12.16	6.83
<i>Leucaena aculeata</i>	5.56	1.14	-----	-----
<i>Comocladia engleriana</i>	5.42	1.97	1.83	-----
<i>Bursera lancifolia</i>	5.09	2.52	7.03	2.78
<i>Euphorbia fulva</i>	4.55	-----	-----	-----
<i>Ficus petiolaris</i>	4.39	2.38	6.54	-----
<i>Lysiloma acapulcensis</i>	4.38	8.70	8.16	-----
<i>Bursera grandifolia</i>	4.13	1.52	3.82	14.53
<i>Spondias mombin</i>	4.07	5.40	5.42	6.61
<i>Pseudococcinidium pernic.</i>	4.04	5.19	-----	2.18
<i>Brashea dulcis</i>	3.60	-----	-----	-----
<i>Cyrtocarpa procera</i>	2.63	4.60	3.05	11.51
<i>Vitex mollis</i>	2.29	1.80	5.18	-----
<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	2.18	3.82	10.40	-----
<i>Jacaratia mexicana</i>	2.15	1.70	13.59	1.46
<i>Iponoea arboreasens</i>	1.87	4.69	6.38	-----
<i>Heliconia caribintinaceus</i>	1.26	9.15	5.69	3.28
<i>Stemadennia bella</i>	1.04	1.83	6.69	-----
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1.04	3.52	6.28	-----
<i>Cordia morelosana</i>	0.62	1.20	-----	5.28
<i>Fresnillo</i>	-----	-----	31.59	-----
<i>Neobouxbamia mezcalaensis</i>	-----	-----	-----	95.27



c) Algunas especies se distribuyen selectivamente en alguna UE en particular, como es el caso de Brahea dulcis, Euphorbia fulva, Trichillia hirta, Swietenia humilis, Lonchocarpus rugosus, Plumeria acutifolia, Neobouxbamia mezcalensis, Fresnillo y varias más.

Estos resultados sugieren que la composición arbórea de cada UE varia según el rango de amplitud ecológica que tienen las especies de la selva baja caducifolia; en otras palabras cada UE ofrece diversas condiciones ecológicas en las que pueden prosperar las distintas especies arbóreas y esto determina su distribución y abundancia.

Estas observaciones han sido señaladas, también por Pianka (1974) dentro de la teoría del nicho ecológico, el cual se define como el rango de condiciones ecológicas en que una especie se puede distribuir; dentro de este rango existe un óptimo en la cual las especies se manifiestan con mayor abundancia.

#### 6.2.6. Estructura.

Para el análisis de la estructura arbórea se tomaron en cuenta tres criterios: estructura diamétrica, estratificación vertical y área basal. Para la estructura diamétrica se definieron clases o categorías diamétricas de 10 cm; en la estratificación vertical se definieron estratos en base a la altura dominante del arbolado; y para el área basal se consideró solamente al área basimétrica aportada por las especies dominantes.

#### 6.2.6.1 Estructura diamétrica a nivel de UE.

Las distintas UE tienen una estructura diamétrica muy semejante a la conocida como "j" invertida (Schulz, 1960 citado por Pérez Jiménez y Sarukhan, 1970) y a la distribución típica de los rodales de edad no uniforme (Daniel *et al.*, 1982), donde el mayor número de individuos se concentran en las clases diamétricas inferiores. Los resultados de la estructura diamétrica por UE se presentan en la Figura 4.

Los mayores porcentajes se concentran en los diámetros menores de 20 cm, ya que prácticamente del 72 al 90 % de los árboles se distribuyen en las categorías de 5 a 20 cm, no obstante el valor modal más alto se presenta en la clase diamétrica de 11 a 20 cm, por lo cual el tipo de distribución de diámetros no se apega estrictamente a una distribución de "j" invertida.

En la UE 136107 se observa la mayor cantidad de individuos menores de 10 cm de diámetro, con el 35 % de los árboles registrados en esta UE y con 159 árboles  $ha^{-1}$ ; valores cercanos a estos se obtuvieron para la UE 13157 (28 % y 124 árboles  $ha^{-1}$ ).

La mayor cantidad de árboles en la clase diamétrica de 5 a 10 cm de la UE 136107, sugiere un mejor grado de regeneración de la selva baja en esta UE, aunque también puede ser consecuencia de un mayor disturbio en estas regiones, de tal manera que se presentan etapas sucesionales secundarias, en las cuales es común la presencia de mayor número de individuos jóvenes con diámetros delgados.

En general los árboles alcanzan diámetros hasta 50 cm en todas las UE, excepto en la UE 13547 donde el arbolado llega

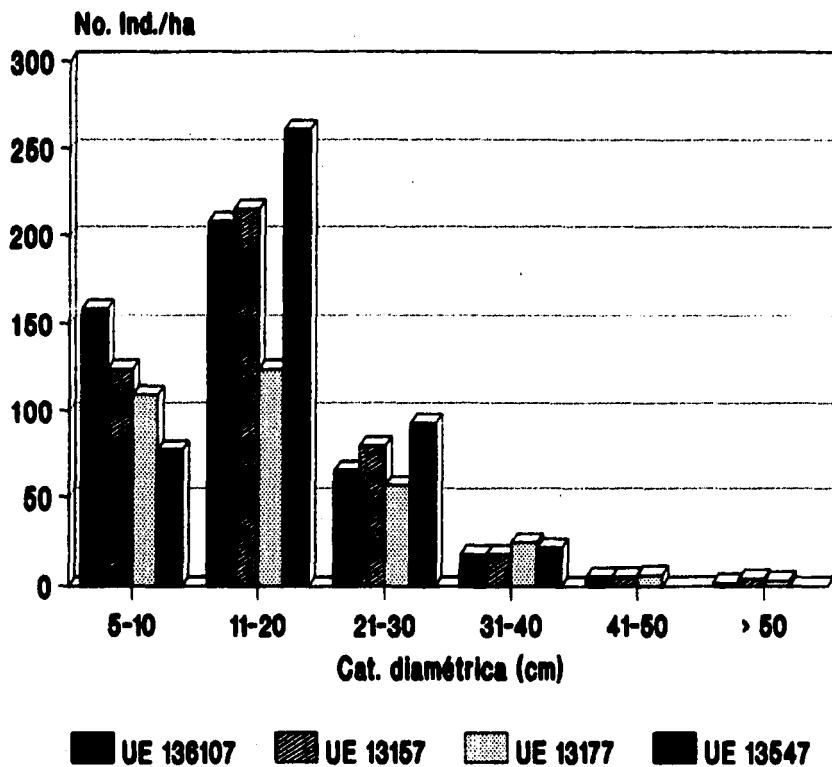


Fig. 4. Estructura diamétrica de las comunidades arbóreas de la selva baja caducifolia en las UE estudiadas.

solamente hasta los 40 cm de diámetro como máximo.

La unidad ecológica 13547 es la que presenta mayor disimilitud en su estructura diamétrica con respecto a las otras tres UE ya que tiene las poblaciones más elevadas en las categorías diamétricas comprendidas entre 11 y 30 cm; esta alta concentración de individuos en esta categoría diamétrica se debe a la abundancia de Naobourbania mexcalaensis, Bursera grandifolia y B. moralesia, las cuales se ubican con mayor frecuencia dentro de estas dimensiones de diámetro normal; asimismo la escasez de individuos en las categorías diamétricas superiores a las 40 cm en la UE 13547, se produce por la ausencia de especies de altas dimensiones diamétricas debido posiblemente a los factores limitantes que afectan su crecimiento diamétrico.

Por otra parte la presencia de arbolado mayor de 40 cm en las otras tres UE, sugiere estados de mayor madurez de la selva baja caducifolia en estas unidades o posiblemente también pueden ser causa de mejores calidades de estación en las mismas, considerando al diámetro como un atributo de crecimiento en relación con la productividad.

En un estudio florístico-estructural de una selva baja caducifolia realizado en Chamela, Jalisco (Lott et al., 1987) se reportan cifras de 680 a 710 árboles por ha con diámetro mayor a 10 cm en topografía de meseta; estos valores son más altos a los encontrados para el arbolado con estas dimensiones en las UE analizadas, de lo cual se infiere que el arbolado de la selva baja caducifolia de Chamela, Jalisco, se presenta en espacios muy cercanos entre sí y por lo tanto las condiciones de espesura son más cerradas; no obstante, se presentan mayores similitudes en cuanto

a la densidad del arbolado con diámetros mayores de 30 cm ya que en Chamela se registran de 20 a 30 árboles por ha en las zonas de meseta y en las UE 136107, 13157, 13177 y 13547 se presentan valores de 25, 27, 34 y 22 árboles por ha respectivamente con diámetro mayor a los 30 cm.

#### **6.2.6.2. Estructura diamétrica a nivel de especie.**

La definición de la estructura diamétrica a nivel de especies se determinó en clases de 10 cm, pero en la clase inferior se utilizó un rango de 5 a 10 cm, ya que el criterio de medición del arbolado fue a partir de los 5 cm como diámetro mínimo. Los resultados de la estructura diamétrica por especie y por UE se presentan en los Cuadros 34 al 37.

En general se pueden distinguir los siguientes tipos de distribución diamétrica de las especies en las distintas UE.

- a) La mayoría de las especies tienen una distribución diamétrica cercana a la "j" invertida, donde el mayor número de individuos se concentra en las clases diamétricas inferiores, disminuyendo a medida que se acercan a las clases diamétricas mayores; también este tipo de distribución de diámetros, Daniel *et al.* (1982) la clasifican dentro de los rodales de edad no uniforme.
  
- b) Algunas especies tienen una distribución parecida a la de rodales irregulares o escalonada (Daniel *et al.*, 1982), donde no se presentan individuos en las clases diamétricas intermedias.

c) Otras especies tienen una distribución de "j" donde solamente se presentan individuos en las categorías diamétricas superiores con escasa o nula presencia en las clases diamétricas inferiores.

A continuación se presentan los resultados más relevantes de la estructura diamétrica de las especies dentro de cada UE, destacando a las especies que sobresalen por su número de individuos en cada categoría diamétrica considerada.

Para este fin se utilizaron criterios arbitrarios para definir las especies más importantes por categoría diamétrica: de más de 5 individuos por hectárea en las clases menores a 20 cm de diámetro normal; de 2 a 5 individuos por hectárea en las clases de 21 a 40 cm de diámetro normal y de 1 individuo por hectárea en las clases arriba de 40 cm de diámetro normal.

#### 6.2.6.2.1. Estructura diamétrica por especie en la UE 136107.

En esta UE en la clase diamétrica de 5 a 10 cm las especies con más de 10 individuos  $ha^{-1}$  fueron Amphypterygium adstringens, Ipomoea wolcottiana y Lysiloma tergemina; en menor grado destacan Conzattia multiflora, Bursera copallifera, B. bipinnata, B. glabrifolia, B. ariensis, Acacia cochliacantha, Haematoxylum brasiletto, Wimmeria persicifolia y Alvarodea amorphoides con 5 a 9 individuos  $ha^{-1}$  (Cuadro 34).

En la categoría de 11 a 20 cm de diámetro normal sobresalen Amphypterygium adstringens, Bursera copallifera, B. bipinnata, B. ariensis, B. glabrifolia, Conzattia multiflora, Ipomoea wolcottiana y Wimmeria persicifolia, con más de 10 individuos por hectárea; en esta misma categoría con 5 a 9 individuos por hectá-

rea se presentan *Lysiloma divaricata*, *Lysiloma tergemina*, *Ceiba parvifolia*, *Bursera bipinnata*, *B. fagaroides*, *Comocladia engeliana* y *Brahea dulcis*.

En la categoría diamétrica de 21 a 30 cm las especies que dominan con 2 a 5 individuos por hectárea son: *Conzattia multiflora*, *Bursera morelensis*, *B. bipinnata*, *B. copallifera*, *B. glabrifolia*, *B. grandifolia*, *B. longipes*, *B. lancifolia*, *B. ariensis*, *Amphipterygium adstringens*, *Lysiloma divaricata*, *Ceiba parvifolia*, *Leucaena sculenta*, *Ipomoea volcottiana*, *Wimmeria persicifolia*, *Erythrina americana* y *Euphorbia fulva*.

En la categoría de 31 a 40 cm de diámetro normal, de acuerdo al criterio establecido solamente destacan *Bursera bicolor* y *Conzattia multiflora*.

Finalmente, en la clase diamétrica superior a las 40 cm domina *Conzattia multiflora*, *Bursera longipes*, *B. grandifolia*, *Erythrina americana*, *Ficus petiolaris* y *Acacia coulteri*.

En esta UE la mayoría de las especies tienen una distribución diamétrica tendiente a la normal, la cual se hace más notoria en las especies consideradas como dominantes en las diferentes clases diamétricas, tales como: *Amphipterygium adstringens*, *Lysiloma tergemina*, *Ceiba parvifolia*, *Bursera bipinnata*, *B. copallifera*, *B. glabrifolia*, *B. ariensis*, *B. morelensis*, *Conzattia multiflora*, *Ipomoea volcottiana* y *Wimmeria persicifolia* (Fig. 5).

Con un tipo de distribución diamétrica escalonada, se distinguen: *Acacia coulteri*, *Erythrina americana*, *Ficus petiolaris* y *Bursera grandifolia* (Fig. 5).

Con una distribución diamétrica parecida a la de "J" se pre-

sentan varias especies, entre ellas *Brahea dulcis*, *Guazuma ulmifolia*, *Bursera discolor*, *B. bicolor*, *Spondias mombim*, *Cyrtocarpa procera*, *Cedrela oaxacensis* y *Swietenia humilis* (Fig. 5).

Cuadro 34. Estructura diamétrica por especie (No. de Individuos por hectárea) de la UE 136107 de el estado de Morelos.

Especie	Categoría diamétrica (cm)						total
	5-10	11-20	21-30	31-40	41-50	>50	
<i>Amphipterygium</i>							
<i>adstringens</i>	12	18	4	1			35
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	11	16	2	1			30
<i>Conzattia multiflora</i>	8	11	5	3	1	1	29
<i>Lyailoma texensis</i>	17	8					25
<i>Bursera arizensis</i>	9	11	3				23
<i>Wimmeria persicifolia</i>	8	10	3	1			22
<i>Bursera copallifera</i>	7	12	2				21
<i>Bursera glabrifolia</i>	5	10	4				19
<i>Ceiba parvifolia</i>	4	7	4	1			16
<i>Lyailoma divaricata</i>	2	8	4	1			15
<i>Bursera bipinnata</i>	5	9	1				15
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	9	2					11
<i>Bursera longipes</i>	2	3	2	1	1		9
<i>Bursera fagaroides</i>	3	5	1				9
<i>Haematoxylon</i>							
<i>brasiletto</i>	5	4					9
<i>Acacia cochliacantha</i>	6	2					8
<i>Comocladia engleriana</i>	2	5	1				8
<i>Acacia bilimekii</i>	2	4					7
<i>Leucaena sculeata</i>	1	3	1				7
<i>Bursera lancifolia</i>	1	2	3	1			7
<i>Bursera moralesis</i>	2	2	1	1			6
<i>Lyailoma acapulcensis</i>	3	2	1				6
<i>Pseudosmodium</i>							
<i>parniciosum</i>	1	4	1				6
<i>Brahea dulcis</i>		5	1				6
<i>Euphorbia fulva</i>	1	2	2				5
<i>Erythrina americana</i>		2	2		1		5
<i>Euphorbia</i>							
<i>schlechtendalii</i>	3	2					5
<i>Mimosa benthani</i>	1	3					4
<i>Ceiba aesculifolia</i>	1	2	1				4
Rubiaceae	4						4
<i>Eysenhardtia</i>							
<i>polystachia</i>	2	1					3
<i>Senna skinnerii</i>	2	1					3
<i>Bursera bicolor</i>		1	2				3
<i>Ipomoea arboreascens</i>		2	1				3



Continuación Cuadro 34.....

Especie	Categoría diamétrica (cm)						total
	5-10	11-20	21-30	31-40	41-50	>50	
<i>Bursera grandifolia</i>			2		1		3
<i>Spondias mombin</i>		1	1	1			3
<i>Gliricidia sepium</i>	2	1					3
<i>Plumeria rubra</i>	1	2					3
<i>Vitex mollis</i>	1	2					3
<i>Lonchocarpus rugosus</i>		2	1				3
<i>Ficus petiolaris</i>		1		1		1	3
Leguminosae	1	1					2
<i>Sapium macrocarpum</i>		1	1				2
<i>Sarania sp.</i>	1	1					2
<i>Stemadennia bella</i>	1	1					2
<i>Ficus cotinifolia</i>		1	1				2
<i>Bursera schlechtendalii</i>		1					2
<i>Cyrtocarpus procera</i>			1	1			2
<i>Thevetia ovata</i>	1	1					2
<i>Jacaratia mexicana</i>		1	1				2
<i>Sideroxylon capire</i>			1	1			2
<i>Bursera aff. aptera</i>		2					2
<i>Acacia coulteri</i>			1		1		2
<i>Pseudobombax ellipticum</i>		1					1
Carrozo	1						1
<i>Celtis caudata</i>		1					1
<i>Stenocercus dumortieri</i>		1					1
<i>Guazuma ulmifolia</i>		1					1
<i>Heliconia</i>							
<i>therabinthinaceus</i>		1					1
<i>Randia echinocarpa</i>		1					1
<i>Trichilia hirta</i>		1					1
<i>Malpighia mexicana</i>		1					1
<i>Bursera submoniliformis</i>			1				1
<i>Cordia moralesana</i>		1					1
<i>Byrsonima crassifolia</i>	1						1
<i>Plumeria acutifolia</i>	1						1
<i>Thevetia thevetioides</i>	1						1
<i>Phytacallobium dulce</i>		1					1
<i>Svietania humilis</i>			1				1
<i>Acacia farnesiana</i>	1						1
Sapindaceae	1						1
<i>Chiococca alba</i>	1						1
<i>Senna wislizeni</i>	1						1
<i>Cedrela oaxacensis</i>			1				1
<i>Karwinskia humboldtiana</i>							1
<i>Acacia pennatula</i>	1						1
<i>Rhus sp.</i>		1					1
<i>Bursera aff. discolor</i>				1			1
<b>Total</b>	<b>159</b>	<b>208</b>	<b>66</b>	<b>18</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>458</b>

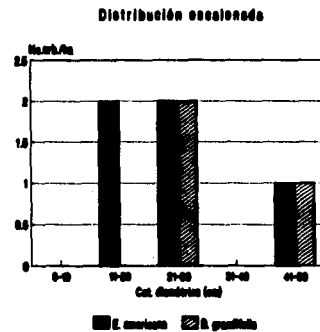
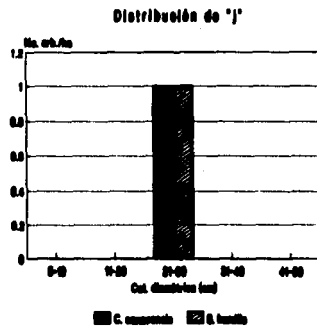
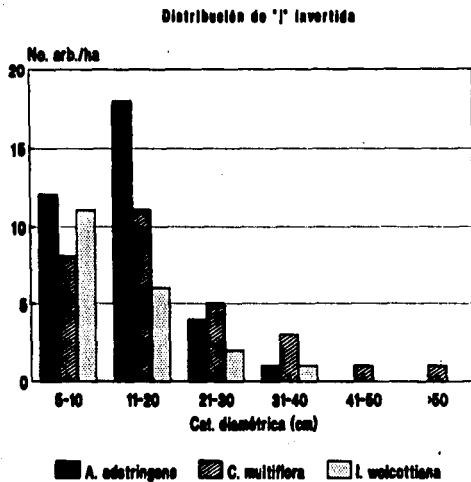


Fig. 5. Tipos estructurales diamétricos de algunas especies en la UE 136107

#### 6.2.6.2.2. Estructura diamétrica por especie en la UE 13157.

En esta UE (Cuadro 35) de acuerdo al criterio establecido, en la categoría diamétrica de 5 a 10 cm solamente destacan tres especies: Amphipterygium adstringens, Lysiloma divaricata y Conzattia multiflora, las cuales comprenden más de 10 individuos por hectárea; también son importantes Haematoxylon brassiletto y Euphorbia schlechtendalii con 5 a 10 individuos por hectárea.

En la categoría diamétrica de 11 a 20 cm sobresalen también Amphipterygium adstringens, Conzattia multiflora y Lysiloma divaricata con 44, 18 y 14 individuos por hectárea respectivamente; en esta misma categoría destacan en menor grado Bursera copallifera, B. glabrifolia, B. bipinnata, B. ariensis, Ipomoea wolcottiana, Heliocarpus Therebinthifolius y Lysiloma acapulcensis con más de 5 árboles por hectárea.

En la clase de 21 a 30 cm de diámetro normal, las especies que tienen más de 5 individuos por hectárea son: Conzattia multiflora, Amphipterygium adstringens, Ipomoea wolcottiana, Lysiloma divaricata y Bursera copallifera; son abundantes también en esta misma categoría Caiba parvifolia, Bursera bipinnata, B. glabrifolia, B. ariensis, B. fagaroides, Ipomoea arborecens, Cyrtocarpa procera y Spondias mombin con 2 a 5 individuos por hectárea.

En la clase diamétrica de 31 a 40 cm se presentan como dominantes Conzattia multiflora, B. bicolor e Ipomoea wolcottiana.

Prácticamente en las clases diamétricas superiores a los 40 cm las especies que se distinguen con mayor abundancia son Caiba rescuifolia, C. parvifolia, Conzattia multiflora, Bursera lancifolia, Ficus petiolaris, F. cotinifolia y Spondias mombin.

En la Figura 6 se ejemplifican los tipos de distribución diamétrica detectados en la UE 13157. En esta UE la mayoría de las especies tienen una distribución diamétrica tendiente hacia una "j" invertida, ubicándose por lo tanto dentro de los rodales de edad no uniforme ya que el mayor número de individuos se concentra en las categorías de 5 a 20 cm de diámetro normal, apreciándose este tipo de distribución con mayor claridad en *Lyailoma divaricata*, *Conzattia multiflora* y *Amphipterygium adstringens*.

Algunas especies tienen una distribución diamétrica de tipo escalonado o de rodales irregulares como es el caso de *Pseudobombax ellipticum*, *Bursera bicolor*, *B. lancifolia*, *Erythrina americana* y *Spondias mombin*.

Varias especies solamente tienen individuos en las clases diamétricas superiores y no presentan individuos en las clases inferiores, dando la apariencia de tener una distribución de "J" como por ejemplo en el caso de *Iponoea arboreascens*, *Bursera morelensis*, *B. discolor*, *Stemadennia bella*, *Cedrela oaxacensis*, *Ficus cotinifolia*, *F. petiolaris*, *Crecentia alata*, *Acacia coulteri* y *Laucaena sculenta*.

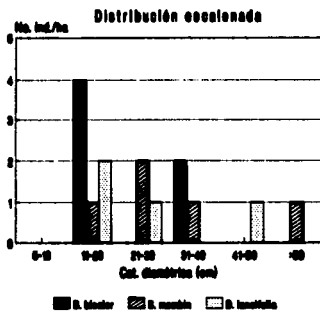
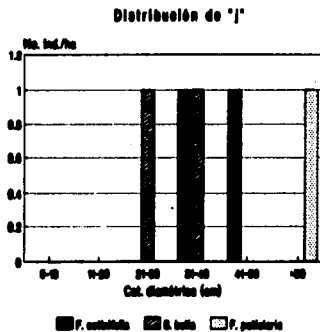
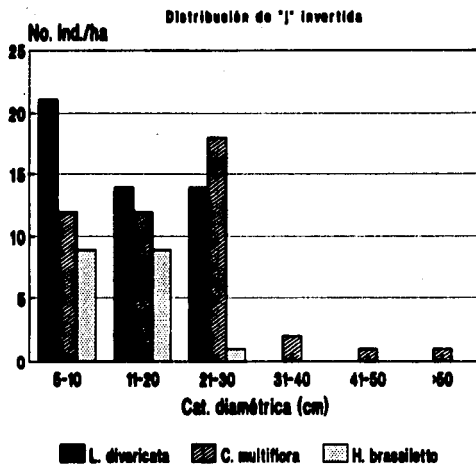


Fig. 6. Tipos estructurales diamétricos de algunas especies en la UE 13157

Cuadro 35. Estructura diamétrica por especie (No. de individuos por hectárea) en la UE 13157 del estado de Morelos.

Especie	Categoría diamétrica (cm)						Total
	5-10	11-20	21-30	31-40	41-50	>50	
<i>Ampipterygium</i>							
<i>adstringens</i>	21	44	11	1			77
<i>Lyailoma divaricata</i>	21	14	6				41
<i>Conzattia multiflora</i>	12	18	5	2	1	1	39
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	3	12	6	2			23
<i>Bursera copallifera</i>	3	13	5				21
<i>Bursera glabrifolia</i>	3	11	4				18
<i>Heliocarpus</i>							
<i>theranbinthinaceus</i>	3	12	1				17
<i>Bursera bipinnata</i>	2	9	4				15
<i>Haematoxylon</i>							
<i>brassiletto</i>	9	4	1				14
<i>Bursera arriensis</i>	2	5	4	1			12
<i>Lyailoma acapulcensis</i>	3	6	1	1			11
<i>Calba parvifolia</i>	2	4	2	1	1		10
<i>Wimmeria parasiticifolia</i>	4	3	1				8
<i>Pseudosmodium</i>							
<i>perniciosum</i>	2	4	1				7
<i>Euphorbia</i>							
<i>schlechtendalii</i>	5	1					6
<i>Bursera fagaroides</i>	1	3	2				6
<i>Bursera bicolor</i>		4		2			6
<i>Calba aesculifolia</i>	1	2	1	1	1		6
<i>Ipomoea arborescens</i>		3	2				5
<i>Bursera longipes</i>	1	2	1	1			5
<i>Cyrtocarpa procera</i>		2	2	1			5
<i>Eysenhardtia</i>							
<i>polytachia</i>	4	1					5
<i>Acacia cochliacantha</i>	4	1					5
<i>Stenocereus dumortieri</i>		3	1				4
<i>Guazuma ulmifolia</i>		3	1				4
<i>Bursera sp.</i>	1	2	1				4
<i>Spondias mombin</i>		1	2			1	4
<i>Bursera lancifolia</i>		2	1		1		4
<i>Bursera morelosana</i>		1	1	1			3
<i>Conocladia angleriana</i>		2	1				3
<i>Psidium guaiava</i>	1	1					2
<i>Erythrina americana</i>		1	1			1	3
<i>Vitex mollis</i>		1	1				2
<i>Cassia skinnerii</i>	2						2
<i>Plumaria rubra</i>	1	1					2
<i>Bursera grandifolia</i>		1	1				2
<i>Lyailoma tergemina</i>	1	1					2
<i>Thaetia ovata</i>	1	1					2
<i>Cordia morelosana</i>		2					2
<i>Bursera</i>							
<i>schlechtendalii</i>		1	1				2

Continuación Cuadro 35.....

Especie	Categoría diamétrica (cm)						Total
	5-10	11-20	21-30	31-40	41-50	>50	
<i>Mimosa benthani</i>		1	1				2
Leguminosae	1						2
<i>Jacaratia mexicana</i>		1	1				2
<i>Crescentia alata</i>		1	1				2
<i>Randia aculeata</i>	1	1					2
<i>Stemadennia bella</i>			1	1			2
<i>Cedrela oxacensis</i>				1			1
<i>Ficus cotinifolia</i>				1			2
<i>Byrsonima crassifolia</i>	1				1		1
<i>Acacia coulteri</i>				1			1
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	1	1					2
<i>Pseudobombax allipt.</i>	1		1				2
<i>Ficus paticularis</i>						1	1
<i>Acacia farnesiana</i>	1						1
<i>Sideroxylon capire</i>			1				1
<i>Glicicidia sepium</i>		1					1
<i>Laucaena aculeata</i>			1				1
<i>Bursera discolor</i>			1				1
<i>Acacia bilinekii</i>		1					1
<i>Seriania sp.</i>		1					1
<i>Cochlospermum</i>							
<i>vitifolium</i>	1						1
Rubiaceae	1						1
<i>Celtis caudata</i>	1						1
<i>Karwinskia</i>							
<i>humboldtiana</i>	1						1
<i>Acacia pennatula</i>	1						1
<i>Sapium macrocarpum</i>		1					1
<i>Bursera sp.</i>		1					1
Sapindaceae		1					1
<b>Total</b>	<b>124</b>	<b>215</b>	<b>80</b>	<b>18</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>446</b>

6.2.6.2.3. Estructura diamétrica por especie en la UE 13177.

En la UE 13177 (Cuadro 36), en la categoría diamétrica de 5 a 10 cm las especies sobresalientes son Fresnillo, Stemadennia aff. obovata, Lysiloma divaricata y Euphorbia schlechtendalii con más de 10 individuos por hectárea; también destacan Ipomoea wolcottiana, Haematoxylon brassiletto, Stemadennia bella, Acacia cochli-

cantha y Eysenhardtia polystachya.

En la categoría de 11 a 20 cm de acuerdo al criterio establecido son dominantes Fresnillo, Ipomoea wolcottiana, Haematoxylon brassiletto, Lysiloma divaricata, Stemadennia aff. obovata, Bursera copallifera, B. longipes, B. ariensis, B. glabrifolia y Amphipterygium adstringens, de las cuales las 3 primeras especies se presentan con más de 10 individuos por hectárea.

En la clase diamétrica de 21 a 30 cm destaca Ipomoea wolcottiana con 10 individuos ha<sup>-1</sup>; con 2 a 5 árboles por hectárea se registraron a Fresnillo, Lysiloma divaricata, Bursera longipes, Bursera ariensis, B. glabrifolia, B. lancifolia, Ipomoea arborecens, Vitex mollis, Heliocarpus therebinthinaceus y Spondias mombin.

Dentro de la clase de 31 a 40 cm de diámetro normal, solamente sobresalen Fresnillo, Jacaratia mexicana, Tabebuia impetiginosa Conzattia multiflora y Ficus petiolaris.

Finalmente, en las clases superiores a los 40 cm de diámetro normal solamente se pueden encontrar a Ipomoea wolcottiana, Lysiloma acapulcensis, Spondias mombin y Ficus petiolaris.

En la Figura 7 se presentan algunos ejemplos de los tipos de distribución diamétrica en esta UE. Dentro de las especies con distribución cercana a la "j" invertida, se pueden citar a Fresnillo, Lysiloma divaricata, Stemadennia aff. obovata y Stemadennia bella, aunque un buen número de especies tienden hacia este tipo de distribución, ya que la mayoría de sus individuos se concentran en las categorías inferiores.



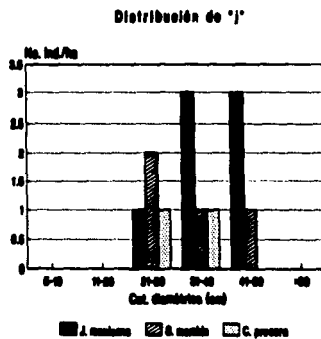
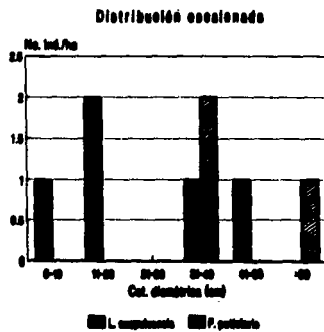
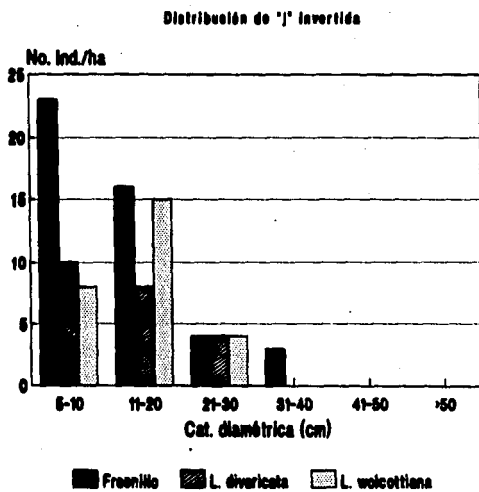


Fig. 7. Tipos estructurales diamétricos de algunas especies en la UE 13177

Con un tipo de distribución escalonada se pueden citar a *Tabebuia impetiginosa*, *Lysiloma acapulcensis* y *Ficus petiolaris*.

Con una tendencia de distribución diamétrica parecida a la de "J" se encuentran *Bursera longipes*, *B. lancifolia* y *Jacaratia mexicana*, entre las más notorias.

Cuadro 36. Estructura diamétrica por especie (No. Individuos ha<sup>-1</sup>) en la UE 13177 del estado de Morelos.

Especie	Categoría diamétrica (cm)						Total
	5-10	11-20	21-30	31-40	41-50	>50	
<i>Fresnillo</i>	23	16	4	3			46
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	8	15	10	1	1	1	36
<i>Lysiloma divaricata</i>	10	8	4				22
<i>Stemadennia aff. obovata</i>	12	7					19
<i>Haeematoxylon brassiletto</i>	5	13					18
<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	10	4					14
<i>Stemadennia bella</i>	7	3	1				11
<i>Bursera copallifera</i>	3	7	1				11
<i>Bursera longipes</i>		5	4	1			10
<i>Amphipterygium adstringens</i>	1	5	4				10
<i>Bursera arizensis</i>	1	5	2	1			9
<i>Bursera glabrifolia</i>	1	5	2				8
<i>Bursera lancifolia</i>		3	3	1			7
<i>Ipomoea arborescens</i>	1	3	2	1			7
<i>Jacaratia mexicana</i>			1	3	3		7
<i>Acacia cochliacantha</i>	5	2					7
Sapotaceae	2	3	1				6
<i>Tabebuia impetiginosa</i>		2	1	2		1	6
<i>Lysiloma acapulcensis</i>	1	2		1	1		5
<i>Eysenhardtia polystachia</i>	5						5
<i>Guazuma ulmifolia</i>		3	1	1			5
<i>Conzattia multiflora</i>		1	1	2			4
<i>Vitex mollis</i>		1	2	1			4
<i>Randia schinocarpa</i>	4						4
<i>Heliocarpus thecabinthinaceus</i>		1	3				4
<i>Spondias mombin</i>			2	1	1		4
<i>Wimmeria parvicifolia</i>	2		1				3
Sp. desconocida		1	2				3
<i>Acacia pennatula</i>	3						3
<i>Stenocereus sp.</i>	1	2					3
<i>Ficus petiolaris</i>				2		1	3

## Continuación Cuadro 36.....

Especie	Categoría diamétrica (cm)						Total
	5-10	11-20	21-30	31-40	41-50	>50	
<u>Caiba parvifolia</u>			1	1			2
<u>Crescentia alata</u>		2					2
<u>Bursera grandifolia</u>			1	1			2
<u>Mimosa benthani</u>	1	1					2
<u>Bursera fagaroides</u>		1	1				2
<u>Cyrtocarpa procera</u>			1	1			2
<u>Comocladia endleriana</u>			1				1
<u>Acacia farnesiana</u>	1						1
<u>Malpighia mexicana</u>		1					1
Leguminosae	1						1
<u>Cassaria nitida</u>	1						1
<u>Ptelea trifoliata</u>		1					1
<u>Bursera bicolor</u>		1					1
<u>Jacquinia aurantiaca</u>	1						1
<u>Ficus cotinifolia</u>				1			1
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>124</b>	<b>57</b>	<b>25</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>325</b>

## 6.2.6.2.4. Estructura diamétrica por especie de la UE 13547.

En esta UE (Cuadro 37) en la categoría de 5 a 10 cm son dominantes Bursera ariensis y Lysiloma tergemina con más de 10 árboles por hectárea; asimismo también son notorias Wimmeria persicifolia, Haematoxylon brassiletto y Lysiloma divaricata con 7 individuos ha<sup>-1</sup> cada una.

En la clase de 11 a 20 cm de diámetro normal destaca considerablemente Neobouhbania mezcalaensis con 152 individuos ha<sup>-1</sup>; como subdominantes se pueden encontrar a Bursera ariensis y B. morelensis con más de 10 individuos ha<sup>-1</sup>; en menor proporción son importantes también Cyrtocarpa procera, Bursera fagaroides, B. grandifolia, B. copallifera, Wimmeria persicifolia y Caiba parvifolia.

Cuadro 37. Estructura diamétrica por especie (No. de Indiv./ ha) de la UE 13547 de el estado de Morelos.

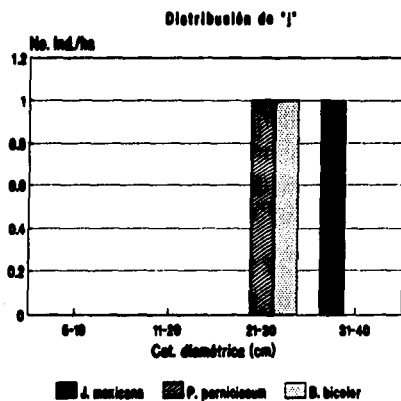
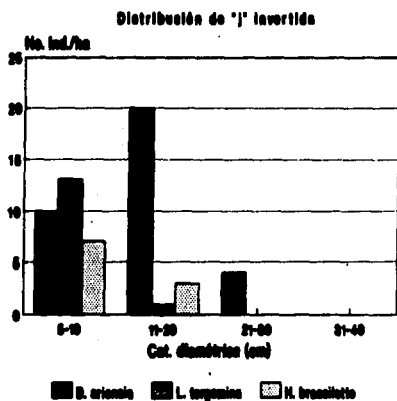
Especie	Categoría diamétrica (cm)						total
	5-10	11-20	21-30	31-40	41-50	>50	
<i>Neobouhania mescalaensis</i>		152	54	3			209
<i>Bursera axienseis</i>	10	20	4				34
<i>Bursera morelensis</i>	1	10	7	4			22
<i>Cyrtocarpa procera</i>		9	6	2			17
<i>Wimmeria persicifolia</i>	7	9					16
<i>Bursera fagaroides</i>	4	9	2				15
<i>Bursera grandifolia</i>		5	5	5			15
<i>Lyalloma tergemina</i>	13	1					14
<i>Ceiba parvifolia</i>	3	5	2	1			11
<i>Haematoxylon brassiletto</i>	7	2					9
<i>Bursera copallifera</i>	1	6					7
<i>Lyalloma divaricata</i>	7						7
<i>Spondias nobbin</i>		1	1	4			6
<i>Bursera discolor</i>		3	2				5
<i>Bursera bipinnata</i>	1	4					5
<i>Bursera longipes</i>		2	2	1			5
<i>Acacia bilimekii</i>	2	2					4
<i>Bursera submoniliformis</i>		2	2				4
<i>Cordia morelosana</i>	3	1					4
<i>Heliocarpus thebebinthinaceus</i>		3	1				4
<i>Ceiba aesculifolia</i>	1	2					3
<i>Plumeria rubra</i>	3						3
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	2	1					3
<i>Senna skinneri</i>	3						3
<i>Crescentia alata</i>	1	2					3
<i>Randia schinocarpa</i>	3						3
<i>Bursera lancifolia</i>		1	1	1			3
<i>Thevetia ovata</i>		2					2
<i>Malpighia mexicana</i>		2					2
<i>Ipomoea wolcottiana</i>		2					2
<i>Bursera glabrifolia</i>	1	1					2
<i>Amphipterygium adstringens</i>		1					1
<i>Conzattia multiflora</i>			1				1
<i>Pseudosmodingium perniciosum</i>			1				1
<i>Tecoma stans</i>	1						1
<i>Jacaratia mexicana</i>				1			1
<i>Acacia houghi</i>	1						1
<i>Sideroxylon capire</i>		1					1
<i>Randia aculeata</i>	1						1
<i>Bursera bicolor</i>			1				1
<i>Bursera schlechtendalii</i>			1				1
<b>Total</b>	<b>76</b>	<b>261</b>	<b>93</b>	<b>22</b>			<b>452</b>

También Neobouxbamia mezcalaensis domina en la clase diamétrica de 21 a 30 cm; acompañando a esta especie pero en menor proporción se encuentra un buen número de representantes del género Bursera como son: B. morelensis, B. ariensis, B. fagaroides, B. grandifolia, B. discolor, B. longipes y B. subaoniliiformis asociadas con Cyrtocarpa procera y Ceiba parvifolia.

Prácticamente dentro de la categoría diamétrica de 31 a 40 cm solamente se pueden encontrar a Neobouxbamia mezcalaensis, B. morelensis, B. grandifolia, Cyrtocarpa procera y Spondias mombin, ya que no se registraron individuos arriba de esta categoría.

En la Figura 8 se pueden observar los distintos tipos de distribución diamétrica registrados en esta UE. Con una distribución diamétrica cercana a la "j" invertida se pueden distinguir a Neobouxbamia mezcalaensis, B. ariensis, B. morelensis, B. fagaroides y Lyviloma targemina. No se registraron especies con una distribución de tipo escalonado, pero si llegan a presentarse algunas de ellas con una distribución en forma de "J" como es el caso de Spondias mombin y Bursera bipinnata.

El análisis de la estructura diamétrica permite conocer a las especies dinámicamente estables y también ofrece la posibilidad de explorar los cambios numéricos que pueden ocurrir a través del tiempo, sin embargo este trabajo solamente señala la estructura actual de las comunidades de cada UE y puede servir de referencia para estudios futuros involucrados con la dinámica de la vegetación.



**Fig. 8. Tipos estructurales diamétricos de algunas especies en la UE 13547**

De acuerdo con Schulz (1960 in Pérez Jiménez y Sarukhán, 1970) una comunidad o población dinámicamente estable tiene una estructura diamétrica parecida a la "j" invertida; es decir que se regeneran en forma continua; bajo esta situación se encuentran las especies dominantes que tipifican a las comunidades arbóreas de cada UE.

También bajo este criterio de estabilidad, pueden ser incluidas algunas especies de bajas dimensiones en cuanto a diámetro normal, pero que tienen buena representación de individuos en las clases diamétricas inferiores, tal es el caso de *Iyailona tergemina*, *Haematoxylon brasiletto*, *Acacia cochliacantha*, *Euphorbia schlechtendalii*, *Eysenherdtia polystachya* y *Randia echinocarpa*, las cuales se presentan con buena abundancia en algunas UE.

Las especies que resultaron con escasa o nula representación de árboles en las clases diamétricas inferiores pertenecen al tipo de distribución de "J" invertida, la cual en cierta manera refleja una falta de regeneración de dichas especies.

#### 6.2.6.3. Estratificación vertical por UE.

Para la definición de la estructura vertical se elaboraron histogramas en función de dos variables: altura del arbolado y densidad arbórea; las distintas alturas de las especies se agruparon en clases de altura de 1 m a partir de la altura mínima de 2 m, en la cual quedaron ubicados algunos árboles con alturas de 1.5 m. En cada una de las clases de altura se registró el número de árboles por hectárea; la definición de los estratos se estableció en rangos de altura de acuerdo a los cambios más notorios

observados en el histograma; de esta manera se intento hacer una estratificación más objetiva y a la vez más apegada a la estratificación natural de la selva baja caducifolia.

De acuerdo a este criterio de estratificación se definieron tres estratos arbóreos en las distintas UE's: el estrato I es menor de 4 m, excepto en la UE 13177 donde alcanza hasta 5 m de altura; el estrato II varia de 4 a 8 m en todas las UE's con excepción de la UE 13177 donde tiene un rango de 5 a 7 m de altura; el estrato III es mayor de 8 m y puede alcanzar hasta 16 m en la UE 13157, en cambio no rebasa los 10 m en la UE 13547 (Fig. 9).

Las principales diferencias entre las UE's en cuanto a la estratificación vertical se deben fundamentalmente a las distintas densidades arbóreas presentes en cada estrato, así como a la composición arbórea dominante en cada una de ellas. Estos resultados pueden observarse en los Cuadros 38 al 41, donde únicamente se registran a las especies de mayor dominancia que conforman cada estrato.

En todas las UE's el segundo estrato es el de mayor diversidad florística y el de mayor densidad arbórea. La mayor diversidad arbórea se presenta en la UE 136107, pero la mayor densidad arbórea se registra en la UE 13547.

Según Rzedowski y Mc Vaugh (1966), Sarukhan y Pennington (1961) y Rzedowski (1978), la selva baja caducifolia esta definida por 1 o 2 estratos arbóreos; para el presente trabajo se definieron 3 estratos o pisos de vegetación para la selva baja caducifolia de las UE analizadas; obviamente estas diferencias en cuanto a la estratificación de este ecosistema se deben



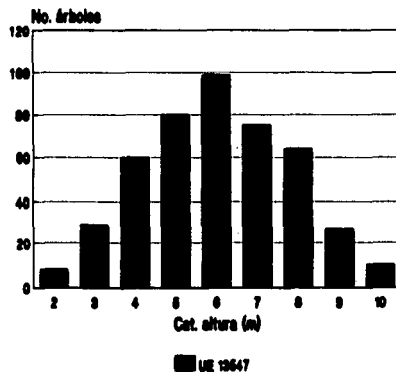
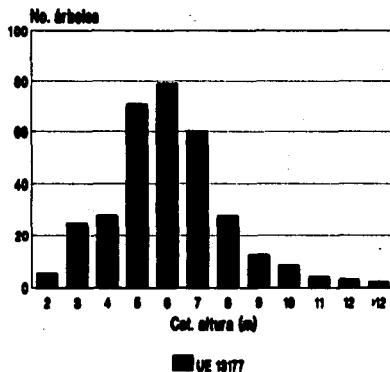
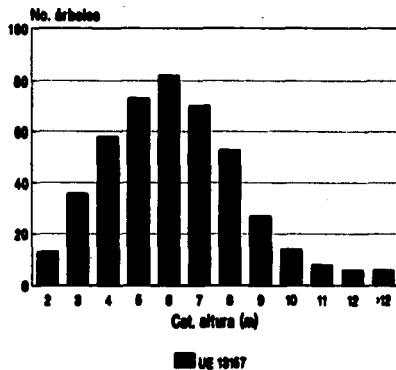
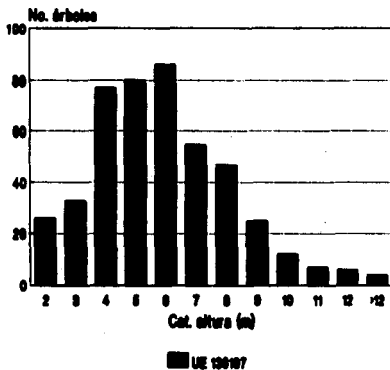


Fig. 9. Estratificación vertical de las comunidades arbóreas de la selva baja caducifolia en las UE estudiadas.

principalmente al tipo de criterio empleado, ya que en este estudio se utilizó una estratificación en base a la representación numérica del arbolado en distintas clases de altura y en el caso de los autores citados es posible que se hallanguiado a través de criterios fisonómicos.

La mayor concentración del arbolado se presenta en la clase de altura menor a los 8 m; Rzedowski (1978) opina que la altura de la selva baja caducifolia varia de 5 a 15 m pero más frecuentemente entre 8 y 12 m; este último rango no es totalmente aplicable para la selva baja caducifolia de las áreas de estudio, aunque el valor de 15 m de altura máxima para este ecosistema si concuerda con los datos de altura del arbolado registrado en la presente investigación.

Las mayores densidades arbóreas en el primer estrato se presentaron en la UE 136107, coincidiendo también con su mayor densidad arbórea en la categoría diamétrica inferior, lo cual corrobora la hipótesis de que en esta UE existe mayor grado de regeneración o también que haya sido sometida a mayor perturbación, a juzgar por la abundancia de Acacia cochliacantha y Acacia bilimekii quienes son indicadores de etapas sucesionales tempranas ocasionadas por el disturbio.

Aquí también es importante considerar que en el estrato I se incluyen la mayoría de las especies arborescentes y algunas arbustivas; estas últimas tienen un rango de altura menor de 4 m, sin embargo estan pobremente representadas, tomando en consideración que un gran número de individuos de ellas no fueron censados debido a que no cumplen con el requisito del diámetro normal mínimo (mayor de 5 cm) establecido durante el muestreo.

Así mismo es importante hacer notar que la complejidad de los estratos depende mucho de la densidad arbórea presente en cada una de ellos; asimismo los estratos inferiores son dependientes en cuanto a luz de los estratos superiores; esta dependencia varía en función de la cobertura total de cada estrato, siendo más intensa en los tres primeros estratos (menores de 8 m) ya que ahí se concentran las mayores densidades del arbolado.

Por otra parte las UE 136107 y 13157 tienen mayor número de árboles con alturas superiores a los 10 m, lo cual puede reflejar mejores calidades de estación en estas UE, si se considera a la altura del arbolado como un indicador de productividad de sitio.

#### 6.2.6.3.1. Estratificación vertical en la UE 136107.

En el Cuadro 38 se presenta la distribución y densidad de las especies arbóreas presentes en cada estrato de esta UE. El primer estrato de 2 a 4 m de altura comprende 41 especies y se encuentra dominado por Amphipterygium adstringens, Ipomoea wolcottiana, Lysiloma tergemina, Bursera ariensis, B. copallifera, B. glabrifolia, Alvaradoa amorphoides, Haematoxylon brasiletto, Acacia cochliacantha y Acacia bilimekii; las tres últimas especies son árboles bajos que difícilmente rebasan la altura de 4 m, pero el resto de las especies citadas generalmente son transgresivas de los estratos superiores.

El segundo estrato de 4 a 8 m de altura es el que agrupa el mayor número de individuos y de representantes arbóreos (68 especies) de los cuales los dominantes son: Amphipterygium adstringens, Bursera copallifera, B. glabrifolia, B. bipinnata, B. ariensis, Comocladia engleriana, Lysiloma tergemina, L. divarica-

ta, *L. acapulcensis*, *Leucaena sculenta*, *B. morelensis*, *Ipomoea wolcottiana*, *Conzattia multiflora*, *Ceiba parvifolia* y *Wimmeria persicifolia*; de este grupo las 8 últimas especies son transgresivas de los estratos superiores.

El tercer estrato de 8 a 14 m de altura es el de mayor diversidad florística ya que comprende 23 especies arbóreas y se encuentra definido típicamente por *Conzattia multiflora*, *Lysiloma divaricata*, *Wimmeria persicifolia*, *Ceiba parvifolia*, *Euphorbia fulva*, *Spondias mombin*, *Bursera bicolor* y *B. ariensis*.

Cuadro 38. Representación de las especies arbóreas (No. de Individuos por hectárea) en la estratificación vertical de la UE 136107 de el estado de Morelos.

Especie	Estrato (m)			Total
	I	II	III	
	2-3	4-8	9-15	
<i>Amphipterygium adstringens</i>	13	20	2	35
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	14	15	1	30
<i>Conzattia multiflora</i>	3	16	10	29
<i>Lysiloma terebinthina</i>	12	13		25
<i>Bursera ariensis</i>	11	10	2	23
<i>Wimmeria persicifolia</i>	2	15	5	22
<i>Bursera copallifera</i>	6	15		21
<i>Bursera glabrifolia</i>	6	13		19
<i>Ceiba parvifolia</i>	3	10	3	16
<i>Lysiloma divaricata</i>	2	7	6	15
<i>Bursera bipinnata</i>	4	11		15
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	6	5		11
<i>Bursera longipes</i>	3	5	1	9
<i>Bursera fagaroides</i>	4	4	1	9
<i>Haematoxylon brasiletto</i>	5	4		9
<i>Acacia cochliacantha</i>	5	3		8
<i>Conocladia anglexiana</i>	2	6		8
<i>Acacia bilimekii</i>	4	3		7
<i>Leucaena sculenta</i>		5	2	7
<i>Bursera lancifolia</i>	2	4	1	7
<i>Bursera morelensis</i>	1	4	1	6

## Continuación Cuadro 38.....

Especie	Estrato (m)			Total
	I	II	III	
	2-3	4-8	9-15	
<i>Lysiloma acapulcensis</i>	1	5		6
<i>Pseudosmodium</i>				
<i>perniciosum</i>	2	4		6
<i>Brabea sulcis</i>	2	4		6
<i>Euphorbia fulva</i>		2	3	5
<i>Erythrina americana</i>		3	2	5
<i>Euphorbia</i>				
<i>schlechtendalii</i>	2	3		5
<i>Mimosa benthani</i>	3	1		4
<i>Ceiba aesculifolia</i>	1	3		4
Rubiaceae		4		4
<i>Eysenhardtia</i>				
<i>polystachia</i>	2	1		3
<i>Bursera bicolor</i>		1	2	3
<i>Ipomoea arborea</i>		3		3
<i>Bursera grandifolia</i>		2	1	3
<i>Spondias mombin</i>		1	2	3
<i>Senna skinneri</i>	2	1		3
<i>Gliricidia sepium</i>	1	2		3
<i>Plumeria rubra</i>	1	2		3
<i>Vitex mollis</i>	1	2		3
<i>Lonchocarpus rugosus</i>		2	1	3
<i>Ficus paticularis</i>		1	2	3

## 6.2.6. 3.2. Estratificación vertical en la UE 13157

Los resultados de la estratificación vertical y su representatividad de especies se presentan en el Cuadro 39. El primer estrato incluye 38 especies y se encuentra dominado principalmente por *Amphipterygium adstringens*, *Lysiloma divaricata*, *Conzattia multiflora*, *Bursera copallifera*, *B. glabrifolia*, *B. bipinnata*, *B. ariensis*, *Ipomoea wolcottiana* y *Haematoxylon brasiletto*, las cuales son transgresivas de los estratos superiores, excepto la última especie.

Cuadro 39. Representación de las especies arbóreas (No. de Individuos por hectárea) en la estratificación vertical de la UE 13157 de el estado de Morelos.

Especie	Estrato (m)			Total
	I	II	III	
	2-3	4-8	9-15	
<i>Amphipterygium</i>				
<i>adstringens</i>	19	50	8	77
<i>Lyailoma divaricata</i>	5	22	14	41
<i>Conzattia multiflora</i>	5	21	13	39
<i>Ipomoea volcottiana</i>	6	15	2	23
<i>Bursera copallifera</i>	5	15	1	21
<i>Bursera glabrifolia</i>	4	14		18
<i>Heliconia</i>				
<i>theranbinthinaceus</i>	3	14		17
<i>Bursera bipinnata</i>	4	11		15
<i>Hammatoxylon</i>				
<i>brasiletto</i>	6	8		14
<i>Bursera ariensis</i>	4	7	1	12
<i>Lyailoma acapulcensis</i>	2	7	2	11
<i>Caiba parvifolia</i>	2	4	4	10
<i>Himneria peracifolia</i>		6	2	8
<i>Pseudomoringium</i>				
<i>perniciosum</i>	2	5		7
<i>Euphorbia</i>				
<i>schlechtendalii</i>	4	2		6
<i>Bursera lagaroides</i>	3	3		6
<i>Bursera bicolor</i>		5	1	6
<i>Caiba aesculifolia</i>	1	4	1	6
<i>Ipomoea arboreascens</i>		5		5
<i>Bursera longipes</i>	1	4		5
<i>Cyrtocarpa procera</i>		4	1	5
<i>Eysenhardtia</i>				
<i>polystachia</i>	3	2		5
<i>Acacia cochliacantha</i>	3	2		5
<i>Stenocereus dumortieri</i>	2	2		4
<i>Guazuma ulmifolia</i>		4		4
<i>Bursera sp.</i>	3	1		4
<i>Spondias mombin</i>		2	2	4
<i>Bursera lancifolia</i>		3	1	4
<i>Bursera morelensis</i>		3		3
<i>Erythrina americana</i>		2	1	3
<i>Conocladia engleriana</i>		3		3

El segundo estrato es el más rico en especies y densidad arbórea ya que se registraron 52 especies y 278 árboles ha<sup>-1</sup> en esta UE; las especies dominantes en este estrato, son

Amphipterygium adstringens, Lysiloma divaricata, L. acapulcensis, Bursera copallifera, B. glabrifolia, B. bipinnata, B. ariensis, Conzattia multiflora, Ipomoea wolcottiana, Haematoxylon brassiletto y Hellocarpus therebenthinaceus.

El tercer estrato agrupa a 22 especies y se encuentra definido principalmente por Conzattia multiflora, Lysiloma divaricata, L. acapulcensis, Ipomoea wolcottiana, Ceiba parvifolia y spondias mombin, la primera de estas especies alcanza alturas hasta de 15 m.

#### 6.2.6.3.3. Estratificación vertical en la UE 13177.

En esta UE se definieron 3 estratos (Cuadro 40); el primero de ellos comprende 21 especies, de las cuales las de mayor número de individuos son Fresnillo, Ipomoea wolcottiana, Bursera copallifera, B. glabrifolia, Haematoxylon brassiletto y Euphorbia schlechtendalii, Acacia cochliacantha, A. pennatula, y Eysenhardtia polystachia; las cuatro primeras son transgresivas de los estratos superiores y las últimas son propias de este piso de estratificación.

El segundo estrato es el de mayor diversidad florística ya que agrupa a 38 especies, siendo dominantes, Fresnillo, Ipomoea wolcottiana, Lysiloma divaricata y Stemadennia aff. obovata; en menor proporción se presentan también Stemadennia bella, Bursera copallifera, B. longipes, B. ariensis y Amphipterygium adstringens.

En el tercer estrato solamente se incluyen a 13 especies; de estas las dominantes son Lysiloma divaricata, Jacaratia mexicana, Spondias mombin, Conzattia multiflora y Ficus petiolaris; éstas

dos últimas especies alcanzaron alturas hasta 12 m.

**Cuadro 40. Representación de las especies arbóreas (No. de Individuos por hectárea) en la estratificación vertical de la UE 13177 de el estado de Morelos.**

Especie	Estrato (m)			Total
	I	II	III	
	2-4	5-7	8-12	
Fresnillo	5	40	1	46
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	8	26	2	36
<i>Lyailoma divaricata</i>	2	17	3	22
<i>S. aff. obovata</i>	2	17		19
<i>Haematoxylon brassiletto</i>	5	13		18
<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	14			14
<i>Stemadennia bella</i>	1	10		11
<i>Bursera copallifera</i>	3	8		11
<i>Bursera longipes</i>		10		10
<i>Amphipterygium adstrincens</i>		10		10
<i>Bursera ariensis</i>		7	2	9
<i>Bursera glabrifolia</i>	3	5		8
<i>Bursera lancifolia</i>		7		7
<i>Ipomoea arborescens</i>	1	6		7
<i>Jacaratia mexicana</i>		3	4	7
<i>Acacia cochliacantha</i>	7			7
Sapotaceae	1	5		6
<i>Tabebuia impatiiginosa</i>		6		6
<i>Lyailoma acapulcensis</i>		4	1	5
<i>Esenphardtia polystachia</i>	4	1		5
<i>Guazuma ulmifolia</i>		5		5
<i>Conzattia multiflora</i>		1	3	4
<i>Vitex mollis</i>	1	3		4
<i>Randia acinocarapa</i>	3	1		4
<i>Halioarpus therabinthinaceus</i>		4		4
<i>Spondias mombin</i>			4	4
<i>Wimmeria persicifolia</i>	1	2		3
<i>Sp. desconocida</i>		1	2	3
<i>Acacia pennatula</i>	3			3
<i>Stenocarpus sp.</i>	3			3
<i>Ficus petiolaris</i>			3	3



#### 6.2.6.3.4. Estratificación vertical en la UE 13547.

En el Cuadro 41 se presentan los resultados de la distribución de especies y su densidad arbórea en cada piso de estratificación de esta UE.

El primer estrato se encuentra definido por 17 especies, entre las que destaca notablemente Neobouxbamia mezcalaensis con 59 individuos  $ha^{-1}$ ; otras especies importantes en este estrato son Bursera ariensis y Hematoxylon brasiletto con 8 y 7 árboles  $ha^{-1}$  respectivamente.

El segundo estrato es el más rico en cuanto al número de individuos y número de especies; de estas últimas la más sobresaliente es Neobouxbamia mezcalaensis la cual prácticamente controla este estrato; en menor proporción también se presentan Lysiloma tergemina, Bursera fagaroides, B. ariensis, B. morelensis, B. glabrifolia, Wimmeria persicifolia, Cyrtocarpa procera y Ceiba parvifolia.

El tercer estrato varía de 9 a 10 m en esta UE, en el cual se registraron 9 especies entre las que domina Neobouxbamia mezcalaensis con 15 árboles  $ha^{-1}$ ; como subdominantes se presentan Cyrtocarpa procera, Bursera grandifolia, B. morelensis y Spondias mombin.

De los datos anteriores se puede observar que Neobouxbamia mezcalaensis es la especie dominante en todos los estratos, mostrando una fuerte selectividad en cuanto a presencia y abundancia en esta UE en particular.

Cuadro 41. Representación de las especies arbóreas (No. de Individuos por hectárea) en la estratificación vertical de la UE 13547 de el estado de Morelos.

Especie	Estrato (m)			Total
	I	II	III	
	2-3	4-8	9-10	
<i>Neobouxbamia mezcalaensis</i>	59	135		209
<i>Bursera ariana</i>	8	26		34
<i>Bursera morelensis</i>	1	17	4	22
<i>Cyrtocarpa procera</i>		12	5	17
<i>Bursera lagaroides</i>	4	10	1	15
<i>Bursera grandifolia</i>		10	5	15
<i>Wimmeria persicifolia</i>		16		16
<i>Lyailoma tergemina</i>		14		14
<i>Caiba parvifolia</i>	1	10		11
<i>Haematokylon brasiletto</i>	7	2		9
<i>Bursera copallifera</i>	1	6		7
<i>Lyailoma divaricata</i>	2	5		7
<i>Spondias mombin</i>		2	4	6
<i>Bursera discolor</i>	1	4		5
<i>Bursera bipinnata</i>	1	4		5
<i>Bursera longipes</i>		5		5
<i>Acacia bilimekii</i>		4		4
<i>Bursera submoniliformis</i>		4		4
<i>Cordia morelosana</i>	2	2		4
<i>Helicarpus therebinthinaceus</i>		4		4
<i>Caiba aesculifolia</i>		3		3
<i>Plumeria rubra</i>		3		3
<i>Alvaradoa amorphoides</i>		3		3
<i>Senna skinneri</i>	2	1		3
<i>Crescentia alata</i>	2	1		3
<i>Randia echinocarpa</i>	3			3
<i>Bursera lancifolia</i>		3		3

La estratificación vertical revela dos tipos de distribución de las especies: a) una distribución continua, en la que las especies pueden estar representadas en dos o tres estratos en forma continua; b) una distribución localizada donde las especies se presentan en un solo estrato.

La distribución continua refleja una buena regeneración de

la especie y una competencia favorable por la luz principalmente, como sucede con Amphipterygium adstringens, Ipomoea wolcottiana, Lysiloma divaricata, Conzattia multiflora, Bursera ariensis entre otras en las UE 136107 y 13157; Fresno, Ipomoea wolcottiana, Ipomoea arboreascens, Lysiloma divaricata, Bursera glabrifolia y Bursera copallifera, en la UE 13177; Neobouxbamia mezcalaensis, Bursera ariensis y Bursera morelensis en la UE 13547.

En la distribución localizada se pueden observar los siguientes resultados: a) especies representadas solamente en el estrato inferior (2-4 m), las cuales pueden tener alta o baja densidad arbórea, en el que pueden estar especies propias de este estrato, principalmente arbustivas o arborecentes, y especies propias de los estratos superiores pero que están en expansión; b) especies representadas en el estrato superior, las cuales pueden estar limitadas a este estrato por una falta de regeneración, como sucede con Trichillia hirta, Swietenia humilis, Cedrela oaxacensis y Bursera submoniliformis en la UE 136107; Acacia coulteri, Ficus petiolaris y Leucaena sculeta en la UE 13157; Ficus cotinifolia en la UE 13177, así como Conzattia multiflora, Bursera bicolor y Jacaratia mexicana en la UE 13547.

En este tipo de distribución quedan incluidas también especies que solamente se presentan en el segundo estrato como Acacia bilimekii, Gliricidia sepium y Pseudobombax ellipticum, entre otras, las cuales pueden denotar una falta de regeneración en los estadios juveniles, o también pueden estar limitadas a este estrato por extracciones selectivas en el estrato superior, esto evidentemente puede suceder solamente en aquellas especies típicas del tercer estrato.

#### 6.2.6.4. Área basal por UE.

El área basal media ( $m^2 ha^{-1}$ ) varía de 10.45 a 11.93 en las distintas UE; el valor más alto corresponde a la UE 13157 con  $11.93 m^2 ha^{-1}$  y le siguen en orden decreciente las UE 13547, UE 13177 y UE 136107 con 11.42, 10.82 y  $10.42 m^2 ha^{-1}$  respectivamente.

En el Cuadro 42 se reportan los datos de área basal por especie y por UE; solamente se citan las especies que tienen un área basal superior a  $0.10 m^2 ha^{-1}$ , ya que arriba de este valor se encuentran incluidas las especies que en forma conjunta agrupan el 90 % del área basal total de cada UE.

Cuadro 42. Área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ) de las especies arbóreas por Unidad Ecológica en el estado de Morelos.

Especie	Unidad ecológica			
	136107	13157	13177	13547
<i>Conzattia multiflora</i>	1.10	1.05	0.35	
<i>Amphipterygium adstringens</i>	0.59	1.63	0.25	
<i>Lyailoma divaricata</i>	0.57	0.71	0.65	
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	0.53	1.01	1.52	
<i>Caiba parvifolia</i>	0.46	0.55	0.15	0.28
<i>Bursera copallifera</i>	0.40	0.50	0.22	0.12
<i>Bursera longipes</i>	0.37	0.15	0.42	0.23
<i>Wimmeria persicifolia</i>	0.36	0.18		0.26
<i>Bursera glabrifolia</i>	0.34	0.43	0.21	
<i>Bursera ariensis</i>	0.32	0.45	0.22	0.60
<i>Ficus patularis</i>	0.30	0.18	0.40	
<i>Bursera bipinnata</i>	0.29	0.36		0.10
<i>Bursera bicolor</i>	0.24	0.14		
<i>Bursera morelensis</i>	0.25	0.17		0.90
<i>Erythrina americana</i>	0.23	0.14		
<i>Euphorbia fulva</i>	0.23			
<i>Bursera grandifolia</i>	0.23		0.14	0.85
<i>Bursera lancifolia</i>	0.22	0.10	0.32	0.15
<i>Lyailoma tergemina</i>	0.21			0.11
<i>Spondias mombin</i>	0.18	0.30	0.35	0.48
<i>Leucaena sculenta</i>	0.18			
<i>Bursera fagaroides</i>	0.15	0.11		0.28
<i>Brahea dulcis</i>	0.14			
<i>Sideroxylon capire</i>	0.14			
<i>Acacia coulteri</i>	0.13			

Continuación Cuadro 42.....

Especie	Unidad ecológica			
	136107	13157	13177	13547
<i>Cyrtocarpa procera</i>	0.12	0.20	0.16	0.70
<i>Conocladia engleriana</i>	0.12	0.10		
<i>Pseudosmodingium perniciosum</i>	0.11	0.17		
<i>Ceiba aesculifolia</i>	0.10	0.22		
<i>Lyailoma acapulcensis</i>	0.10	0.34	0.30	
<i>Sapium macrocarpum</i>	0.10			
<i>Haematoxylon brassiletto</i>		0.15	0.30	
<i>Ipomea arborescens</i>		0.26	0.25	
<i>Jacaratia mexicana</i>		0.11	0.82	
<i>Pseudobombax ellipticum</i>		0.13		
<i>Guazuma ulmifolia</i>		0.10	0.20	
<i>Heliconia thorebinthaceus</i>		0.26	0.17	0.12
<i>Bursera sp.</i>		0.10		
<i>Vitex mollis</i>			0.22	
<i>Euphorbia schlechtendallii</i>			0.14	
<i>Ficus cotinifolia</i>		0.23	0.11	
<i>Stemadennia bella</i>		0.14	0.15	
Sapotaceae			0.13	
<i>Tabebuia impetiginosa</i>			0.45	
<i>Bursera schlechtendallii</i>		0.10		
<i>Cedrela saxacensis</i>		0.10		
Fresnillo			1.26	
<i>Stemadennia aff. obovata</i>			0.26	
Especie desconocida			0.12	
<i>Bursera discolor</i>				0.16
<i>Bursera submoniliformis</i>				0.13
<i>Neobouxbamia mezcacensis</i>				4.95
Otras sp.	0.91	1.06	0.59	1.00
<b>Total</b>	<b>10.45</b>	<b>11.93</b>	<b>10.82</b>	<b>11.42</b>

De acuerdo a estos resultados no se presentan diferencias significativas entre el área basal de las UE, el valor más bajo de la UE 136107 sugiere arbolado más delgado lo cual se observó en la estructura diamétrica de esta UE; en contraste, los valores más altos de la UE 13157 se pueden deber a la presencia de arbolado más maduro.

El área basal o área basimétrica es una medida dasométrica de mucha importancia en el estudio de las comunidades forestales,

ya que es parte fundamental de la estructura y densidad (volumen) de un bosque o de una selva (Caballero, 1972a).

El área basimétrica multiplicada por la altura media del arbolado, proporciona estimaciones satisfactorias del volumen maderable en pie, lo cual ha permitido incluso la elaboración de tablas de volúmenes para rodales (Caballero y Frola, 1976).

Aplicando este método a los datos de área basal y altura media de cada UE estudiada, se obtienen estimaciones de volumen bastante aproximadas con respecto al volumen total y comercial obtenido a partir de las estimaciones volumétricas individuales de las especies arbóreas de cada UE en base a la fórmula citada en la metodología.

Estas aproximaciones en la estimación del volumen con ambos métodos, se debe a que el área basal se calcula en igual forma en los dos métodos, por lo cual la suma de área basal arroja estimaciones similares, la diferencia entonces se presenta por las variaciones de altura del arbolado, ya que en el presente trabajo el área basal se multiplica por la altura particular de cada árbol y de cada especie arbórea, produciendo también un volumen particular por árbol y por especie, en cambio con el método de volúmenes para rodales se utiliza únicamente la altura media de todos los árboles y todas las especies.

#### 6.2.6.4.1. Área basal por especie y por UE.

Del análisis de la información del Cuadro 42 se aprecia que las UE tienen una gran similitud en cuanto a la composición arbórea dominante por área basal, sin embargo las diferencias más marcadas se presentan en cuanto a la dominancia por área basal

que tiene cada una de estas especies en las distintas UE; por otra parte algunas especies tienen selectividad y dominancia por área basal en cierta UE.

En la UE 136107 el área basimétrica dominante esta determinada en mayor grado por Conzattia multiflora, Amphipterygium adstringens, Lysiloma divaricata, Ipomoea wolcottiana, Caiba parvifolia, Bursera copallifera, B. longipes, B. glabrifolia, B. ariensis, B. bipinnata, B. lancifolia, B. morelensis, B. grandifolia, Euphorbia fulva, Wimmeria persicifolia y Erythrina americana, las cuales tienen un área basal superior a los  $0.20 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  cada una, destacando entre ellas Conzattia multiflora quien alcanza  $1.10 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ .

En la UE 13157 el área basimétrica esta definida prácticamente por las mismas especies de la UE 136107, sin embargo, dichas especies tienen diferentes valores de área basal. En esta UE destacan Amphipterygium adstringens, Conzattia multiflora, Lysiloma acapulcensis, Lysiloma divaricata, Caiba parvifolia, C. aesculifolia, Bursera bipinnata, Bursera copallifera, B. glabrifolia, B. ariensis, Ipomoea wolcottiana, Spondias mombin, Cyrtocarpa procera, Heliconia thersibinthinaeus y Ficus cotinifolia con área basal superior a  $0.20 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ; las dos primeras especies son las de mayor área basal con  $1.63$  y  $1.05 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  respectivamente.

En la UE 13177 existen 18 especies con área basal superior a los  $0.10 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ; las especies que destacan son Fresnillo, Ipomoea wolcottiana y Jacaratia mexicana; en menor proporción se encuentran Lysiloma divaricata, L. acapulcensis, Ficus

Petiolaris, T. imbriginosa, Vitex mollis, Guazuma ulmifolia, Bursera longipes, B. lancifolia, B. ariensis, B. copallifera, B. glabrifolia, Spondias mombin y Haematoxylon brassiletto.

Finalmente en la UE 13547 el área basimétrica prácticamente la define Neobouhbania mezcalaensis con  $4.95 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  que corresponde al 43 % del área basal total de esta UE; como subdominantes se pueden encontrar a Bursera mecalensis, B. grandifolia, B. ariensis y Cyrtocarpa procera entre las de mayor área basal.

Las diferencias estructurales en cuanto a área basal entre las UE's son ocasionadas por las condiciones ambientales limitantes en cada UE y por efecto de perturbación local.

#### 6.2.7. Caracterización dasométrica por UE.

Las características dasométricas de las comunidades arbóreas de cada UE se presentan en el Cuadro 43. De acuerdo a esta información se observa que los árboles de las UE, en general son de diámetros delgados y de poca altura, lo cual se va a reflejar también en el volumen maderable; sin embargo este parámetro se trata por separado dentro del capítulo de productividad.

Al comparar las características dasométricas del arbolado entre las distintas UE, se puede apreciar que el diámetro medio más alto se presenta en la UE 13177 con 18.8 cm, y el más bajo se registra en la UE 136107 con 14.7 cm; el diámetro mínimo fue de 5 cm en las 4 UE, en razón de que este fue el diámetro mínimo establecido para los registros dasométricos en el campo; el diámetro máximo varía de 40 cm en la UE 13547 hasta 90 cm en las UE's 13157 y UE 13177.



Cuadro 43. Comparación dasométrica entre arboles individuales por UE en el estado de Morelos (media-desviación standard).

Característica	Unidad Ecológica			
	136107	13157	13177	13547
Diámetro medio (cm)	14.7-8.5	15.9-8.9	18.8-12.5	17.6-7.6
Diámetro mínimo (cm)	5.0	5.0	5.0	5.0
Diámetro máximo (cm)	83.0	90.0	90.0	40.0
Altura media (m)	5.8-2.4	6.2-2.5	6.0-1.8	5.9-1.9
Altura mínima (m)	2.0	2.0	2.0	2.0
Altura máxima (m)	18.0	21.0	13.0	10.0
Fuste limpio medio (m)	2.4-1.4	2.4-1.4	2.2-1.2	1.8-1.5
Cobertura medja (m <sup>2</sup> )	43	63	22	8
Area Basal (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	10.45	11.93	10.82	11.42
No.árboles ha <sup>-1</sup>	458	446	325	452

Con respecto a la altura, los valores medios oscilan alrededor de los 6 m, siendo muy similares en las 4 UE; la altura mínima registrada fue de 2 m en todas las UE y la máxima varia de 10 m en la UE 13547 hasta 21 m en la UE 13157.

Las dimensiones del arbolado de las UE en cuanto a diámetro y altura son similares a los valores registrados en otras selvas bajas de México, particularmente en la región de Nueva Galicia (Rzedowski y Mc Vaugh, 1966) y en la vertiente del Pacifico (Lott *et al.*, 1989), aunque la altura de los árboles en estas últimas regiones es ligeramente superior con respecto a la altura arbórea obtenida en las áreas de estudio. Rzedowski (1978) opina que el bosque tropical caducifolio del país tiene alturas que van de 5 a 15 m, pero más frecuentemente entre 8 y 12 m; las alturas del arbolado registradas en las UE con selva baja caducifolia se presentan con mayor frecuencia entre 6 a 8 m, por lo cual pudiera

decirse que las selvas bajas caducifolias de Morelos y posiblemente las de la Cuenca del Balsas, son de menor talla que en el resto del país; sin embargo, llegan a encontrarse eminencias arbóreas hasta de 18 y 21 m en las UE 136107 y 13157 respectivamente, dominadas por Conzattia multiflora particularmente, lo cual le imparte una fisonomía muy peculiar a esta comunidad forestal en la entidad.

Este mismo autor (Rzedowski, 1978) cita que los árboles de selva baja caducifolia raramente pasan de los 50 cm de diámetro; en las UE 13157 y 13177 se registran árboles hasta de 90 cm de diámetro normal, sin embargo pocos individuos rebasan los 50 cm de diámetro coincidiendo en lo expresado por este autor.

El fuste limpio, el que contribuye en mayor medida al volumen comercial, tiene ligeras similitudes en las 4 UE estudiadas ya que varía de 1.8 m a 2.4 m, es decir que es de bajas dimensiones.

La mayoría de los fustes limpios tienden a ramificarse desde muy abajo; este hecho a sido comentado también por Rzedowski (1978) para los fustes del arbolado del bosque tropical caducifolio; no obstante algunas especies de las UE de Morelos llegan a presentar fustes rectos y de buenas dimensiones que podrían ser consideradas dentro de la categoría de "comerciales" según el criterio del Inventario Nacional Forestal (1979).

La cobertura media del arbolado presenta diferencias entre las distintas UE; la cobertura media más baja se presenta en la UE 13547 con 8 m<sup>2</sup>, debido a que en esta UE domina Neobouxbania zacalaensis, que es una Cactacea columnar y por consiguiente sin

cobertura foliar; la cobertura media más alta se presenta en las UE 13157 y 136107 con 63 y 43 m<sup>2</sup> lo que refleja que en estas UE las comunidades arbóreas forman selvas cerradas.

En relación con la cobertura, se llega a apreciar que en la mayoría de los árboles el diámetro de copa tiende a igualar o incluso superar la altura arbórea, lo que sugiere que estas comunidades forestales forman bosques cerrados que permiten el paso de poca luminosidad a los estratos inferiores en la época de follaje. No obstante, el grado de densidad por cobertura depende del tamaño de copa de las especies dominantes, ya que por ejemplo en la UE 13547 se encontraran bajos valores de cobertura media debido a que en esta UE domina *Neobuxbania mezcalaensis*, lo cual prácticamente no aporta altos valores de cobertura de manera individual.

En cuanto al número de árboles se encontró mayor densidad en las UE 136107 y 13547; en la primera de ellas probablemente debido a la abundancia de arbolado más delgado que puede ocasionar que se eleve la densidad arbórea por hectárea y en la segunda UE, el número de árboles por hectárea se ve incrementado por la alta densidad particular de *Neobuxbania mezcalaensis*; se ha visto que la densidad es inversamente proporcional al volumen (Spurr y Barnes, 1982) lo que se corrobora parcialmente para la UE 13177 la cual tiene menor densidad que la UE 136107, pero tiene mayor volumen que esta última UE; sin embargo este efecto no es muy claro en la UE 13547, la cual tiene alta densidad, pero también mayor volumen que la UE 13177, lo cual puede ser debido a las características del tamaño del arbolado en cada UE.

Las estimaciones de densidad arborea obtenidas en las cuatro

UE, son más elevadas con respecto a las estimaciones de densidad registradas en el inventario forestal del estado de Morelos (INF, 1975), donde se reportan 123 y 115 árboles por hectárea para la zona centro (donde tiene su área de influencia la UE 136107) y para la zona sur (en el área de influencia de las UE 13157 y 13177) respectivamente. Estas diferencias deben ser ocasionadas por el tipo de criterio empleado en el muestreo diamétrico del arbolado, ya que el INF (1975) considero solamente al arbolado mayor de 15 cm de diámetro normal y en el presente trabajo se consideró al arbolado mayor de 5 cm de diámetro, es decir el registro del arbolado entre 5 y 15 cm pudo haber incrementado los valores de densidad obtenidos en el presente estudio.

#### **6.2.6. Productividad Forestal.**

Para evaluar la productividad forestal de las UE's y de los sitios de muestreo, se utilizó como parámetro el volumen maderable en metros cúbicos por hectárea. El volumen maderable se estimó como volumen total y volumen comercial a nivel de UE y a nivel de especie.

Para el cálculo del volumen total se considero al diámetro normal y la altura total del árbol, más el volumen aportado por cada una de las trozas con diámetro mayor a los 10 cm de diámetro; para el cálculo volumétrico de cada troza se siguió parcialmente la técnica de segmentación visual (Born y Chojnacy, 1985); para fines de este estudio, las trozas de cada uno de los árboles registrados se agruparon en clases diamétricas de 10 cm y en clases de altura de 1 m, procediéndose

posteriormente a la cubicación de cada una de ellas de acuerdo a la fórmula de Huber (Huber, 1957, citado por Romahn et. al., 1990); la suma del volumen obtenido para cada una de las trozas se adicionó al valor del volumen comercial para obtener de esta manera el volumen total por árbol y por especie.

El método utilizado (segmentación visual) para el cálculo del volumen total de arbolado en pie, permite estimar con cierta precisión esta variable dasométrica, aunque es un poco laborioso en su manejo al cubicar cada una de las trozas, a diferencia de el método tradicional, el cual basa su cálculo en la altura total, área basal y un coeficiente mórfico, pero no considera frecuentemente el volumen aportado por cada una de las trozas, por lo cual puede haber una subestimación del volumen real; esta apreciación también ha sido señalada por Born y Chojnacky (1985) quienes opinan que las mediciones tradicionales de volumen diseñadas para especies maderables comerciales se han enfocado al fuste principal, pero un gran porcentaje de madera en especies latifoliadas se encuentran en las ramas o trozas y frecuentemente no son estimadas dentro de este fuste principal.

La aplicación de esta metodología es adecuada para ecosistemas como la selva baja caducifolia, donde el arbolado es de bajas dimensiones y por lo tanto las estimaciones visuales pueden hacerse con mayor precisión; sin embargo posibles sobreestimaciones o subestimaciones se presentan en los árboles de mayor talla como Conzattia multiflora, no obstante estas estimaciones no deben variar mucho con respecto al volumen real, ya que según los resultados obtenidos en la calibración de este método no se encontraron diferencias significativas.

Para la estimación del volumen comercial solamente se utilizaron el diámetro normal y la altura de fuste limpio empleando también la fórmula de Huber (Huber, 1957, citado Romahn, et al., 1987).

Se utilizó la fórmula de Huber, en virtud de que es uno de los métodos comerciales de cubicación más sencillos, pues para obtener el volumen de un fuste basta multiplicar el área de su sección media por su longitud; el procedimiento da resultados bastante aceptables cuando los fustes no son de grandes dimensiones y adoptan formas cilíndricas, como es el caso de los árboles de la selva baja caducifolia del estado de Morelos. Dada su sencillez, la fórmula de Huber ha sido utilizada para elaborar tablas numéricas standard para cubicación de trozas (Caballero et al., 1973).

Como parámetro complementario de productividad forestal se evaluó la calidad de trocería en volumen por UE y por especie. Así mismo, se obtuvieron tablas de volúmenes como indicadores de productividad para las especies más abundantes. Estos resultados se presentan por separado en los siguientes capítulos.

#### 6.2.8.1. Volumen por UE.

En el Cuadro 44 se presentan los valores obtenidos para el volumen total y comercial de cada UE. De acuerdo al volumen total, la UE con mayor productividad maderable es la UE 13157 con  $78.43 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ; en contraste la UE 136107 es la que tienen menor volumen maderable con  $64 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ; la UE 13157 y la UE 13547 presentan valores muy similares a la UE 13157 con 74 y  $77 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  respectivamente.

Dentro de cada UE los valores de volumen total por especie varían de 1.62 a 16.2 en la UE 136107, de 1.70 a 13.2 en la UE 13157, de 3.80 a 12.60 en la UE 13177 y de 1.90 a 9.0 en la UE 13547, lo cual revela distintas calidades de estación dentro de cada UE.

En volumen comercial la UE 13157 también alcanza los mayores valores con  $35 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , el menor volumen corresponde a la UE 13547. La disminución del volumen maderable comercial con respecto al volumen total en la UE 13547 se debe a que en esta unidad se presenta en mayor abundancia *Nabourbania maxcalaensis*, la cual no aporta volumen comercial desde un punto de vista maderable.

Dentro de cada UE los valores de volumen comercial varían de 0.64 a 4.50 en la UE 136107, de 0.70 a 8.60 en la UE 13157, de 1.20 a 4.40 en la UE 13177 y de 0.70 a 2.89 en la UE 13547 observándose mayor variación en la UE 13157.

Cuadro 44. Volumen maderable total y comercial ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) por Unidad Ecológica en el estado de Morelos.

Volumen ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ )	Unidad Ecológica			
	136107	13157	13177	13547
Volumen total	64.62	78.43	74.47	77.30
Volumen comercial	30.27	35.12	31.08	19.48

De acuerdo con los resultados obtenidos, no se presentaron diferencias significativas entre las cuatro UE en cuanto a la productividad maderable; la mayor productividad de la UE 13157, se debe a la presencia de árboles con mayor área basal y con mayor cantidad de trocería, lo cual eleva el volumen comercial y

volumen total respectivamente; al contrario, la menor productividad de la UE 136107, obedece a que en esta UE se presenta una gran cantidad de arbolado más delgado que en las otras UE como se demuestra en su estructura diamétrica, por lo mismo su aportación volumétrica es menor.

En el caso particular de la UE 13547, su menor cantidad en volumen comercial con respecto a las otras UE, se debe a que en dicha UE, no se consideró a Neobouxbamia nezcalaensis en el cálculo de esta variable, debido a que esta especie adopta una forma cilíndrico-columnar, por lo que difícilmente se puede separar el fuste comercial del fuste total en el momento de la estimación.

El INF (1975), reporta datos de volumen para la selva baja caducifolia del estado de Morelos en dos zonas de trabajo: la zona centro, donde se incluyen algunas áreas de la UE 136107 y la zona sur, dentro del área de influencia de las UE 13157 y 13177. Al comparar las estimaciones volumétricas realizadas por el INF (1975) con las estimaciones de volumen total obtenidas en el presente trabajo, se encuentran diferencias notables.

En la UE 136107 se registró un volumen total de  $64 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , en cambio el Inventario Forestal del estado de Morelos (INF, 1975) reporta solamente  $19 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  para arbolado mayor de 15 cm de diámetro normal. Asimismo en la UE 13157 y 13177 se obtuvieron 78 y  $74 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  respectivamente, en contraste en la zona sur el INF (1975) reporta un volumen total de  $17 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ .

Estas diferencias entre ambos trabajos, pueden ser atribuidas al tipo de método utilizado en la obtención del



volumen y a la clase diamétrica mínima considerada. En relación con el método utilizado, en ambos estudios se consideró a la altura total y al área basal en la obtención del volumen total, sin embargo en la presente tesis se estimó también el volumen aportado por la trocería dentro de la variable volumen total; evidentemente esto pudo haber ocasionado que se obtuviera mayor volumen en este trabajo. Por otra parte es posible que el INF (1975), hallautilizado un coeficiente mórfico en el cálculo del volumen, lo cual hace que se reduzca la estimación del volumen que cuando no se utiliza este coeficiente. En la presente investigación no se empleo ningún coeficiente mórfico debido a que la mayoría de los fustes no son de altas dimensiones y tienden a adoptar una forma cilíndrica.

En relación con la clase diamétrica mínima utilizada, el INF (1975) consideró al arbolado mayor de 15 cm para el cálculo del volumen maderable y en este trabajo, se registró al arbolado mayor de 5 cm de diámetro normal, por lo cual se obtuvo mayor estimación del volumen maderable.

Por otro lado, las estimaciones volumétricas obtenidas en el estado de Oaxaca (SARH, 1985), para selvas bajas, reportan  $75 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de volumen total, lo cual concuerda significativamente con las estimaciones volumétricas obtenidas en las UE de selva baja caducifolia analizadas en el estado de Morelos.

El registro de sitios de alta y baja productividad forestal, se relaciona directamente con las distintas calidades de estación presentes en cada UE; sin embargo, estos sitios deben considerarse solamente como indicadores de productividades locales, por lo que se deduce que una misma UE puede tener

distintos niveles de productividad.

#### 6.2.8.2. Productividad por especie y por UE.

Existe muy poca información acerca del volumen maderable a nivel de especie en las selvas bajas de México y de Morelos en particular; los pocos trabajos importantes que se han hecho para cuantificar este recurso son a nivel de ecosistema o bien a nivel de grupos botánicos, los cuales incluyen categorías taxonómicas a nivel de familia o género, y en ocasiones las especies se agrupan en grupos muy ambiguos, como por ejemplo "espinosas" los cuales pueden incluir distintas categorías taxonómicas (INF, 1975).

Con la finalidad de conocer la productividad forestal de cada UE se cálculo el volumen total y el volumen comercial de todas las especies registradas. En este sentido la información generada a este nivel resulta relevante tomando en cuenta el escaso conocimiento que se tiene sobre la productividad maderable a nivel de especie para selvas bajas caducifolias de México. Los resultados de las estimaciones de volumen total y comercial por especie se presentan en los Cuadros 45 y 46 respectivamente.

En la UE 136107 del volumen total estimado ( $64 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ), el 42 % es aportado por Conzattia multiflora, Ficus petiolaris, Bursera longipes, Ceiba parvifolia, Acacia coulteri, Ipomoea wolcottiana, Lysiloma divaricata, Amphipterygium adstringens, Bursera copallifera, B. lancifolia, B. ariensis, B. glabrifolia, B. morelensis, B. grandifolia, B. bipinnata, Bursera schlechtendalii, Spondias mombim, Erythrina americana, Lysiloma tergemina, y Winneria persicifolia las que contribuyen con más de  $1 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  cada una, destacando entre las mismas Conzattia

*multiflora* con 9.9 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

Cuadro 45. Volumen total (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) por especie y por unidad ecológica en el estado de Morelos.

Especie	Unidad ecológica			
	136107	13157	13177	13547
<i>Conzattia multiflora</i>	9.90	10.82	3.40	0.50
<i>Ficus petiolaris</i>	2.95	2.20	3.85	
<i>Bursera longipes</i>	2.89	1.30	2.93	2.04
<i>Ceiba parvifolia</i>	2.76	3.50	1.17	2.21
<i>Acacia coulteri</i>	1.43	0.90		
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	2.54	5.50	9.88	0.30
<i>Lyviloma divaricata</i>	3.99	4.61	4.50	0.16
<i>Amphipterygium</i>				
<i>adstringens</i>	2.23	9.70	2.10	0.11
<i>Bursera copallifera</i>	2.02	2.76	1.10	0.77
<i>Bursera lancifolia</i>	1.73	0.78	1.96	1.23
<i>Bursera ariensis</i>	1.73	2.70	1.32	3.94
<i>Bursera glabrifolia</i>	1.72	2.37	1.05	0.15
<i>Bursera morelensis</i>	1.66	1.24		8.05
<i>Bursera bipinnata</i>	1.44	1.97		0.47
<i>Spondias mombin</i>	1.38	2.40	3.75	4.70
<i>Erythrina americana</i>	1.34	1.47		
<i>Wimberia persicifolia</i>	1.98	0.95	0.61	1.42
<i>Bursera</i>				
<i>schlechtendalii</i>	1.16	0.53		0.25
<i>Cyrtocarpa procera</i>	0.92	1.25	1.60	7.11
<i>Bursera grandifolia</i>	1.61	0.50	0.92	6.04
<i>Leucaena sculenta</i>	0.99	0.48		
<i>Euphorbia fulva</i>	1.66		0.57	
<i>Bursera fagaroides</i>	0.74	0.65		1.30
<i>Bursera bicolor</i>	1.80	0.98	0.20	0.54
<i>Lyviloma tergemina</i>	1.10	0.16		0.44
<i>Lyviloma acapulcensis</i>	0.43	2.55	2.10	
<i>Ceiba aesculifolia</i>	0.43	1.32		0.25
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	0.42			
<i>Brahea dulcis</i>	0.70			
<i>Acacia bilimekii</i>	0.35	0.07		0.26
<i>Pseudosmodingium</i>				
<i>perniciosum</i>	0.33	0.85		0.49
<i>Bursera aff. discolor</i>	0.33	0.28		1.16
<i>Sideroxylon capire</i>	0.91	0.51		0.14
<i>Ipomoea arborescens</i>	0.28	1.56	1.80	
<i>Conocladia engleriana</i>	0.48	0.60	0.43	
<i>Bursera aff. aptera</i>	0.27			
<i>Mimosa benthani</i>	0.21	0.33	0.12	
<i>Alvarada amorphoides</i>	0.19	0.18		0.20
<i>Jacarata mexicana</i>	0.49	0.68	6.52	0.56
<i>Plumeria rubra</i>	0.15	0.12		0.10

## Continuación Cuadro 45.....

Especie	Unidad ecológica			
	136107	13157	13177	13547
<i>Heliocarpus</i>				
<i>Therabanthinaceus</i>	0.15	1.43	1.02	0.57
<i>Acacia cochliacantha</i>	0.24	0.10	0.29	
<i>Stemadennia balla</i>	0.12	0.84	0.74	
<i>Haematoxylon brassiletto</i>	0.17	0.53	1.30	0.35
<i>Ficus cotinifolia</i>	0.49	1.84	1.35	
<i>Vitex mollis</i>	0.27	0.43	1.26	
<i>Cedrela saxacensis</i>	0.26	0.90		
Leguminosae	0.10			
<i>Cliricidia sepium</i>	0.12	0.10		
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.07	0.55	1.35	
<i>Plumeria acutifolia</i>	0.07			
<i>Euphorbia</i>				
<i>schlechtendalii</i>	0.21	0.11	0.60	
<i>Eysenhardtia</i>				
<i>polystachia</i>	0.10	0.07	0.11	
<i>Thevetia ovata</i>	0.05	0.09		
<i>Stenocercus dumortieri</i>	0.05	0.40		0.16
<i>Senna skinneri</i>	0.04	0.03		0.07
Rubiaceae	0.10	0.03		
<i>Acacia farnesiana</i>	0.03	0.03	0.03	
<i>Randia echinocarpa</i>	0.31	0.08	0.10	0.06
<i>Swietenia humilis</i>	0.35			
<i>Cordia alliodora</i>	0.08	0.18		0.16
<i>Sapium macrocarpum</i>	0.60	0.10		
<i>Seriana</i> sp.	0.07	0.05		
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	0.10	0.30		
Carrozo	0.03			
<i>Malpighia mexicana</i>	0.10		0.10	
Sapindaceae	0.05			
<i>Byrsonima crassifolia</i>	0.03	0.04		
<i>Rhus</i> sp.	0.04			
<i>Thevetia thevetioides</i>	0.03			
<i>Trichilia hirta</i>	0.19			
<i>Celtis caudata</i>	0.10	0.05		
<i>Senna vislisenni</i>	0.03			
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.04	0.04		
<i>Chiococca alba</i>	0.003			
<i>Pithecellobium dulce</i>	0.10			
<i>Bursera</i>				
<i>submoniliformis</i>	0.08			0.68
<i>Acacia pennatula</i>	0.03	0.03	0.06	
<i>Crescentia alata</i>		0.49	0.25	0.31
<i>Tecoma stans</i>				0.04
<i>Cochlospermum vitifolium</i>		0.04		

Continuación Cuadro 45.....

Especie	Unidad ecológica			
	136107	13157	13177	13547
<i>Bursera</i> sp.		0.42		
<i>Paidium guaiaba</i>		0.12		
<i>Bursera</i> sp.		0.15		
Sapindaceae		0.06		
Leguminosae		0.03		
<i>Stemadennia</i> aff. <i>obovata</i>			1.30	
Especie desconocida			0.79	
Sapotaceae			0.61	
Leguminosae			0.03	
<i>Tabebuia impetiginosa</i>			2.80	
<i>Stelea trifoliata</i>			0.05	
<i>Stenocereus</i> sp.			0.12	
<i>Cassaria nitida</i>			0.14	
<i>Jacquinia aurantiaca</i>			0.05	
Fresnillo			8.19	
<i>Neobouxbania</i>				
mezcalaensis				29.70
<i>Acacia houghii</i>				0.03
<i>Randia aculeata</i>				0.03
Arbol 5 hojas				0.25
<b>Total</b>	<b>64.62</b>	<b>78.43</b>	<b>74.47</b>	<b>77.30</b>

Cuadro 46. Volumen comercial (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) por especie y por unidad ecológica en el estado de Morelos.

Especie	Unidad ecológica			
	136107	13157	13177	13547
<i>Conzattia multiflora</i>	4.98	4.97	1.27	0.08
<i>Ficus petiolaris</i>	1.78	0.91	1.92	
<i>Bursera longipes</i>	0.98	0.41	0.92	0.81
<i>Geiba parvifolia</i>	1.39	1.52	0.44	0.91
<i>Acacia coulteri</i>	0.75	0.35		
<i>Iponoea wolcottiana</i>	1.18	2.01	3.91	0.05
<i>Lyailoma divaricata</i>	2.03	1.83	1.96	0.04
<i>Amphipterygium</i>				
adstringens	1.79	4.55	0.76	0.04
<i>Bursera copallifera</i>	0.90	1.17	0.70	0.35
<i>Bursera lancifolia</i>	0.59	0.24	0.62	0.30
<i>Bursera ariensis</i>	0.98	1.07	0.60	1.71
<i>Bursera glabrifolia</i>	0.77	1.01	0.46	0.07
<i>Bursera morelensis</i>	0.65	0.68		3.76
<i>Bursera bipinnata</i>	0.65	0.84		0.21

## Continuación Cuadro 46.....

Especie	Unidad ecológica			
	136107	13157	13177	13547
<i>Spondias mombin</i>	0.50	0.95	1.63	1.90
<i>Erythrina americana</i>	0.97	1.18		
<i>Mimosa persicifolia</i>	0.50	0.32	0.37	0.97
<i>Bursara</i>				
<i>schlechtendalii</i>	0.39	0.16		0.12
<i>Cyrtocarpa procera</i>	0.34	0.57	1.08	2.26
<i>Bursara grandifolia</i>	0.66	0.30	0.35	2.51
<i>Laucaena sculenta</i>	0.43	0.17		
<i>Euphorbia fulva</i>	0.73			
<i>Bursara fagaroides</i>	0.42	0.46	0.32	0.73
<i>Bursara bicolor</i>	0.85	0.43	0.05	0.17
<i>Lyailona tergemina</i>	0.37	0.04		0.14
<i>Lyailona acapulcensis</i>	0.20	1.31	0.84	
<i>Ceiba asculifolia</i>	0.24	0.71		0.09
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	0.31			
<i>Brahea dulcis</i>	0.20			
<i>Acacia bilimekii</i>	0.14	0.02		0.08
<i>Pseudosmodium</i>				
<i>perniciosum</i>	0.20	0.37		0.28
<i>Bursara aff. discolor</i>	0.20	0.09		0.96
<i>Sideroxylon capira</i>	0.30	0.20		0.04
<i>Ipomoea arborescens</i>	0.14	0.75	0.98	
<i>Conocladia anglexiana</i>	0.20	0.29	0.25	
<i>Bursara aff. aptera</i>	0.13			
<i>Mimosa benthami</i>	0.07	0.12	0.06	
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	0.12	0.04		0.03
<i>Jacaratia mexicana</i>	0.12	0.47	2.43	0.23
<i>Plumeria rubra</i>	0.05	0.03		0.04
<i>Hellicarpus</i>				
<i>therabinthinaceus</i>	0.06	0.83	0.33	0.24
<i>Acacia cochliacantha</i>	0.07	0.05	0.12	
<i>Stemadennia balla</i>	0.04	0.37	0.38	
<i>Haematoxylon brasilato</i>	0.08	0.21	0.54	0.16
<i>Ficus cotinifolia</i>	0.21	0.82	0.53	
<i>Vitex mollis</i>	0.12	0.24	0.42	
<i>Cedrela oaxacensis</i>	0.14	0.38		
Leguminosae	0.05			
<i>Gliricidia sepium</i>	0.06	0.04		
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.03	0.23	0.38	
<i>Plumeria acutifolia</i>	0.02			
<i>Euphorbia</i>				
<i>schlechtendalii</i>	0.03	0.07	0.19	
<i>Evanhardia</i>				
<i>polystachia</i>	0.03	0.02	0.06	
<i>Thevetia ovata</i>	0.02	0.06		0.05
<i>Stenocereus dumortieri</i>	0.02	0.22		
<i>Senna skinneri</i>	0.03	0.01		0.03
Rubiaceae	0.04	0.01		

Continuación Cuadro 46.....

Especie	Unidad ecológica			
	136107	13157	13177	13547
<i>Acacia farnesiana</i>	0.01	0.01	0.01	
<i>Randia schinocarpa</i>	0.12	0.003	0.04	0.02
<i>Svetenia humilis</i>	0.17			
<i>Cordia morelosana</i>	0.03	0.06		0.07
<i>Sapium macrocarpum</i>	0.27	0.04		
<i>Saxiania</i> sp.	0.02	0.02		
<i>Pseudobombax ellip.</i>	0.04	0.33		
Carrozo	0.01			
<i>Malpighia mexicana</i>	0.05		0.04	
Sapindaceae	0.02			
<i>Byrsonia crassifolia</i>	0.01	0.02		
<i>Rhus</i> sp.	0.01			
<i>Thevetia thevetioides</i>	0.01			
<i>Trichilia hirta</i>	0.10			
<i>Celtis caudata</i>	0.04	0.02		
<i>Senna violisenni</i>	0.01			
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.01	0.02		
<i>Chiococca alba</i>	0.01			
<i>Pithecellobium dulce</i>	0.04			
<i>Bursera submoniliformis</i>	0.03			0.38
<i>Acacia pennatula</i>	0.01	0.01	0.03	
<i>Crescentia alata</i>		0.06	0.11	0.13
<i>Tecoma stans</i>				0.02
<i>Cochlospermum vitifolium</i>		0.01		
Leguminosae		0.01		
<i>Bursera</i> sp.		0.22		
<i>Psidium guajava</i>		0.07		
<i>Bursera</i> sp.		0.07		
Sapindaceae		0.02		
Leguminosae		0.01		
<i>Stemadennia aff. obovata</i>			0.48	
Especie desconocida			0.32	
Sapotaceae			0.17	
Leguminosae			0.01	
<i>Tabebuia impetiginosa</i>			1.49	
<i>Ptelea trifoliata</i>			0.02	
<i>Stenocereus</i> sp.			0.05	
<i>Cassaria nitida</i>			0.05	
<i>Jacquinia auxantiaca</i>			0.02	
Fresnillo			3.25	
<i>Nacoubxbania mezcalsensis</i>				0.01
<i>Acacia houghii</i>				0.01
<i>Randia aculeata</i>				0.10
Arbol 5 hojas				0.10
<b>Total</b>	<b>30.27</b>	<b>35.12</b>	<b>31.08</b>	<b>19.60</b>

En cuanto al volumen comercial, en esta misma UE, las especies con mayor productividad maderable son en orden decreciente: Conzattia multiflora, Amphipterygium adstringens, Ficus petiolaris, Caiba parvifolia, Ipomoea wolcottiana, Lysiloma divaricata, Bursera ariensis, Bursera copallifera B. longipes, y Erythrina americana, las cuales aportan el 56 % del volumen comercial estimado en esta UE.

En la UE 13157, el 70 % del volumen total es aportado por Conzattia multiflora, Amphipterygium adstringens, Ipomoea wolcottiana, Lysiloma divaricata, Caiba parvifolia, Bursera copallifera, B. longipes, B. ariensis, B. moralesensis, B. glabrifolia, B. bipinnata, Spondias mombin, Ficus petiolaris, Lysiloma acapulcensis, Caiba aesculifolia, Ipomoea arborescens, y Heliconia thersibinthifolia; de este grupo las tres primeras especies destacan notablemente con más de 5 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> cada una de ellas.

En relación con el volumen comercial, las especies que contribuyen en la mayor productividad maderable, son prácticamente las mismas especies citadas que aportan con mayor significancia el volumen total en esta UE; destacan aquí también Conzattia multiflora, Amphipterygium adstringens, Ipomoea wolcottiana y Lysiloma divaricata, las cuales aportan el 38 % del volumen comercial estimado para esta UE.

En la UE 13177 los mayores volúmenes totales son aportados por Ipomoea wolcottiana y Fresno con 9.8 y 8.1 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> respectivamente; también destacan por su volumen total Jacaratia mexicana, Lysiloma divaricata, Ficus petiolaris, Conzattia multiflora, Spondias mombin, Bursera longipes, Amphipterygium



adstringens y Lysiloma acapulcensis, todas ellas con más de 2 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>; en conjunto todas estas especies aportan el 63 % del volumen total estimado para esta UE.

En forma similar, las especies antes mencionadas también contribuyen con el mayor volumen comercial en esta UE, destacando entre ellas Ipomoea volcottiana, Fresnillo, Jacaratia mexicana, Ficus petiolaris, Lysiloma divaricata y Spondias mombin quienes incluyen el 48 % del volumen comercial registrado para este UE.

En la UE 13547 el mayor volumen total es aportado por Neobouxbania mezcalaensis con 29.7 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> que comprende al 39 % del volumen total obtenido para esta UE; como especies subdominantes se llegan a encontrar a Bursera ariensis, B. morelensis, B. grandifolia, Cyrtocarpa procera y Spondias mombin quienes en conjunto contribuyen con el 30 % del volumen comercial de esta UE. De acuerdo con estos datos se puede decir que pocas especies contribuyen con mayor significancia a la productividad maderable de esta UE.

En relación con el volumen comercial es conveniente mencionar que Neobouxbania mezcalaensis fue excluida de este concepto debido a su morfología columnar, por tal motivo sólo se consideró dentro del parámetro del volumen total. Pocas especies contribuyen con valores altos de volumen comercial en relación con el número total de especies; entre las especies que aportan mayor volumen comercial merecen citarse a Bursera morelensis, B. grandifolia, B. ariensis, Cyrtocarpa procera y Spondias mombin, las cuales en su conjunto incluyen el 62 % del volumen comercial obtenido en esta UE.

En las UE's 136107 y 13177 alrededor de 20 especies contribuyen con la mayor productividad maderable; en cambio en las UE 13177 y 13547, menos de 10 especies sobresalen por su aportación de volumen maderable. No obstante, en todas las UE solamente de 4 a 5 especies son las que contribuyen con mayor significancia a la productividad maderable de cada UE. El mayor número de especies dominantes en cuanto a su productividad en las dos primeras UE se debe a su mayor diversidad florística, lo cual ocasiona que concurren un mayor número de especies arbóreas con altos valores de productividad; la poca representatividad de especies con la mayor productividad maderable en las otras UE debe estar condicionada por calidades de estación más favorables para dichas especies en particular.

El INF (1975) reporta algunos valores de volumen para ciertos "grupos botánicos", pero lamentablemente estos grupos incluyen distintas categorías taxonómicas por lo cual es difícil precisar el volumen maderable de las distintas especies que los conforman. Por ejemplo, dentro del grupo *Burseras*, se incluyen especies de los géneros *Bursera*, *Pseudosmodium*, *Protium* y *Ristacia*; en el grupo *Guayacanes* se menciona a *Guaiacum* sp., pero este género no se ha reportado para el estado de Morelos, por lo cual es probable que se trate de *Conzattia multiflora*, la cual en la entidad es conocida como guayacan o parotilla; tomando en consideración estas confusiones taxonómicas difícilmente pueden hacerse comparaciones objetivas en cuanto al volumen maderable de estos grupos y el volumen estimado para las especies de las UE.

Sin embargo considerando algunos grupos botánicos típicos reportados por el INF (1975) se pueden hacer algunas comparaciones interesantes. Por ejemplo, en la zona sur del Estado para los matapalos (Ficus spp.), casahuates (Ipomoea spp.), Ceibas (Ceiba parvifolia) guayacanes (Conzattia multiflora), Bonetes (Jacaratia mexicana), Tlahuilahuas (Helicarpus sp.) y Cuahulotes (Guazuma sp) se reportan datos de volumen de 0.67, 1.86, 0.98, 0.62, 0.14, 0.24, 0.48 m<sup>3</sup>/ha respectivamente; en la presente investigación en la UE 13157 localizada al sur de la Entidad para las mismas especies se registraron 2.2, 5.5, 3.5, 10.8, 0.68, 1.4 y 0.55 m<sup>3</sup>/ha, las cuales constituyen valores más elevados con respecto a los datos reportados por el INF (1975) excepto para Guazuma con la cual existe cierta coincidencia en las estimaciones de volumen en ambos trabajos. Esta misma situación se presenta si se intenta comparar los valores volumétricos de los grupos botánicos de la zona centro del INF (1975) y la UE 136107, localizada en esta zona central de la Entidad. Como se mencionó anteriormente, estas diferencias pueden ser ocasionadas por el tipo de método utilizado en el cálculo del volumen y también por la categoría diamétrica mínima considerada.

En el caso particular de Anphipterygium adstringens, Soberanes y Boyás (1990) a través de un muestreo selectivo en poblaciones de esta especie dentro de las UE 136107 y 13157 encontraron valores de volumen maderable muy similares a los reportados para esta especie en el presente estudio para las mismas UE.

Las especies con mayor productividad maderable dependen más

del área basal y de la altura que de la densidad y la frecuencia ya que algunas especies con mayor área basal y poca densidad y baja frecuencia llegan a aparecer con altos valores de productividad forestal; sin embargo, cuando la densidad es alta también contribuye significativamente a elevar el volumen maderable.

La mayoría de las especies que alcanzan mayor volumen total tienen un alto porcentaje de volumen maderable en su trocería o ramaje, aún cuando sus fustes principales pueden ser de altas o bajas dimensiones; no sucede lo mismo con las especies de mayor volumen comercial, las cuales dependen principalmente de su área basal y altura de fuste limpio. En ambos casos, el atributo de área basal muestra mayor relación con la productividad maderable de las especies.

De acuerdo con lo anterior, las especies de mayor volumen total sugieren usos específicos en función de su trocería de cortas dimensiones, en cambio las especies de mayor volumen comercial pueden ser destinados para propósitos maderables semi-industriales, dependiendo desde luego, de su calidad de trocería; estos indicadores deben ser tomados en cuenta en los planes de aprovechamiento de dichas especies.

En este sentido Boyás *et al.* (1988; 1989; 1990) citan que en la selva baja caducifolia de Morelos existe un gran número de especies arbóreas con alta diversidad de usos locales y otras con usos muy específicos de carácter medicinal o artesanal; por lo tanto, se espera que la información generada sobre la productividad forestal a nivel de especie de la selva baja

caducifolia en la Entidad, permita definir el uso potencial de caracter productivo más adecuado para cada UE, en base al conocimiento actual y potencial utilitario que se tiene para las especies arbóreas de esta comunidad forestal a nivel estatal.

De la comparación realizada entre las distintas UE en cuanto a volumen total y comercial, se observa que la mayoría de las especies se manifiestan con mayor productividad en alguna UE en particular, aunque varias especies presentan una productividad similar en dos o más UE's.

De acuerdo con estas observaciones, se infiere que la productividad maderable de las especies depende de su rango de distribución ecológica, dentro del cual se presenta un óptimo para su productividad, este óptimo puede estar relacionado con calidades de estación favorables dentro de las UE.

En relación con lo anterior, Muller Dombois y Elleberg (1974) opinan que las especies vegetales tienen una respuesta fisiológica y ecológica ante un factor ambiental; la respuesta fisiológica se presenta en situaciones de cultivos o poblaciones donde los recursos son ilimitados, en cambio la respuesta ecológica solo se presenta en condiciones naturales y en poblaciones mixtas donde el recurso es limitado y la competencia de las especies es fuerte, como sucede en ecosistemas como la selva baja caducifolia. En este sentido, las especies que tengan mejores estrategias adaptativas y mayor habilidad competitiva alcanzarán mayores crecimientos. Estos principios ecológicos son totalmente aplicables a las especies arbóreas en cuanto a su productividad forestal en las UE's.

Asimismo la productividad forestal de las especies también depende directamente de los factores limitantes presentes en las distintas UE; dentro de estos factores es altamente probable que los sustratos geológicos y edáficos, junto con factores locales fisiográficos, están actuando como factores ecológicos limitantes en la distribución y productividad de las especies arbóreas en cada UE; efectos del disturbio pueden ocasionar también que se eleve la productividad de algunas especies arbóreas, como es el caso de Ipomoea volcottiana la cual según Rzedowski, (1978) se ve favorecida en zonas de mayor perturbación.

En relación con el párrafo anterior Grime (1982) considera que la producción de materia seca (volumen maderable), esta sujeta a una variedad de restricciones ambientales, dentro de las cuales las plantas han tenido que desarrollar distintas estrategias adaptativas que les permitan hacerse tolerantes a las restricciones.

Dentro del grupo de especies, que selectivamente aportan volumen en una sola UE, se encuentran casos extremos, en los cuales algunas de ellas tienen una baja productividad, por lo cual pueden ser consideradas como especies en riesgo de amenaza para la entidad, tal es el caso de Swietenia humilis que solamente se registro en la UE 136107 con poco volumen maderable; algo similar sucede con Pithecallobium dulce, sin embargo esta especie se ha visto con mayor abundancia en ambientes ruderales y riparios; no obstante esta aseveración solo puede ser comprobada con investigaciones demográficas formales.

Asimismo un buen número de especies pueden estar presentes

en dos o más UE, pero su productividad forestal es baja, lo cual también es un indicador de que estas especies pueden estar en riesgo de amenaza, como por ejemplo Eysenhardtia polystachya.

Este grupo de especies escasas, posiblemente son más sensibles a los factores limitantes presentes en las UE, pero es probable también que varias de ellas estén sufriendo un sobre aprovechamiento, el cual está ocasionando la reducción del tamaño de sus poblaciones.

De todo lo anterior, se puede concluir que las especies con altos valores de productividad en dos o más UE tienen un mayor rango de distribución ambiental; las especies con distribución en más de dos UE, pero con mayor productividad en algunas de ellas también tienen un amplio rango de distribución ecológica pero su óptimo productivo está limitado bajo ciertas condiciones ecológicas; finalmente las especies con distribución y productividad selectiva en una sola UE, tienen un estrecho rango de condiciones ambientales por lo que su productividad se manifiesta en condiciones ecológicas muy selectivas.

#### 6.2.8.3 Calidad de trocería por UE.

Los resultados en cuanto al volumen maderable total y comercial por calidad de troza se presentan en los Cuadros 47 y 48. De acuerdo a estos datos, la UE 13547 tiene el mayor volumen total con un tipo de troza recto, sin embargo, el resultado se enmascara por la presencia de Neobouxbamia mezcalaensis la cual es abundante en esta UE y es una Cactacea columnar de tipo recto, lo que eleva significativamente los valores de este tipo de troza en esta UE. Las otras UE tienen valores muy similares en

cuanto al volumen maderable total con calidad de trocería de tipo recto (alrededor de  $27 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ). Las UE 13177 y UE 13157, presentan los mayores volúmenes totales con trozas de tipo curvo, el valor más alto con tipo de troza quebrado lo registra la UE 136107 con  $2.36 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ .

En cuanto a volumen comercial las UE's 136107 y 13157 registran los valores más altos con trocería de tipo recto, con cifras muy similares entre ellas; sin embargo, la UE 136107 tiene también el valor más alto con tipo de troza quebrado y la UE 13157 alcanza la cifra más alta con troza tipo curvo.

Cuadro 47. Volumen total ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) por calidad de troza y por UE en el estado de Morelos.

Tipo de troza	Unidad Ecológica			
	136107	13157	13547	13177
Recta	28.92	29.72	53.24	24.09
Curva	33.15	45.36	23.71	48.21
Quebrada	2.36	1.30	0.35	2.04
Total	64.43	76.38	77.30	74.34

Cuadro 48. Volumen comercial ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) por calidad de troza y por UE en el estado de Morelos.

Tipo de troza	Unidad Ecológica			
	136107	13157	13547	13177
Recta	13.22	13.14	9.45	9.29
Curva	16.00	21.14	9.99	20.71
Quebrada	1.05	0.66	0.16	0.95
Total	30.27	34.94	19.60	30.95



Como se observa en los Cuadros anteriores, en las distintas UE predomina el tipo de troza curvo, tanto en volumen total como comercial, excepto en la UE 13547, donde la abundancia de *Nep-houxbamia mezcalaensis*, con su morfología cilíndrico-columnar, eleva significativamente los valores volumétricos del tipo de troza recto en esta UE en particular. Tomando en consideración la preponderancia de este tipo de trocería, se infiere que el arbolado de las UE difícilmente puede ser aprovechado para un uso maderable de tipo industrial, esto aunado también al hecho de que la mayoría del arbolado es de bajas dimensiones y por lo mismo no alcanza la categoría de arbolado "comercial" de acuerdo al criterio del INF (1979). Sin embargo, existe un buen porcentaje de elementos arbóreos con trocería de tipo recto que ofrece la posibilidad de aprovechamientos semi-industriales.

Considerando que la selva baja caducifolia de Morelos tiene una alta diversidad de usos maderables de carácter local y tradicional (Boyás *et. al.*, 1988; 1989; 1990) la definición del tipo de trocería permitirá conocer el potencial de aprovechamiento de cada UE, en función de los usos locales y regionales. Evidentemente este potencial depende directamente de las especies presentes en cada UE.

La dominancia de un tipo de trocería u otro depende de las características genéticas y morfológicas del arbolado presente y de las condiciones ambientales prevalecientes en cada UE; es decir los mayores volúmenes comerciales de trocería de tipo recto de las UE 136107 y 13157 están determinadas por una mayor presencia de especies con características morfológicas de fuste recto predominantemente, pero también se debe a la influencia de

mejores calidades de estación en estas UE que favorecen el desarrollo de fustes rectos.

Por otra parte, al comparar los tipos de trocería del volumen total con respecto al volumen comercial, se observa que se presenta mayor cantidad de trocería en la copa de los árboles, lo cual indica que las especies arbóreas de las distintas UE en general, tienen fustes limpios de bajas dimensiones con una gran cantidad de madera distribuida en las copas o ramaje; esto se hace más evidente en las especies de mayores dimensiones. Este hecho es relevante si se toma en cuenta que la mayoría de los inventarios forestales en selva baja caducifolia en particular, no consideran el volumen por tipo de trocería ubicado en las copas de los árboles, por lo cual posiblemente se registren subestimaciones del volumen total.

#### **6.2.8.4. Calidad de trocería por especie.**

El aprovechamiento que se pretende dar a las especies forestales depende en gran medida de su volumen potencial y de su calidad maderable. En este sentido varias especies de la selva baja caducifolia distribuidas en las UE estudiadas ofrecen este potencial, por lo cual en este trabajo se estimó también el tipo de trocería de las especies arbóreas registradas, con la finalidad de contribuir a establecer algunos planes de aprovechamiento de las mismas.

Para este fin, se siguieron los criterios establecidos por el Inventario Nacional Forestal (1979) sobre calidad de trocería, obteniéndose de esta manera el volumen total y comercial de todas las especies registradas en este estudio. Los resultados de estas

estimaciones se presentan en los Cuadros 49 al 52.

Con el objeto de ganar simplicidad solamente se resaltan a continuación las especies que aportan mayor volumen por tipo de troza en cada UE.

#### 6.2.8.4.1. Calidad de trocería por especie en la UE 136107.

En esta UE las especies que tienen mayor volumen total y comercial con tipo de troza recto son: Conzattia multiflora, Ceiba parvifolia, Lysiloma divaricata, Acacia coulteri, Bursera morelensis y B. grandifolia; estas especies tienen mayor volumen maderable con este tipo de troza en relación con los otros dos tipos de troza; excepto Lysiloma divaricata que presenta mayor volumen con tipo de troza curvo (Cuadro 49).

Las especies con mayor volumen total y comercial con trocería de tipo curvo son Ficus petiolaris, Bursera longipes, B. copallifera, B. glabrifolia, B. lancifolia, B. bicolor, B. ariensis, B. bipinnata, Ipomoea wolcottiana, Erythrina americana, Wimmeria persicifolia y Spondias mombin; aquí también quedan incluidas Conzattia multiflora y Lysiloma divaricata quienes contribuyen significativamente con este tipo de trocería.

En cuanto al tipo de troza quebrado, las especies que presentan mayores volúmenes totales y comerciales con este tipo de trocería son Conzattia multiflora, Lysiloma divaricata, Bursera ariensis, B. fagaroides, Euphorbia fulva y Haematoxylon brasiliense.

De los datos anteriores se puede decir que Conzattia multiflora y Lysiloma divaricata destacan por sus aportaciones en los tres tipos de trocería.

Cuadro 49. Volumen total y comercial (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) por calidad de trocero a nivel de especie en la UE 136107.

Especie	Tipo de troza					
	Recta		Curva		Quebrada	
	Vol	Volc	Vol	Volc	Vol	Volc
<i>Conzattia multiflora</i>	7.71	3.74	1.96	1.14	0.23	0.10
<i>Ficus petiolaris</i>	0.01	0.01	2.94	1.77		
<i>Bursara longipes</i>	0.74	0.28	2.06	0.64	0.09	0.06
<i>Caiba parvifolia</i>	2.06	0.96	0.70	0.43		
<i>Acacia coulteri</i>	1.04	0.49	0.39	0.26		
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	0.66	0.33	1.85	0.83	0.03	0.02
<i>Lyailoma divaricata</i>	1.24	0.67	2.32	1.15	0.43	0.21
<i>Amphyterincium adatrincum</i>	0.85	0.75	1.15	1.03	0.02	0.01
<i>Bursara copallifera</i>	0.59	0.20	1.34	0.66	0.09	0.04
<i>Bursara lancifolia</i>	0.45	0.18	1.24	0.37	0.04	0.04
<i>Bursara ariensis</i>	0.52	0.34	0.94	0.49	0.27	0.15
<i>Bursara glabrifolia</i>	0.51	0.18	1.15	0.54	0.06	0.05
<i>Bursara mokalensis</i>	1.31	0.40	0.34	0.25	0.01	
<i>Bursara bipinnata</i>	0.42	0.17	0.95	0.48	0.07	
<i>Spondias mombin</i>	0.55	0.23	0.82	0.26	0.01	0.01
<i>Erythrina americana</i>	0.16	0.14	1.18	0.83		
<i>Wimmeria peracicifolia</i>	0.54	0.14	1.44	0.35		
<i>Bursara schlechtendalii</i>	0.30	0.11	0.83	0.26	0.03	0.02
<i>Cyrtocarpa procera</i>	0.54	0.16	0.38	0.18		
<i>Bursara grandifolia</i>	1.10	0.43	0.51	0.23	0.01	
<i>Laugena sculenta</i>	0.07	0.03	0.71	0.37	0.21	0.03
<i>Euphorbia fulva</i>	0.75	0.29	0.57	0.28	0.34	0.16
<i>Bursara fagaroides</i>	0.22	0.15	0.40	0.21	0.12	0.06
<i>Bursara bicolor</i>	0.59	0.27	1.18	0.58	0.03	
<i>Lyailoma tergermina</i>	0.32	0.10	0.78	0.27		
<i>Lyailoma acapulcensis</i>	0.06	0.03	0.36	0.16	0.01	0.01
<i>Caiba aesculifolia</i>	0.29	0.16	0.14	0.08		
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	0.42	0.31				
<i>Brahea dulcis</i>	0.51	0.15	0.19	0.05		
<i>Acacia billimekii</i>	0.30	0.12	0.05	0.02		
<i>Pseudosmodium perniciosum</i>	0.07	0.02	0.26	0.18		
<i>Bursara aff. discolor</i>	0.15	0.12	0.18	0.08		
<i>Sideroxylum capira</i>	0.30	0.10	0.61	0.20		
<i>Ipomoea arborecens</i>	0.07	0.04	0.20	0.10	0.01	
<i>Conocladia anglexiana</i>	0.15	0.05	0.33	0.15		
<i>Bursara aff. aptera</i>	0.25	0.11	0.02	0.02		
<i>Mimosa benthani</i>	0.07	0.02	0.13	0.05	0.01	
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	0.04	0.02	0.15	0.10		
<i>Haematoxylon brassiletto</i>			0.02	0.01	0.15	0.07
<i>Jacaratia mexicana</i>	0.35	0.09	0.14	0.03		
<i>Plumeria rubra</i>	0.08	0.03	0.04	0.02	0.03	

Continuación Cuadro 49.....

Especie	Tipo de troza					
	Recta		Curva		Quebrada	
	Vol	Volc	Vol	Volc	Vol	Volc
<i>Hallocarpus</i>						
<i>theobinthinaceus</i>	0.06	0.02	0.08	0.04	0.01	
<i>Acacia cochliacantha</i>	0.06	0.01	0.14	0.06		
<i>Stenadenia bella</i>	0.08	0.03	0.04	0.01		
<i>Vitex mollis</i>	0.08	0.03	0.18	0.09	0.01	
<i>Ficus cotinifolia</i>	0.20	0.09	0.29	0.12		
<i>Cedrela saxacensis</i>	0.18	0.09	0.08	0.05		
Leguminosae	0.10	0.05				
<i>Gliricidia sepium</i>	0.07	0.04	0.05	0.02		
<i>Guazuma celmifolia</i>	0.02	0.01	0.05	0.02		
<i>Plumeria acutifolia</i>	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	
<i>Euphorbia</i>						
<i>schlechtendalii</i>	0.14	0.03	0.07			
<i>Eysenhardtia</i>						
<i>polytachia</i>	0.02	0.01	0.06	0.01	0.02	0.01
<i>Thevetia ovata</i>	0.01	0.04	0.02			
<i>Stenocarpus dumortieri</i>			0.05	0.02		
<i>Senna skinneri</i>	0.01	0.01	0.03	0.02		
Rubiaceae	0.04	0.01	0.06	0.03		
<i>Acacia farnesiana</i>			0.03	0.01		
<i>Randia echinocarpus</i>	0.18	0.07	0.13	0.05		
<i>Svetenia humilis</i>	0.35	0.17				
<i>Cordia alliodora</i>	0.05	0.07	0.03	0.01		
<i>Sapium macrocarpum</i>	0.42	0.20	0.18	0.07		
<i>Saxifraga</i> sp.			0.07	0.02		
<i>Pseudobombax ellipt.</i>	0.07	0.03	0.03	0.01		
Carozo	0.03	0.01				
<i>Malpighia mexicana</i>	0.07	0.03	0.03	0.02		
Sapindaceae			0.05	0.02		
<i>Ryersonia crassifolia</i>			0.03	0.01		
<i>Rhus</i> sp.			0.04	0.01		
<i>Thevetia thevetioides</i>	0.03	0.01				
<i>Trichilia hirta</i>	0.19	0.10				
<i>Celtis caudata</i>			0.10	0.04		
<i>Senna wilsonii</i>			0.03	0.01		
<i>Karwinskia</i>						
<i>humboldtiana</i>	0.04	0.01				
<i>Chiococca alba</i>			0.03	0.01		
<i>Phytoclopbium dulce</i>			0.10	0.04		
<i>Bursaria subnobiliformes</i>			0.08	0.03		
<i>Acacia pennatula</i>	0.03	0.01				
<b>Total</b>	<b>28.92</b>	<b>13.22</b>	<b>33.15</b>	<b>16.00</b>	<b>2.36</b>	<b>1.05</b>

6.2.8.4.2. Calidad de trocería por especie en la UE 13157.

En esta UE las especies que aportan el mayor volumen total y comercial con trocería de tipo recto, corresponden a Conzattia multiflora, Amphipterygium adstringens, Ipomoea wolcottiana, Lysiloma divaricata, Spondias mombim y Ceiba aesculifolia, aunque varias de estas especies tienen mayor representación con la calidad de trocería de tipo curvo (Cuadro 50).

El mayor volumen total y comercial con trocería de tipo curvo es aportado por Conzattia multiflora, Ipomoea wolcottiana, Amphipterygium adstringens, Lysiloma divaricata, L. acapulcensis, Ceiba parvifolia, Bursera copallifera, B. ariensis, B. glabrifolia, B. bipinnata, Ficus cotinifolia, F. petiolaris y Spondias mombim.

Por su parte las especies que mayor contribución tienen para el volumen total y comercial con trocería de tipo quebrado corresponden a Lysiloma acapulcensis, L. divaricata, Haematoxylon brasiletto e Ipomoea wolcottiana.

Cuadro 50. Volumen maderable por calidad de trocería y a nivel de especie de la UE 13157.

Especie	Tipo de troza					
	Recta		Curva		Quebrada	
	Vol	Volc	Vol	Volc	Vol	Volc
<u>Conzattia multiflora</u>	7.51	3.34	3.25	1.57	0.06	0.06
<u>Amphipterygium adstringens</u>	3.03	1.18	6.55	3.29	0.12	0.08
<u>Ipomoea wolcottiana</u>	1.30	0.72	3.31	1.25		
<u>Lysiloma divaricata</u>	1.22	0.62	3.26	1.13	0.13	0.08
<u>Ceiba parvifolia</u>	0.85	0.43	2.65	1.09		
<u>Bursera copallifera</u>	0.54	0.26	2.16	0.88	0.06	0.03
<u>Bursera ariensis</u>	0.64	0.20	3.03	0.86	0.03	0.01
<u>Spondias mombim</u>	1.10	0.34	1.28	0.60	0.02	0.01
<u>Bursera glabrifolia</u>	0.47	0.24	1.84	0.75	0.06	0.02

Especie	Tipo de troza					
	Recta		Curva		Quebrada	
	Vol	Volc	Vol	Volc	Vol	Volc
<i>Lyailoma acapulcensis</i>	0.86	0.41	1.49	0.82	0.20	0.08
<i>Ficus petiolaris</i>	0.41	0.18	1.79	0.73		
<i>Bursera bipinnata</i>	0.39	0.19	1.53	0.63	0.05	0.02
<i>Ficus cotinifolia</i>	0.64	0.22	1.20	0.60		
<i>Ipomoea arborecens</i>	0.46	0.20	0.10	0.55		
<i>Erythrina americana</i>	0.17	0.09	0.30	1.09		
<i>Heliconia</i>						
<i>therabinthinaceus</i>	0.51	0.27	0.92	0.56		
<i>Calba asculifolia</i>	0.91	0.49	0.41	0.22		
<i>Bursera longipes</i>	0.46	0.12	0.82	0.27	0.02	0.02
<i>Cyrtocarpa procera</i>	0.58	0.26	0.65	0.30	0.02	0.01
<i>Bursera morelensis</i>	0.37	0.19	0.87	0.49		
<i>Bursera bicolor</i>	0.25	0.12	0.71	0.30	0.02	0.01
<i>Acacia coulteri</i>	0.35	0.15	0.55	0.20		
<i>Cedrela oaxacensis</i>	0.62	0.27	0.28	0.11		
<i>Wimmeria persicifolia</i>	0.41	0.10	0.53	0.21	0.01	0.01
<i>Pseudosmodingium</i>						
<i>perniciosum</i>	0.38	0.17	0.45	0.19	0.02	0.01
<i>Stemadennia bella</i>	0.54	0.21	0.30	0.16		
<i>Bursera lancifolia</i>	0.28	0.07	0.49	0.17	0.01	
<i>Jacarantia mexicana</i>	0.68	0.47				
<i>Bursera fagaroides</i>	0.17	0.08	0.48	0.38		
<i>Conocladia engleriana</i>	0.13	0.07	0.47	0.22		
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.12	0.06	0.43	0.17		
<i>Bursera schlechtendalii</i>	0.40	0.14	0.13	0.02		
<i>Haematoxylon</i>						
<i>brasilletto</i>			0.13	0.04	0.43	0.18
<i>Sideroxylon capire</i>	0.21	0.05	0.30	0.15		
<i>Bursera grandifolia</i>	0.28	0.17	0.19	0.10	0.04	0.03
<i>Crescentia alata</i>	0.17	0.02	0.32	0.04		
<i>Leucaena sculenta</i>	0.21	0.07	0.27	0.10		
<i>Vitex mollis</i>	0.15	0.08	0.28	0.16		
<i>Bursera sp.</i>	0.10	0.05	0.32	0.17		
<i>Stenocercus dumortieri</i>	0.22	0.14	0.18	0.08		
<i>Mimosa benthani</i>	0.13	0.04	0.20	0.08		
<i>Pseudobombax ellip.</i>	0.25	0.11	0.05	0.02		
<i>Bursera discolor</i>	0.12	0.04	0.16	0.05		
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	0.15	0.03	0.03	0.01		
<i>Cordia mokolosana</i>	0.11	0.04	0.09	0.02		
<i>Lyailoma tergemina</i>	0.08	0.04	0.08	0.03		
<i>Bursera sp.</i>			0.15	0.07		
<i>Plumeria rubra</i>	0.08	0.02	0.04	0.01		
<i>Psidium guajava</i>			0.12	0.07		
<i>Euphorbia</i>						
<i>schlechtendalii</i>	0.11	0.07				

## Continuación Cuadro 50.....

Especie	Tipo de troza					
	Recta		Curva		Quebrada	
	Vol	Volc	Vol	Volc	Vol	Volc
<i>Acacia cochliacantha</i>	0.07	0.04	0.03	0.01		
<i>Gliciridia sepium</i>	0.06	0.03	0.04	0.01		
<i>Sapium macrocarpum</i>	0.07	0.03	0.03	0.01		
<i>Thevetia ovata</i>	0.08	0.06	0.01			
<i>Randia schinocarpa</i>	0.06	0.02	0.02	0.01		
<i>Acacia bilimekii</i>	0.05	0.02	0.02			
<i>Eygenhattia polystachya</i>			0.07	0.02		
Sapindaceae	0.06	0.02				
<i>Seriana</i> sp.			0.05	0.02		
<i>Celtis caudata</i>	0.03	0.02	0.02			
<i>Byrsonima crassifolia</i>			0.04	0.02		
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.02	0.01	0.02	0.01		
<i>Cochlospermum vitifol.</i>	0.01		0.03	0.01		
<i>Senna skinneri</i>		0.03	0.01			
Rubiaceae	0.03	0.01				
<i>Acacia farnesiana</i>	0.03	0.01				
<i>Acacia pennatula</i>	0.03	0.01				
Leguminosae			0.03	0.01		
<b>Total</b>	<b>29.72</b>	<b>13.14</b>	<b>46.36</b>	<b>21.14</b>	<b>2.19</b>	<b>0.66</b>

## 6.2.3.4.3. Calidad de troza por especie en la UE 13177.

En esta UE, los mayores volúmenes totales y comerciales con calidad de trocería de tipo recto, están determinados en mayor grado por *Conzattia multiflora*, *Jacaratia mexicana*, Fresnoillo e *Iponoea wolcottiana*; las dos primeras especies solamente registraron este tipo de troza, en cambio las dos últimas tienen mayor representación en la calidad de trocería de tipo curvo (Cuadro 51).

Como se indico anteriormente, el Fresnoillo e *Iponoea wolcottiana*, contribuyen con el mayor volumen maderable total y comercial con un tipo de troza curvo, junto con *Amphipterygium adstringens*, *Lysiloma divaricata*, *L. acapulcensis*, *Ceiba*



parvifolia, Vitex mollis, Stemadennia aff. obovata, Tabebuia impectinosa, Bursera longipes, B. lancifolia, Ficus petiolaris y Spondias mombin.

Pocas especies se registraron en esta UE con calidad detroza tipo quebrado, entre las cuales destacan Haematoxylon brassiletto y Wimmeria persicifolia; en menor grado también es importante Heliocarpus therebinthinaceus.

Cuadro 51. Calidad de trocería por especie de la UE 13177 del estado de Morelos.

Especie	Tipo de troza					
	Troza 1		Troza 2		Troza 3	
	Vol	Volc	Vol	Volc	Vol	Volc
<u>Ipomoea wolcottiana</u>	1.32	0.79	8.56	3.12		
<u>Fresnillo</u>	2.95	1.05	5.24	2.20		
<u>Jacaratia mexicana</u>	6.52	2.43				
<u>Lyailoma divaricata</u>	0.95	0.42	3.75	1.54		
<u>Ficus petiolaris</u>	0.61	0.25	3.24	1.67		
<u>Spondias mombin</u>	1.08	0.46	2.67	1.17		
<u>Conzattia multiflora</u>	3.40	1.27				
<u>Bursera longipes</u>	0.95	0.22	1.98	1.70		
<u>Tabebuia impectiginosa</u>			2.80	1.49		
<u>Lyailoma acapulcensis</u>	0.45	0.17	1.65	0.67		
<u>Amphipterygium</u>						
<u>adstringens</u>	0.14	0.09	1.96	0.66		
<u>Bursera lancifolia</u>	0.75	0.23	1.21	0.39		
<u>Ipomoea arborescens</u>	0.60	0.33	1.20	0.65		
<u>Cyrtocarpa procera</u>	0.51	0.32	1.09	0.76		
<u>Ficus cotinifolia</u>	0.30	0.10	1.05	0.43		
<u>Guazuma ulmifolia</u>	0.16	0.07	1.19	0.31		
<u>Bursera arriensis</u>	0.35	0.15	0.97	0.45		
<u>Haematoxylon</u>						
<u>brassiletto</u>					1.30	0.54
<u>Stemadennia aff. obovata</u>			1.30	0.48		
<u>Vitex mollis</u>			1.26	0.42		
<u>Caiba parvifolia</u>			1.17	0.44		
<u>Bursera copallifera</u>	0.40	0.22	0.70	0.48		
<u>Bursera glabrifolia</u>	0.31	0.10	0.74	0.36		
<u>Heliocarpus therebint.</u>	0.02		0.87	0.28	0.13	0.05
<u>Bursera grandifolia</u>	0.60	0.23	0.32	0.12		
<u>Stemadennia bella</u>	0.11	0.04	0.63	0.34		
<u>Especie desconocida</u>	0.20	0.11	0.41	0.21		
<u>Sapotaceae</u>			0.61	0.17		

Continuación Cuadro 51.....

Especie	Tipo de troza					
	Troza 1		Troza 2		Troza 3	
	Vol	Volc	Vol	Volc	Vol	Volc
<i>Wimmeria persicifolia</i>			0.05	0.02	0.56	0.35
<i>Euphorbia</i>						
<i>Schlechtendalii</i>	0.09	0.03	0.50	0.16	0.01	
<i>Bursara fagaroides</i>	0.18	0.08	0.39	0.24		
<i>Conocladia engleriana</i>			0.43	0.25		
<i>Acacia cochliacantha</i>	0.05	0.02	0.24	0.10		
<i>Crescentia alata</i>	0.08	0.04	0.17	0.07		
<i>Bursara bicolor</i>			0.20	0.05		
<i>Cassaria nitida</i>	0.04	0.01	0.10	0.04		
<i>Stenocereus</i> sp.			0.12	0.05		
<i>Mimosa benthani</i>			0.12	0.06		
<i>Eysenhardtia</i>						
<i>polystachya</i>			0.11	0.06		
<i>Randia echinocarpa</i>	0.04	0.02	0.02	0.01	0.04	0.01
<i>Malpighia mexicana</i>	0.02		0.08	0.04		
<i>Acacia pennatula</i>	0.03	0.01	0.03	0.02		
<i>Ptelea trifoliata</i>	0.05	0.02				
<i>Jacquinia aurantiaca</i>			0.05	0.02		
Leguminosae	0.03	0.01				
<i>Acacia farnesiana</i>			0.03	0.01		
<b>Total</b>	<b>24.79</b>	<b>10.19</b>	<b>47.51</b>	<b>19.81</b>	<b>2.04</b>	<b>0.95</b>

6.2.8.4.4. Calidad de trocería por especie en la UE 13547.

Dentro del grupo de especies que contribuyen con mayor volumen total en la calidad de trocería tipo recto, resalta *Neobouxbamia mezcalaensis* con 29 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> lo que equivale al 56 % del volumen total estimado en esta UE; evidentemente el caracter morfológico cilindrico-columnar de esta especie y su relativa abundancia en esta UE, favorece que se alcancen estos valores de volumen total; en contraste *Neobouxbamia mezcalaensis* no contribuye con volumen comercial en ningún tipo de trocería (Cuadro 52).

Otras especies que aportan significativos valores de volumen maderable total y comercial con trocería de tipo recto son algunos representantes del género *Bursera*, como son *Bursera morelensis*, *B. grandifolia*, *B. ariensis*, *B. longipes* y *B. fagaroides*, acompañadas por *Spondias mombin*.

Con calidad de trocería de tipo curvo las especies que contribuyen con mayor volumen total y comercial son: *Cyrtocarpa procera*, *Spondias mombin*, *Caiba parvifolia*, *Bursera grandifolia* y *B. morelensis*.

Solamente una especie se registro con trocería de tipo quebrado: *Haematoxylon brasiletto*, debido a que esta especie generalmente tiene una conformación retorcida en sus fustes y ramas.

Cuadro 52. Volumen total y comercial ( $m^3 ha^{-1}$ ) por calidad de trocería a nivel de especie en la UE 13547.

Especie	Tipo de troza					
	Recta		Curva		Quebrada	
	Vol	Volc	Vol	Volc	Vol	Volc
<i>Neouboukhamia mexcalaensis</i>	29.70					
<i>Bursera morelensis</i>	6.18	2.82	1.87	0.94		
<i>Cyrtocarpa procera</i>			7.11	2.26		
<i>Bursera grandifolia</i>	4.79	1.88	1.25	0.63		
<i>Spondias mombin</i>	1.13	0.46	3.57	1.44		
<i>Bursera ariensis</i>	3.37	1.30	0.57	0.41		
<i>Caiba parvifolia</i>	0.12	0.02	2.09	0.89		
<i>Bursera longipes</i>	1.62	0.61	0.42	0.20		
<i>Winneria persicifolia</i>	0.61	0.28	0.81	0.69		
<i>Bursera fagaroides</i>	1.10	0.50	0.20	0.23		
<i>Bursera lancifolia</i>	0.99	0.20	0.24	0.10		
<i>Bursera aff. discolor</i>	0.43	0.15	0.73	0.31		
<i>Bursera copallifera</i>	0.42	0.23	0.35	0.12		
<i>Bursera submoniliformis</i>			0.68	0.38		
<i>Heliconia</i>						
<i>Cherabinthinaceus</i>	0.03	0.01	0.54	0.23		
<i>Jacaratia mexicana</i>	0.50	0.21	0.06	0.02		

Especie	Tipo de troza					
	Recta		Curva		Quebrada	
	Vol	Volc	Vol	Volc	Vol	Volc
<i>Bursera bicolor</i>	0.30	0.11	0.24	0.06		
<i>Conzattia multiflora</i>	0.41	0.06	0.09	0.02		
<i>Pseudomocionium perniciosum</i>			0.49	0.28		
<i>Bursera bipinnata</i>	0.26	0.14	0.21	0.07		
<i>Lyailoma tergemina</i>	0.10	0.03	0.34	0.11		
<i>Haematoxylon brassiletto</i>					0.35	0.16
<i>Crescentia alata</i>	0.21	0.09	0.10	0.04		
<i>Ipomoea wilcottiana</i>	0.06	0.01	0.24	0.04		
<i>Acacia bilinskii</i>			0.26	0.08		
<i>Ceiba aesculifolia</i>	0.17	0.07	0.08	0.02		
<i>Bursera schlechtendalii</i>	0.14	0.07	0.11	0.05		
Arbol 5 hojas	0.13	0.03	0.12	0.07		
<i>Alvaradoa amorphoides</i>			0.20	0.03		
<i>Lyailoma divaricata</i>	0.09	0.02	0.07	0.02		
<i>Thavetia ovata</i>			0.16	0.05		
<i>Cordia morelosana</i>	0.10	0.04	0.06	0.03		
<i>Bursera grabrifolia</i>	0.08	0.04	0.07	0.03		
<i>Sideroxylon capira</i>	0.05	0.01	0.09	0.03		
<i>Amphiterygium adstrincens</i>			0.11	0.04		
<i>Plumeria rubra</i>	0.07	0.03	0.03	0.01		
<i>Senna skinneri</i>	0.05	0.02	0.02	0.01		
<i>Randia echinocarpa</i>			0.06	0.02		
<i>Tecoma stans</i>			0.04	0.02		
<i>Acacia houghi</i>			0.03	0.01		
<i>Randia aculeata</i>	0.03	0.01				
<b>Total</b>	<b>53.24</b>	<b>9.45</b>	<b>23.71</b>	<b>9.99</b>	<b>0.35</b>	<b>0.16</b>

La calidad de trocería de las especies está influenciada por las características genéticas propias de la especie y por otra parte por la acción del medio ambiente. Es bien conocido el hecho de que la interacción genotipo-ambiente tienen una respuesta final en el fenotipo o morfología de las especies, sin embargo en aspectos de productividad forestal poco se ha explorado esta interacción, aunque existen algunas evidencias de la influencia del ambiente sobre el crecimiento de los árboles a través de los índices de sitio, (Arteaga, 1989) y aún sobre la calidad de la

madera (Wright, 1976).

El argumento anterior se puede corroborar, observando los resultados de la calidad de trocería obtenida para las especies arbóreas de las áreas de estudio:

- a) algunas especies dentro de una misma UE tiene mayor volumen maderable con cierto tipo de troza; en este caso la dominancia de un tipo de troza de cada especie depende en mayor grado de sus características genéticas, ya que por ejemplo, en una misma calidad de estación es frecuente encontrar a *Conzattia multiflora* con un mayor volumen de troza recta y a *Iponosa wolcottiana* con una mayor abundancia de trocería curva.
- b) Algunas especies tienen predominantemente un solo tipo de troza dentro de una misma UE; en este caso, el tipo de troza predominante depende principalmente de las características genéticas de la especie, tal es el caso por ejemplo de *Jacaratia mexicana*, *Neobouxbamia mazcalaensis* y *Haematoxylon brasiletto*; las dos primeras especies con trocería de tipo recto típicamente y la última con trocería de tipo quebrado fundamentalmente; esta característica de su trocería, la presentan bajo distintas condiciones ambientales o UE.
- c) Algunas especies reflejan valores de volumen diferentes por tipo de trocería en diferentes UE; esta condición depende en mayor grado de las características ambientales, ya que cada especie, tiene una respuesta diferente en su calidad de trocería en diferentes ambientes o UE.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, se puede concluir que cada UE tiene una potencialidad maderable particular en cuanto a su calidad de trocería, que depende sustancialmente de las características maderables de origen genético de las especies y de las condiciones ambientales prevaletientes en cada UE.

#### **6.2.8.5. Tablas de Volumen.**

Una tabla de volúmenes es una expresión tabulada del volumen promedio de árboles en pie de varios tamaños (diámetros y alturas), de una o varias especies; los volúmenes pueden ser referidos a volúmenes totales comerciales con y sin corteza; la expresión final ayuda en la estimación de existencias volumétricas de una masa arbolada por unidad de superficie o rodal; lo que constituye parte de la información básica para la definición de los planes de manejo (Spurr, 1952 in Rodríguez Franco, 1990).

Tomando en consideración que no existen tablas de volúmenes a nivel de especie para la selva baja caducifolia de las UE de Morelos, se considero importante generar tablas de volúmenes para las especies más importantes por UE, con la finalidad de contar con estimaciones precisas del volumen arbolado en pie/ha, que indudablemente apoyaran las posibilidades de aprovechamiento y conservación de estas especies.

Para este fin, solamente se obtuvieron tablas de volúmenes para aquellas especies que contaron con más de 30 observaciones, de tal suerte que aquellas especies con poca información de campo no fueron consideradas para estas estimaciones; también se

tomo en cuenta que los valores del coeficiente de determinación fueran altamente significativos.

El modelo utilizado fue el de Schumacher y Hall (1930, citado por Rodríguez Franco, 1990) el cual fue linealizado con la finalidad de homogenizar la varianza de las observaciones y poder ajustarlas a través de regresión lineal simple, mediante mínimos cuadrados; la linealización fue hecha con la aplicación de la transformación logaritmo natural, adoptando este modelo la expresión siguiente:

$$\ln \text{ Vol} = B_0 + B_1 \ln \text{ DN} + B_2 \ln \text{ HT}$$

donde,

$\ln$  = Logaritmo natural (base e).

Vol = Volumen de un árbol individual ( $\text{m}^3$ ).

DN = Diámetro normal (cm).

HT = Altura total (m).

$B_0$ ,  $B_1$ , y  $B_2$  = Coeficientes de regresión.

Los resultados se presentan en volumen total y volumen comercial para las especies más representativas de cada UE (Cuadros del 3A al 41A del Apéndice). Así mismo, los estimadores de regresión y los coeficientes de determinación obtenidos para la elaboración de las tablas de volumen se presentan en el Cuadro 53.

Las tablas de volumen obtenidas se consideran de carácter local, pero considerando el área de influencia de las UE's analizadas se puede decir que pueden ser utilizadas a nivel estatal para las especies estudiadas.

**Cuadro 53.** Valor de los estimadores obtenidos en el modelo estadístico utilizado en la elaboración de las tablas de volumen para algunas especies de las UE estudiadas.

UE	Especie	Estimador				Vol.
		B0	B1	B2	R2	
136107	A. <u>adstringens</u>	-10.30	2.02	1.06	0.89	VT
136107	L. <u>divaricata</u>	-10.50	2.16	1.08	0.87	VT
136107	C. <u>parvifolia</u>	-10.92	1.57	2.03	0.93	VT
136107	E. <u>copallifera</u> ,					
	E. <u>glabrifolia</u>					
136107	y B. <u>bipinnata</u>	-10.74	2.20	0.99	0.87	VT
136107	C. <u>multiflora</u>	- 9.37	2.15	0.48	0.84	VT
136107	I. <u>wolcottiana</u>	-10.18	2.26	0.57	0.87	VT
136107	E. <u>longipes</u> y					
	E. <u>lancifolia</u>	-9.81	1.88	1.06	0.82	VT
136107	E. <u>ariensis</u> y					
	E. <u>fadgeroides</u>	-10.54	2.04	1.18	0.88	VT
136107	W. <u>persicifolia</u>	-11.86	2.27	1.49	0.79	VT
136107	A. <u>adstringens</u>	- 9.44	2.01	0.94	0.99	VC
136107	L. <u>divaricata</u>	- 9.05	1.78	1.07	0.85	VC
136107	C. <u>parvifolia</u>	- 9.32	1.95	0.94	0.98	VC
136107	E. <u>copallifera</u> ,					
	E. <u>glabrifolia</u>					
136107	y B. <u>bipinnata</u>	- 9.06	1.91	0.65	0.85	VC
	C. <u>multiflora</u>	- 9.41	2.03	0.92	0.91	VC
13157	A. <u>adtringens</u>	-10.34	2.29	0.70	0.88	VT
13157	L. <u>acapulcensis</u>	-10.79	2.17	1.66	0.93	VT
13157	L. <u>divaricata</u>	-10.28	2.13	0.82	0.88	VT
13157	C. <u>parvifolia</u>	-11.03	2.04	1.35	0.96	VT
13157	C. <u>aesculifolia</u>	-10.05	1.99	0.91	0.97	VT
13157	E. <u>copallifera</u> ,					
	E. <u>glabrifolia</u>					
13157	y B. <u>bipinnata</u>	- 9.59	2.12	0.52	0.73	VT
13157	C. <u>multiflora</u>	-10.93	1.93	1.49	0.89	VT
13157	I. <u>wolcottiana</u>	-10.15	2.22	0.54	0.84	VT
13157	E. <u>ariensis</u> y					
	E. <u>fadgeroides</u>	-10.16	2.32	0.51	0.92	VT
13157	A. <u>adstringens</u>	- 9.33	1.98	0.94	0.93	VC
13157	L. <u>acapulcensis</u>	- 9.48	2.00	1.00	0.99	VC
13157	L. <u>divaricata</u>	- 9.39	1.97	1.00	0.98	VC
13157	C. <u>parvifolia</u>	- 9.97	2.27	0.66	0.94	VC
13157	C. <u>aesculifolia</u>	- 9.44	1.99	1.01	0.99	VC
13157	E. <u>copallifera</u> ,					
	E. <u>glabrifolia</u>					
13157	y B. <u>bipinnata</u>	- 9.36	1.97	0.97	0.98	V
13157	C. <u>multiflora</u>	- 9.09	1.82	1.10	0.92	VC
13157	I. <u>wolcottiana</u>	- 9.47	2.01	0.98	0.99	VC



Continuacion Cuadro 53.....

UE	Especie	Estimador			R2	Vol.
		B0	B1	B2		
13157	<u>B. ariensis</u> y <u>B. fagaroides</u>	- 9.46	1.99	1.02	0.97	VC
13177	<u>L. divaricata</u>	- 9.64	2.01	1.06	0.99	VT
13177	<u>I. wolcottiana</u>	- 9.53	2.01	1.01	0.99	VT
13177	Fresnillo	- 9.54	2.01	1.02	0.99	VT
13177	<u>L. divaricata</u>	- 9.92	2.08	1.22	0.99	VC
13157	<u>I. wolcottiana</u>	- 9.75	2.06	1.08	0.99	VC
13177	Fresnillo	- 9.82	2.10	1.10	0.99	VC
13547	<u>B. ariensis</u>	- 9.51	1.95	1.10	0.98	VT

Modelo:  $\log \text{vol} = B0 + B1 \log \text{DN} + B2 \log \text{HT}$

VT- volumen total

VC- volumen comercial

En la elaboración de las tablas de volumen, se empleó el criterio de seleccionar a aquellas especies que tuvieran un tamaño de muestra mínimo de 30 árboles y sobre todo que los resultados del modelo aplicado tuvieran un alto coeficiente de determinación.

En relacion con este tamaño de muestra, Chapman (1924 en Caballero, 1972b) sugiere como mínimo 10 árboles por categoría diamétrica y de altura; por su parte Avery y Burkart (1983 en Rodriguez Franco *et al.*, 1990) recomiendan de 30 a 100 árboles como tamaño de muestra mínimo. En base a esta información se deduce que el tamaño de muestra utilizado para fines del presente estudio, es aceptable dentro de los rangos establecidos por dichos autores.

Se considera que una tabla de volumen, debe ser representativa de la población considerada y de las condiciones generadas del sitio forestal (Caballero, 1972); en este sentido, las tablas de volumen generadas para las especies arbóreas dominantes de las UE, se consideran representativas puesto que incluyen a las especies más abundantes y asimismo tienen un área de influencia ecológica aceptable, ya que su extrapolación puede ser altamente confiable a través del modelo de UE, la cual refleja condiciones ecológicas homogéneas.

Las tablas de volumen elaboradas para las principales especies arbóreas de las UE estudiadas, se ubican dentro de las tablas de volumen de entrada múltiple, puesto que involucran a el volumen, diámetro normal y altura del arbolado, son de aplicación local considerando como región de estudio a las UE, no obstante la amplitud y representatividad de las mismas, pueden considerarse también de carácter estatal para la selva baja caducifolia en particular; fueron elaboradas a través de métodos matemáticos, mediante modelos de predicción obtenidos a partir de técnicas de regresión lineal múltiple, mediante el método de mínimos cuadrados.

Este tipo de tablas de entrada múltiple con procedimientos matemáticos, ofrecen mayor precisión que las tablas de volumen de una entrada (las cuales solo involucran la relación diámetro-volumen) o que las tablas de volumen para rodales, estas últimas, calculadas a partir del área basimétrica y la altura media del arbolado (Caballero y Frola, 1976).

Por el tipo de material taxonómico que interviene en la

construcción de una tabla de volúmenes, se clasifican en tablas específicas, cuando se elaboran a nivel de especies y en tablas compuestas, cuando se aplican a varias especies (Romahn de la Vega, et. al., 1987). De acuerdo con esta clasificación, las tablas de volumen obtenidas en este trabajo son tablas específicas, aunque también se elaboro una tabla compuesta para Bursera copallifera y Bursera glabrifolia (copales) en conjunto, tomando en cuenta sus similares coeficientes de regresion obtenidos para cada una de estas especies.

Las tablas de volumen elaboradas por el Inventario Nacional Forestal, generalmente toman en cuenta categorías diamétricas de 5 cm y clases de altura de 5 m para bosques de pino y algunas latifoliadas; sin embargo, no existe un criterio standard para la definición de las clases diamétricas y de altura, la selección de estas, depende del criterio del investigador o de los objetivos del estudio; para fines de este trabajo, se considero conveniente emplear clases diamétricas de 5 cm y clases de altura de 2 m, tomando en cuenta las bajas dimensiones de la mayor parte del arbolado de las UE con selva baja caducifolia.

Los modelos de predicción mayormente utilizados en la elaboración de tablas de volumen, son el modelo aritmetico de la variable combinada y el modelo logarítmico de Schumacher y Hall (Caballero, 1972; Avery y Burkart, 1983. En Rodríguez Franco et.al., 1990). En el presente trabajo, se utilizo el segundo modelo el cual ha tenido amplio uso también en los distintos trabajos del Inventario Nacional Forestal, por su bondad de ajuste a los datos de volúmenes maderables (Caballero, 1972b).

Los resultados obtenidos a través de los análisis de

varianza, indican que el modelo de Schumacher y Hall se ajusta correctamente a los datos de diámetro y altura de las especies consideradas en la elaboración de las tablas de volumen obtenidas en la presente investigación; estos resultados se corroboran por los altos valores de los coeficientes de determinación, por lo cual se puede concluir que este modelo puede ser utilizado con cierta confiabilidad para predecir los volúmenes de las especies arbóreas de las UE con selva baja caducifolia del estado de Morelos.

#### 6.2.8.6. Volumen por condición ambiental.

Con la finalidad de detectar el efecto ambiental sobre el volumen total, se seleccionaron las principales variables fisiográficas registradas en el campo y se dividieron en clases específicas; en cada una de estas clases se ubicaron los sitios de muestreo correspondientes y se obtuvo el promedio de volumen total por cada categoría de cada factor ambiental (Cuadro 54)

Cuadro 54. Relación de algunos factores fisiográficos con el volumen total por UE.

Factor	Unidad Ecológica			
	136107	13157	13177	13547
<b>Posición topográfica</b>				
ladera de cerro	11.50	5.50	3.84	
ladera de loma	5.70	6.79	10.13	5.30
ladera de barranca		8.20	4.18	8.47
<b>Exposición</b>				
norte	12.99	5.98	3.84	
sur	8.63		5.56	3.09
este	4.81	8.03	14.63	5.31
oeste	3.39	6.68	8.32	

Continuación Cuadro 54.....

Factor	Unidad Ecológica			
	136107	13157	13177	13547
noreste	8.03	5.85	7.96	2.07
noroeste	5.90	6.72		
sureste	3.73	5.27		7.79
suroeste	4.64	5.80		6.98
Pendiente (%)				
0-20	18.87	6.41	7.80	1.90
21-40	5.28	6.25	7.60	6.63
41-60	6.84	5.74	19.84	2.07
61-80	4.10	4.04		
> 80	11.68			
Altitud				
900-1000	9.70	2.88		5.47
1001-1100	3.66	6.67	9.31	6.89
1101-1200	3.99	7.18	7.59	
1201-1300	7.46	6.90		
1301-1400	9.04	9.88		
1400-1500		2.54		
> 1500	4.07	5.95		

Según los resultados obtenidos no se encontró una clara evidencia del efecto de las variables fisiográficas sobre el volumen maderable a nivel de unidad ecológica, esto se debe a que existe interacción entre los factores considerados y por lo tanto puede presentarse un enmascaramiento del efecto individual de los mismos; en otras palabras, en las distintas calidades de estación de las UE's algunos factores pueden favorecer el crecimiento de los árboles y por lo tanto del volumen maderable, pero otros factores pueden limitar este crecimiento por lo cual difícilmente se puede detectar una influencia directa de los factores ambientales registrados.

En relación con lo anterior, Rzedowski (1978) opina que los diferentes factores del medio no actúan en forma aislada en la

distribución de las especies, sino que a menudo unas tienen influencia sobre la actividad de otras y no es raro que ejerzan entre sí acciones complementarias o antagónicas.

### 6.2.9. Repoblado.

Otro de los objetivos de esta investigación, fué el conocer el grado de repoblado que tienen las diferentes especies arbóreas en cada UE. Por este motivo, en cada sitio de muestreo se censaron todos los individuos arbóreos menores de 5 cm de diámetro y mayores de 0.5 m de altura en cuadros de 100 m; los datos fueron extrapolados posteriormente a hectárea. De esta forma se pudo conocer cual es el estado del repoblado a nivel de especie arbórea por UE ( Cuadro 55).

Cuadro 55. Repoblación de especies arbóreas por UE en el estado de Morelos.

Especie	136107	13157	13177	13547	Total
<i>Lyviloma tergemina</i>	47	13	3	53	116
<i>Lyviloma divaricata</i>	16	37	45	15	113
<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	8	27	69		104
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	20	26	29		75
<i>Conzattia multiflora</i>	23	36			59
<i>Acacia cochliacantha</i>	29	9	17		55
<i>Haematoxylon brasiliense</i>	6	24	19	2	51
<i>Lyviloma acapulcensis</i>	6	12	23		41
Fresnillo			41		41
<i>Amphipterygium adstringens</i>	12	24	1		37
<i>Bursera copallifera</i>	17	5	2	1	25
<i>Randia schinocarpa</i>	3	6	8		17
<i>Neobucobania mezcalaensis</i>				16	16
<i>Caiba parvifolia</i>	9	3	1	3	16
<i>Ipomoea arborea</i>	3	4	6		13
<i>Bursera glabrifolia</i>	7	4	1		12
<i>Comocladia engeliana</i>	9	2			11
<i>Bursera arizensis</i>	5	3	1	2	11

Continuación Cuadro 65.....

Especie	136107	13157	13177	13547	Total
<i>Thevetia ovata</i>	7	2		1	10
<i>Wimmeria parvicifolia</i>	6	2	1	1	10
<i>Acacia bilimekii</i>	6	1		1	8
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	1	4	3		8
<i>Brahea dulcis</i>	8				8
<i>Bursara bipinnata</i>	6	1		1	8
<i>Plumeria rubra</i>	3	4			7
<i>Senna skinneri</i>	2	4		1	7
<i>Caiba asculifolia</i>	4	3			7
<i>Pseudosmedingium perniciosum</i>	2	4			6
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	5	1			6
<i>Glicicidia sepium</i>	2	2			4
<i>Bursara jagaroides</i>	4				4
<i>Bursara aff. discolor</i>	3			1	4
<i>Jacaratia mexicana</i>			3		3
<i>Heliconia</i>					
<i>theobintheaeus</i>		2	1		3
<i>Bursara morelensis</i>	1			2	3
<i>Erythrina americana</i>	1	1			2
<i>Crescentia alata</i>			1	1	2
<i>Acacia pennatula</i>			2		2
<i>Vitex mollis</i>	1		1		2
<i>Spondias mombin</i>			1	1	2
<i>Guazuma ulmifolia</i>		1	1		2
<i>Bursara longipes</i>	1		1		2
<i>Bursara grandifolia</i>	1			1	2
<i>Sapium macrocarpum</i>	1	1			2
<i>Mimosa benthani</i>	1	1			2
<i>Leucaena aculeata</i>	1				1
<i>Euphorbia fulva</i>	1				1
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	1				1
<i>Bursara lancifolia</i>			1		1
<i>Cyrtocarpa procera</i>				1	1
<i>Pseudobombax ellipticum</i>		1			1
<i>Stemadennis aff. obovata</i>			1		1
Arbol 5 hojas			1		1
<b>Total</b>	<b>289</b>	<b>270</b>	<b>284</b>	<b>104</b>	<b>947</b>

Bajo este criterio de repoblación no se incluyen las plantúlas menores de estas dimensiones, por lo cual se desconoce el grado de reclutamiento a estos niveles; sin embargo los datos proporcionan un indicador del grado de regeneración de las UE y de las especies en particular.

En general las UE 136107 y 13177 son las que presentan el mayor grado de repoblación arbórea con 289 y 284 individuos por hectárea respectivamente, seguidas por la UE 13157 con 270 individuos por hectárea y por la UE 13547 con solamente 110 individuos por hectárea.

Es importante comentar que en las estimaciones del repoblado del INF (1975) para la selva baja caducifolia en Morelos, se obtuvieron valores más altos en relación con las estimaciones obtenidas para la regeneración de esta comunidad forestal en las UE analizadas; ya que en el primer trabajo se registraron en total 1195 y 1237 individuos por hectárea para las zonas centro y sur respectivamente; en cambio en la UE 136107 (correspondiente a la zona centro) y en la UE 13157 (correspondiente a la zona sur) se obtuvieron 289 y 270 individuos por hectárea respectivamente. El INF (1975) no cita las dimensiones del arbolado considerado como repoblado, pero posiblemente se refiere a individuos menores de 15 cm de diámetro; de ser así, este pudo haber ocasionado las diferencias en la estimación de la regeneración entre ambos trabajos.

Las especies con mayor repoblación en general son: Lysiloma tergemina, L. divaricata, Euphorbia schlechtendalii, Ipomoea wolcottiana, Conzattia multiflora, Acacia cochliacantha y Haematoxylon brassiletto; esta última especie y las dos primeras muestran repoblación en las 4 UE.

En la UE 136107 las especies con mayor repoblado son: Lysiloma tergemina, Acacia cochliacantha, Conzattia multiflora, Ipomoea wolcottiana, Bursera copallifera y Lysiloma divaricata; en la UE 13157 son Lysiloma divaricata, Conzattia multiflora,



Euphorbia schlechtendalii, Ipomoea wolcottiana, Haematoxylon brassiletto y Amphipterygium adstringens; en la UE 13177 las especies de mayor repoblación son Euphorbia schlechtendalii, Lysiloma divaricata, Fresnillo, Ipomoea wolcottiana, Lysiloma acapulcensis, Acacia cochliocantha y Haematoxylon brassiletto; finalmente en la UE 13547 las especies con mayor número de individuos en estado de repoblado corresponden a: Lysiloma tergemina, Neobouxbamia mezcalaensis y Lysiloma divaricata.

De acuerdo a estos resultados, se deduce también que los factores limitativos de las UE incluyendo a la competencia y efectos de disturbio así como su rango de amplitud ecológica determina el grado de repoblación de las especies. Sobre este punto, Grime (1982) considera que cada tipo de regeneración se adapta a un rango limitado de condiciones del habitat y el fracaso o el éxito de una planta para regenerarse depende de su amplitud ecológica.

Según las estrategias regenerativas conocidas (Grime 1982), se pueden distinguir tres grupos de especies en las UE estudiadas: a) especies con regeneración vegetativa, b) especies con regeneración por semillas y c) especies con regeneración múltiple (vegetativa y por semilla); dentro de este último grupo de especies se pueden citar a Amphipterygium adstringens y Bursera copallifera quienes tienen regeneración por vía semilla y por brotes vegetativos, incluso los campesinos de la región utilizan estas especies como cercos vivos, ya que según su opinión "pega" cuando se planta en el suelo.

Es evidente que las especies con regeneración múltiple

tienen mayor capacidad regenerativa, aunque en las UE de estudio se ha observado que la regeneración de la mayoría de las especies arbóreas dependen en mayor grado de su producción y dispersión de semillas; en este sentido, el éxito de su establecimiento depende de los factores limitantes, capacidad de repoblación y establecimiento y también del efecto de la predación de que puedan ser objeto.

Por su parte Rzedowski (1978) opina que el disturbio favorece la presencia (y en consecuencia la regeneración) de algunas especies en la selva baja caducifolia; esto pudo observarse también en los trabajos de campo de las áreas de estudio con mayor disturbio, donde se encontraron abundantes individuos en estado de regeneración de Euphorbia schlechtendalii, Ipomoea wolcottiana y Acacia cochliacantha, las dos últimas, según este autor se ven muy favorecidas por el disturbio.

## 7. CONCLUSIONES.

a) La metodología utilizada en base al modelo de unidad ecológica, permitió identificar, inventariar y priorizar las UE existentes en el estado de Morelos; mediante este sistema se reduce significativamente la heterogeneidad ambiental, permitiendo delimitar unidades concretas y homogéneas (UE) en base a criterios ecológicos.

b) De acuerdo a la regionalización ecológica realizada en el estado de Morelos se distinguen 130 unidades ecológicas, de las cuales 79 UE son diferentes entre si. El alto número de UE revela la gran heterogeneidad ambiental que tiene el estado de Morelos.

c) Las UE agrícolas cubren aproximadamente el 45% de la superficie del Estado y el 55% restante está cubierta por UE forestales; dentro de estas últimas, destacan las UE con selva baja caducifolia las cuales ocupan la mayor superficie estatal; sin embargo debido al severo cambio de uso del suelo que ha ocurrido en la última década en las áreas forestales de la entidad, las UE forestales han reducido su superficie significativamente.

d) Existen 22 UE más representativas del estado de Morelos, las que en su conjunto ocupan el 76% de la superficie estatal, de las cuales 9 son UE agrícolas, 8 son UE de selva baja caducifolia y 3 son UE de bosque templado frío.

e) Se registrarón 21 UE con mayor interacción biofísica, estas, las UE de mayor significancia ecológica, las que en su conjunto cubren el 63% de la superficie estatal. De éstas UE, 5 son UE agrícolas, 5 de selva baja caducifolia, 2 de pastizal 8 de bosque templado frío y una de vegetación de páramo de altura.

f) En base a los criterios de representatividad y significancia se definieron 13 UE como las más importantes del estado de Morelos, las cuales en conjunto corresponden al 60% de la superficie estatal. Dentro de este grupo de UE, 5 son UE agrícolas, 4 son de selva baja caducifolia, 2 de pastizal y 2 de bosque templado frío.

g) Las UE estudiadas son las de mayor conservación y superficie con selva baja caducifolia en el estado de Morelos; sin embargo no escapan al fuerte grado de alteración que está sufriendo este ecosistema por cambio de uso del suelo y por otros factores antropogénicos, entre los cuales destacan la tala y el pastoreo en forma combinada. La UE 136107 tienen una distribución de tipo discontinuo por lo cual ocupa mayor distribución estatal; las otras tres UE se distribuyen prácticamente en unidades continuas.

h) De acuerdo a su capacidad de uso del suelo y tomando en cuenta sus características fisiográficas y edáficas, las cuatro UE pertenecen a la clase VII, la cual debe ser destinada para uso forestal y vida silvestre en general; particularmente se recomienda que se establezca algún tipo de reserva ecológica para fines de investigación y conservación de germoplasma en las UE 136107 y 13157.

i) La definición de UE. reduce sensiblemente la intensidad de muestreo, al organizar la heterogeneidad ambiental en áreas discretas y homogéneas (UE), por lo cual constituye una alternativa para minimizar los costos y el esfuerzo del muestreo, permitiendo también una extrapolación confiable de los resultados obtenidos a nivel de unidades ecológicas.

j) En total se registraron 100 especies arbóreas, entre las distintas UE en su conjunto, de las cuales la UE 136107 fue la de mayor diversidad florística. Las familias botánicas con mayor representación de especies en las diferentes UE. corresponden a las familias Leguminosae y Burseraceae; a nivel de género, Bursera sobresalió con 15 especies registradas.

k) La composición arbórea es muy similar florísticamente entre las cuatro UE, sin embargo, difieren entre sí por la dominancia arbórea que tipifica a cada UE, lo cual es consecuencia de las características ambientales presentes en cada unidad ecológica y de los factores ambientales limitantes entre los cuales el sustrato geológico y el suelo destacan en mayor grado.

l) A nivel de UE la estructura diamétrica es similar a la de rodales de edad no uniforme, donde la mayor cantidad de árboles se agrupan en las categorías diamétricas inferiores; a nivel de especie se encontraron tres tipos de distribución diamétrica en las 4 UE; la distribución de "j" invertida, donde se ubican a las especies que tienen buena capacidad de repoblación; la distribución de rodales irregulares o escalonados, donde se ubican las que tienen crecimiento indefinido o bien que tienen

extracción selectiva en alguna clase diamétrica; la distribución de "J", donde se incluyen a las especies con poca capacidad de regeneración.

m) La estructura arbórea en cuanto a diámetros, estratificación vertical y área basal presenta diferencias importantes entre las cuatro UE, por lo cual el manejo silvícola debe enfocarse de manera particular para cada UE, tomando como base su conocimiento estructural.

n) De acuerdo a sus características dasométricas, la mayoría del arbolado de las UE analizadas no se ubica dentro de la categoría de "comercial" según el criterio del Inventario Nacional Forestal, sin embargo existen algunos componentes arbóreos que si llegan a ubicarse dentro de esta categoría.

o) No se encontraron diferencias significativas en cuanto a la productividad forestal entre las UE; el mayor volumen total y comercial se registró en la UE 13157. A nivel de especie se encontró que algunas de ellas tienen mayor volumen maderable en cierta UE en particular y otras solamente aportan volumen maderable en una sola UE. Esta productividad maderable de las especies, depende de su rango de distribución ecológica y de las calidades de estación favorables en las distintas UE.

p) La calidad de trocería es predominantemente de tipo curvo en todas las UE; alrededor del 35 % se presenta trocería de tipo recto y en mucho menor porcentaje trocería de tipo quebrado.

q) la calidad de trocería aportada por cada especie dentro de las distintas UE, depende de las características genéticas y morfológicas de las especies y de las calidades de estación

prevalcientes en cada UE. El conocimiento de la calidad de trocería y su volumen correspondiente a nivel de especie, permitirá definir algunos planes de aprovechamiento para usos maderables específicos.

r) El modelo utilizado para la obtención de tablas de volumen para las especies arbóreas más importantes de cada UE, proporciona alta confiabilidad para el cálculo de las existencias volumétricas de dichas especies, por lo cual puede ser empleado para la generación de tablas de volumen para otras especies de selva baja caducifolia no consideradas en este trabajo.

s) Las UE con mayor grado de conservación mostraron mayor repoblado de especies arbóreas; asimismo varias especies de importancia económica no presentaron indicios de repoblación por lo cual sus poblaciones pueden estar en riesgo de amenaza por efecto de un sobreaprovechamiento.

#### Conclusiones finales.

A) El modelo de unidades ecológicas ofrece una excelente alternativa para estudios de planeación y operación agropecuaria y forestal a un nivel regional, ya que permite una extrapolación confiable de los resultados generados.

B) De acuerdo a su composición, estructura y productividad, cada unidad ecológica tiene una potencialidad forestal específica que depende de la presencia y abundancia de las especies que las conforman, por este motivo cada UE debe tener un aprovechamiento y manejo silvícola específico.

C) La definición de la potencialidad productiva de cada unidad ecológica, contribuirá a optimizar la producción forestal de la selva baja caducifolia de la entidad, evitando su forzamiento ecológico.

IV) El conocimiento generado en este trabajo contribuirá a establecer algunas estrategias de conservación y aprovechamiento mas adecuadas para la selva baja caducifolia de la entidad, la cual ha estado sufriendo un fuerte impacto por cambio de uso del suelo en el estado de Morelos.



## 8. LITERATURA CITADA.

- Abramson, N. 1986. Teoría de la Información y codificación. Paraninfo, S. A. Madrid. 216 pp.
- Aguilar B., S. 1990. Dimensiones ecológicas del estado de Morelos. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias UNAM. 221 pp.
- Aguirre C., O.A. E. M. Zepeda B. 1985. Estimación de índices de sitio para *P. pseudostrobus* Lindl. de la región de Iturbide, N.L. Ciencia Forestal 10 (56): 50-64. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales.
- Aguirre B., C. 1982. Labores silvícolas complementarias al suelo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Técnico No. 93. México, D.F. 44 pp.
- Angeles, E., S. Calderon y Y. González. 1990. Propuesta de zonificación del Parque Nacional "El Tepozteco", Edo. de Morelos. In Resúmenes del XI Congreso Mexicano de Botánica. Soc. Bot. Méx. p. 345.
- Alcocer, J. y J. Ortega. 1981. Marco ecológico y diagnóstico preliminar de la fauna silvestre en el estado de Morelos. Dirección de Fauna Silvestre, SARH. México D.F. 95 pp.
- Areyzaga R., E.M. 1987. Ordenamiento ecológico del municipio Valle de Bravo. in Resúmenes del X Congreso Mexicano de Botánica. Guadalajara, Jal. Soc. Bot. Méx. pp. 125-126.
- Arias A., D.M. 1986. Análisis de la comunidad de semillas del estrato arbóreo en suelos superficiales de selva baja caducifolia. Tesis Profesional. UAEM. Cuernavaca, Mor. 92 pp.
- Arteaga M., B. 1985. Índice de sitio para *Pinus patula* Schl. et Cham. en la región de Chignahuapan- Zacatlán, Pue. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Pograduados, Chapingo, Méx. 181 pp.
- Arteaga M. B. 1989. Evaluación de la productividad de sitios Forestales. División de Ciencias Forestales UACH. Chapingo, Méx. 75 pp.
- Barr, J. A., Goodnight, J. H. y Sall, J.P. 1979. A user's guide to the statistical analysis system. SAS Institute. Raleigh, North Carolina, USA.
- Basurto, O.G., J.R. Ramirez V. y D.J. Palma L. 1984. Levantamiento fisiográfico en el norte de Chiapas. Terra 1:4-9. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo.

- Blanco, M. y P. Castañeda. 1983. La distribución de dos especies de Cactáceas columnares en el Cañón del Zopilote, Gro. Universidad Autónoma de Guerrero. Serie Técnico Científica No. 6.
- Born, J. D. and D.C. Chojnacky. 1985. Woodland tree volume estimation: a visual segmentation technique. Intermountain Research Station, Ogden. Research Paper INT-344. Forest Service, USDA. 16 pp.
- Boyás, A. J. J. y M. Casas A. 1990. Análisis de Correlación Ecológica. Programa JICUADRA. (Inédito).
- Boyás D., J.C. y B. Ruiz A. 1985. Notas botánicas de la Isla María Magdalena, Nay. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Bol. Técnico No. 133. México, D.F.
- Boyás D., J.C., F. Solares A., J. Javelly G., M. Linares S., M. Cervantes S., I. Naufal T., R.M. Soto E. y L. Sandoval C. 1988. Diagnóstico forestal del estado de Morelos. CIFAP Morelos. INIFAP-SARH. (Informe Técnico).
- Boyás D., J.C., F. Solares A., J. Javelly G., M. Linares S., M. Cervantes S., I. Naufal T., R.M. Soto E. y L. Sandoval C. 1989. Aprovechamiento tradicional del recurso forestal y su comercialización en el estado de Morelos. Congreso Forestal Mexicano 1989. Vol. 2: 647-662.
- Boyás D., J.C., F. Solares A. y M. Cervantes S. 1990. Aprovechamiento tradicional de la selva baja caducifolia en el estado de Morelos. CIFAP Morelos. INIFAP-SARH. (Inédito).
- Braun-Blanquet, J. 1965. Plant sociology: The study of plant communities. Hafner, London. 439 pp.
- Caballero D., M. 1972a. Orientaciones generales para la estimación del área basimétrica media por hectárea. Dirección General del Inventario Nacional Forestal. SFF-SAG. Nota Informativa No. 10. México, D.F. 10 pp.
- Caballero D., M. 1972b. Tablas y tarifas de volumen. Dir. Gral. del Inventario Nacional Forestal SFF-SAG. Nota Informativa No. 7. México. 55 pp.
- Caballero D., M. 1973. Estadística práctica para dasónomos. Dirección General del Inventario Nacional Forestal, SFF-SAG. Publicación No. 26. México, D.F. 195 pp.
- Caballero D.M., D. García A. y S. Frola P. 1973. Tablas numéricas para cubicación de trozas. Dir. Gral. del Inventario Nacional Forestal. Nota Inf. No. 23. SFF-SAG. México. 15 pp.

- Caballero D.M. y S. Froila F. 1976. Analisis de un caso práctico relativo a la elaboración de tablas de volumen de aplicación directa de rodales. Dirección General del Inventario Nacional Forestal Publ. No. 35. SFF-SAG. México. 53 pp.
- Carabias, J., J. Caballero y C. Toledo. 1987. Aprovechamiento y manejo de los recursos naturales en la región de la montaña de Guerrero. In Resúmenes de X Congreso Mexicano de Botánica. Guadalajara, Jal. Soc. Bot. Méx.
- Carmean, W. H. 1975. Forest Site Quality Evaluation in the United States. Advances in Agronomy. 27:209-269.
- Castaños, M.L.J. 1962 Evaluación de la calidad de estación de Pinus patula en el norte de Oaxaca. INIF. Bol. Téc. No. 2 32 pp.
- Castillejos, C., R. Ramirez, E. Angeles L. Aguilera, M. Agonizante y G. Villalobos. 1990. La diversidad ambiental en el estado de Tlaxcala. In Resúmenes del XI Congreso Mexicano de Botánica. Soc. Bot. Méx. p. 342.
- Chávez H., M. y M. 1984. Principales interacciones entre los suelos forestales y las coníferas del Cerro de la Cruz, Mich. Tesis licenciatura. UNAM. Facultad de Ciencias. México. D.F. 100 pp.
- COTECOCA. 1979. Determinación regional de los coeficientes de agostadero en los estados de México, Morelos y Distrito Federal. Subsecretaría de Ganadería, SARH. 155 pp.
- Cox Z., F. 1982. Indices de productividad en la evaluación de la calidad del sitio. In Evaluación de la productividad de sitios forestales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. pp. 7-27.
- Daniel, P. W., W. E. Helms and F. S. Baker. 1982. Principios de Silvicultura. 2a Ed. Mc. Graw Hill Co. Inc. USA. 492 pp.
- Daubenmire, R. F. 1968. Plant communities: a textbook of plant synecology. Harper and Row. New York. 300 pp.
- Diaz B., V., M.E. Schoelly y J.C. Boyás D. 1990. Etiología de las principales enfermedades de cinco constituyentes arbóreos de la selva baja caducifolia de Morelos. CIFAP Morelos. INIFAP-SARH. (Informe Técnico).
- Dirzo M. R. 1974. Mapa de vegetación de la Cuenca del rio Cutzamala. Estado de México, Michoacan y Guerrero (México). Tesis Profesional. Escuela de Ciencias Biológicas. UAEM. Cuernavaca, Morelos.

- Dorado R., O. R. 1983. La subfamilia Mimosoideae (familia Leguminosae) en el estado de Morelos. Tesis Profesional. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos. 190 pp.
- Espinosa C., J. 1962. Vegetación de una corriente de lava de formación reciente, localizada en el declive meridional de la Sierra del Chichinautzin. Bol. Soc. Bot. Méx. 27: 67-126.
- Florez Mata, G., J. Jimenez L., X. Madrigal S., F. Moncayo R. y F. Takaki T. 1971. Tipos de vegetación de la Republica Mexicana Dir. de Agrología, SRH. México. 57 pp.
- Freese, F. 1962. Elementary Forest Sampling. U.S. Dept. Agr. Agr. Handbook 232. 91 pp. E.U.A.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de Geografía. UNAM. México.
- García, P.G. 1987. Ordenamiento ecológico de territorio. In Resúmenes del X Congreso Mexicano de Botánica. Guadalajara. Jal. Soc. Bot. Méx. 125-126.
- García C., J., P. Saldafia F., R. Huerta D. y A. Lerdo de Tejada B. 1991. Ordenamiento ecológico de la Subcuenca del Río Yautepec, Mor. Coordinación de Tecnología Hidráulica Comisión Nacional del Agua. (Informe).
- Godron, M. 1968. Quelques applications de la notion de fréquence en ecologie vegetale. Oecol. Plant. 3:185-212. Gauthier-Villars, Montpellier, France.
- Godron, M. 1981. Apuntes del curso de ecología forestal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, SARH. (Inédito)
- Godron, M. S. F. Quelques reflexions sur les modeles ecologiques applicables a l'aménagement du territoire. CEPE, Montpellier, France. (Inédito).
- Godron, M. 1976. Les échantillonnages phytoecologiques. Delegation Generale a la Reserche Scientifique et Technique. Note No.8 Montpeller, France. 23 pp.
- Godron, M., G. Grandjouan, A. Heulme, E. Le Floc'h, J. Poissonet et J.P. Jacquant. 1964. Notice detaillee de l' Carte Phytoecologique et carte de l' occupation des terres de Sologne. CEPE, Montpellier, France. 192 pp.
- Godron, M., P. Daget, L. Emberger, G. Long, E. Le Floc'h, J. Poissonet, Ch. Sauvage et J.P. Jacquant. 1969 a. Vade mecum pour le releve methodique de la vegetation et du milieu. Centre D'Etudes Phytosociologique et Ecologiques, Montpellier, France. 169 pp.

- Godron, M. J. L. Guillerm et F. Romanne. 1969 b. Sur L'interpretation des matrices de coefficients de correlation en Phytosociologie. *Oecol. Plant.* 4:15-26. Gauthier-Villars, France.
- Godron, M. et J. Poissonet. 1972. Quatre themes complementaries pour la cartographie de la vegetation et du milieu. *Bulletin de la Societe Languedocienne de Geographie.* 6(3):329-356.
- Gómez Pompa, A. y J.M.L. Cázares. 1970. Mapas de vegetación en zonas cálido-húmedas y su importancia. Instituto Nacional Investigaciones Forestales. Publicacion Especial 5:49-123. México, D.F.
- Gómez T., A. F. 1985. Levantamiento de suelos del Campo Experimental Forestal Barranca de Cupatitzio y sus relaciones con la vegetacion de coníferas. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. 135 pp.
- González M., F. y F. Chiang C. 1984. Excursión botánica de México a Oaxaca. In *Guías de excursiones botánicas en México VII.* Soc. Bot. Méx. pp. 11-39.
- Greig-Smith, P. 1964. *Quantitative plant ecology.* 2nd. Ed. Butterworths, London. 256 pp.
- Grime, J. p. 1982. Estrategias de adaptación de las plantas. Ed. Limusa. México. 291 pp.
- Guevara F.F., J. Rzedowski y S. Zamudio R. 1981. Excursión a la Tierra Caliente de Michoacán. In *Guías botánicas de excursiones en México V.* VIII Congreso Mexicano de Botánica. Morelia, Mich. pp. 19-32.
- Guillerm, J. L. 1971. Calcul de L'information fournie par un profil ecologique et valeur indicatrice des especes. *Oecol. Plant.* 6:209-225. Gauthier-Villars, France.
- Guillerm, J.L. 1976. *Traitment de L'information Phytoecologique.* Institute de Botanique, Universite des Sciences. et Techniques du Languedoc, Montpellier, France.
- Hagglund, B. 1981. Evaluation of Forest Site Productivity. *Forestry Abs.* 42(11): 515-527.
- Hernández S., R. y J. Sánchez C. 1973. Guia para la descripción y muestreo de áreas forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Divulgativo No. 32. México, D.F. 87 pp.
- Herrera H., B. 1984. Notas preliminares del curso de fotointerpretación. División de Ciencias Forestales. UACH.

- I.N.F. 1975. Inventario Forestal del estado de Morelos: Dir. Gral. del Inventario Nacional Forestal. Publ. No. 32. México D.F. 41 pp.
- I.N.F. 1979. Instructivo de campo para medicion y remedicion en inventarios forestales continuos. Dir. Gral. del Inv. Ftal. SFF-SARH. Información Técnica 1(2):11-74. México.
- Jones, J.R. 1969. Review and comparison of site evaluation methods. USA. Forest Service. Rocky Mountain Forest and Range Exp. Stn Research Paper RM-51. 27 pp.
- Kershaw, K. A. 1973. Quantitative and dinamic plant ecology. Edward Arnold Publishing Co. Ltd. London. 2d. Ed. 183 pp.
- Klepac, D. 1976. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. UACH, Chapingo, Mex. 365 pp.
- Klinbehiel., A.A. and P.H. Montgomery. 1961. Land capability clasification. Agriculture Handbook No. 210. Soil Cons. Serv. USDA. Washington, D.C.
- Lott, E.M. 1985. Listados florísticos en México. III. La Estación de Biología Chamela, Jal. Instituto de Biología, UNAM, México, D.F.
- Lott, E.J., S.H. Bullock y J.A. Solis M. 1987. Floristic diversity and structure of upland and arroyo forests of coastal Jalisco. Biotropica 19 (3): 228-235.
- Luna, L., L. Ma. y M. A. Bastida S. 1987. Ordenamiento ecológico del municipio de Cuernavaca. IV Encuentro sobre Recursos Naturales. UAEM.
- Maldonado, R., F. 1983. Indice de sitio, una metodologia para determinar la capacidad productiva de los suelos forestales. In Resúmenes XVI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca No. 23. Oaxaca, Oaxaca. p. 88
- Marten, G., G. y L.A. Sancholuz. 1981. planeación ecológica del uso de la tierra y evaluacion de la capacidad de sustentacion de la región Xalapa. INIREB. Biotica 6(2): 123-153.
- Mas P., J. 1970. Instructivo para realizar análisis troncales. Bol. Div. Inst. Nal. Invest. For. No. 23. México. 10 p.
- Mateucci D., S. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Programa Regional de Desarrollo Cientifico y Tecnológico, OEA. Monografía No. 22. Serie Biología. Washington, D.C. 168 pp.

- Mendez R., I. 1976. Conceptos muy elementales del muestreo con énfasis en la determinación práctica del tamaño de muestra. Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM. Comunicaciones Técnicas 3 (25):1-55. México.
- Meza A., L. 1990. Algunas consideraciones mesoclimáticas y de vegetación para el estado de Guerrero, México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.. 99 pp.
- Miranda, F. 1941. Estudios sobre la vegetación de México. I. La vegetación de los cerros al sur de la Meseta de Anáhuac: El cuaajotal. An Inst. Biol. Mex. 13:417-450.
- Miranda, F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México. V. Rasgos de la vegetación en la Cuenca del Rio de las Balsas. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 8: 95-114.
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Tipos de vegetación de México Bol. Soc. Méx. 28: 29-179.
- Moncayo R., F., F. Estrada E. y C. Perez R. 1970. Manual para uso de fotografías aéreas en Dasonomía. Dir. Gral. Inv. Nal. Ftal., SFF-SAG. Publicación No. 16. México, D.F. 120 pp.
- Monroy M., R., P. Castillo E. y G. Soria R. 1985. Algunas características de los suelos de la selva baja caducifolia en el estado de Morelos. Expresión Universitaria 9: 4-8. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Monroy M., R. y P. Castillo E. 1984. Distribución espacial del estrato arbóreo en la selva baja caducifolia del estado de Morelos. In Resúmenes del 1X Congreso Mexicano de Botánica. Soc. Bot. Méx. pp. 162-163. México, D.F.
- Montalvo P., A.M. 1992. La investigación en Ciencias Naturales en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Universidad: Ciencia y Tecnología 2 (2): 3-12. UAEM.
- Muller-Dombois and H. Ellenber. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Wiley Int. Edition. U.S.A. 547 pp.
- Orantes, G.R. y M.A. Musalem S. 1982. Determinación de calidad de estación de Pinus hartwegii en Zoquiapan, Mex. INIF. Ciencia Forestal 7(35): 3-22.
- Ortiz, H., Ma. L., E. Sanchez y G. Soria R. 1983. Estudio florístico ecológico del sistema terrestre I (Zempoala) del estado de Morelos. II Encuentro Estatal sobre recursos naturales UAEM.
- Ortiz-Solorio, C.A. y H. Cuanalo de la C. 1977. Levantamiento fisiográfico del área de influencia de Chapingo. Colegio de Postgraduados, Rama de Suelos. E.N.A. Chapingo, Méx. 83 pp.

- Ortiz-Solorio, C.A. y H. Cuanalo de la C. 1984. Metodología del levantamiento fisiográfico. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Mex. 86 pp.
- Ortiz V., B. y C.A. Ortiz-Solorio. 1980. Edafología. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 231 pp.
- Passini M.F. 1982. Les forets de Pinus cembroides au Mexique. Mission Archeologique et Etudes Mesoamericaines 2 (5): 47-128. Paris.
- Pennington, T.D. y J. Sarukhán. 1968. Manual para la identificación de los principales árboles tropicales de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y FAO. México, D.F. pp. 3-46.
- Peña O., B. 1974. Evaluación del levantamiento fisiográfico de la región sur-oriente del Valle de México cuando se usa como base para desarrollar recomendaciones de productividad. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados, Chapingo, Méx.
- Perez Jiménez, L. A. y J. Sarukhán K. 1970. La vegetación de la región de Pichucalco, Chis. Instituto nacional de Investigaciones Forestales. Publicacion especial 5: 49-123. México.
- Pérez Jimenez, L.A., A. Flores C. y G. Soria R. 1992. Clave para familias de plantas con flores de la Sierra de Huautla, Mor. Universidad Autónoma del estado de Morelos. Universidad Ciencia y Tecnología 2 (2): 25-50. UAEM.
- Ponce, H., R. y H Cuanalo de la C. 1977. la regionalización del ambiente basado en la fisiografía y su utilidad en la producción agropecuaria. Agroecosistemas de México. Colegio de Posgraduados, Chapingo, Méx. pp. 41-70.
- Ponce H., R. y H. Cuanalo de la C. 1977. Regionalización del ambiente basado en la fisiografía y su utilidad en la producción agropecuaria. In Agroecosistemas de México. Colegio de Posgraduados, Chapingo, Mex. pp.41-69.
- Ponce H., R. y H Cuanalo de la C. 1981. Agrohabitat y agroecosistema. Centro de Edafología. Colegio de Posgraduados. Chapingo, Mex.
- Puig, H. 1970. Notas acerca de la flora y la vegetación de la Sierra de Tamaulipas. An. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas de México. 17: 37- 49.
- Ralston, Ch. W. 1964. Evaluation of Forest. Site Productivity. Int. Rev. Forest. Research. 1:171-201.
- Ramirez C., D. 1949. Notas generales sobre la vegetación de la Sierra de Tepoztlán, Morelos. An. Inst. Biol. Univ. Méx. 20 (1-2): 189-228.



- Rendón S., G. y V. González R. 1989. Tamaño de muestra: una alternativa para su determinación con extensión a estudios con propósitos múltiples. Centro de Estadística y Cálculo. Comunicaciones en Estadística y Computo 8(5): 7-23. Colegio de Posgraduados. Chapingo, Mex.
- Reyes C., R. y J. C. Boyás D. 1983. Diagnóstico ecológico del aprovechamiento de los suelos forestales en la comunidad de Huitzilac, Mor. Instituto nacional de Investigaciones Forestales. (Inédito).
- Rodriguez F., R. 1982. Determinación de la calidad de estación de *Pinus montezumae* a través de análisis troncales en el C.E.F. "San Juan Tetla". Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Chapingo, Mex. 134 pp.
- Rodriguez F., C. y C.A. Ortiz-Solorio. 1982. Levantamiento de suelos del C.E.F. "San Juan Tetla" INIF. Ciencia Forestal. 7(40): 3-24.
- Rodriguez F., C., G. Vera C., A. Cano P. y L.M. Torres E. 1990. Caracterización de estructuras arboladas de dos predios en la Sierra de Arteaga, Coahuila. CIFAP Coahuila Informa. Vol. 4. INIFAP-SARH.
- Romahn de la Vega, C. F., H. Ramirez M. y J.C. Trevino G. 1987. Dendrometría. División de Ciencias Forestales. Serie de Apoyo Académico. No. 26. UACH. Chapingo, Méx. 387 pp.
- Rzedowski, 1966. Vegetación del estado de San Luis Potosí. Acta Científica Potosina 5: 5 292.
- Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. Ed. Limusa. México D.F. 432 pp.
- Rzedowski, J. 1979. Los bosques secos y semihúmedos de México con afinidades neotropicales. In Tópicos de ecología contemporánea. Fondo de Cultura Económica. México. pp. 37-46.
- Rzedowski, J. y R. McVaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. Contributions from the University of Michigan Herbarium 9 (1): 1-123. University of Michigan.
- Salazar M., J. y C.A. Ortiz-Solorio. 1987. Evaluación de los usos de la tierra en el estado de Tabasco. México. In Resúmenes del XX Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Zacatecas, Zac. 24 pp.
- Sánchez M., V. y T. Wendt. 1990. Análisis estructural de una selva alta perennifolia en la zona de Uxpanapa, Oax. In Resúmenes del XI Congreso Mexicano de Botánica. p. 187. Oaxtepec, Morelos. México.

- Sánchez H., C. y M.L. Romero A. 1992. Mastofauna silvestre del Ejido El Limón, municipio de Tepalcingo, Mor. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Universidad Ciencia y Tecnología 2 (2): 87-96.
- Sancholuz A., L., G.G. Marten y M. G. Zola B. 1981. Tipos de tierra para la planeación ecológica del uso de la tierra. INIREB. Biotica 6(2): 155-171.
- SARH. 1985. Inventario forestal del estado de Oaxaca. Publicación especial No. 58. México, D.F. 157 pp.
- SARH. 1991. Inventario Forestal de Gran Visión del estado de Morelos. SFF-SARH. 15 pp. Con un mapa forestal.
- SEDUE. s. f. El ordenamiento ecológico del territorio. Dir. Gral. de Ord. e Imp. Amb. Subsecretaría de Ecología. SEDUE.
- Soberanes C. N.E. y J.C. Boyás D. 1990. Ecología y abundancia del cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*) en el estado de Morelos. CIFAP Morelos. INIFAP-SARH. (Informe Técnico).
- Soria R., G. 1978. Contribución al conocimiento de la flora del "Cañón de lobos", Morelos. Tesis Profesional. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Mor. 206 pp.
- Soria R., J. y C.A. Ortiz-Solorio. 1987. Levantamiento fisiográfico en el estado de Querétaro. In Resúmenes del XX Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Zacatecas, Zac. 28 pp.
- SPP. 1981. Síntesis geográfica de Morelos. Coordinación General de los servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática, Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D.F. 110 pp. (con un anexo cartográfico).
- Spurr, S. H. y Barnes, B. V. 1982. Ecología Forestal. Trad. Carlos Luis Raigorodsky Z. AGT editor. México. 690 p.
- Tellez V., O., R. Grether y T. Chehaibar. 1984. Excursión botánica a los estados de Guerrero y Michoacán. In Guías de excursiones botánicas en México. VI Congreso Mexicano de Botánica. Soc. Bot. Méx. México, D.F. pp. 11-77.
- Toledo, C. 1982. El género *Bursera* (Burseraceae) en el estado de Guerrero, México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Toledo, C. 1984. Levantamiento ecológico del ejido Amapilca en la región de la montaña, Guerrero, México. In Resúmenes del IX Congreso Mexicano de Botánica. Soc. Bot. Méx. 173-174 pp.
- Toledo, V. M. y N. Barrera-Bassols. 1984. Ecología y desarrollo rural en Patzcuaro. Instituto de Biología, UNAM. 224 pp.

- Toledo, V. M., J. Carabias, C. Toledo y C. Gonzalez-Pacheco. 1989. La producción rural en México: Alternativas ecológicas. Ed. Fundación Universo Veintiuno.
- Toledo, C., J.L. Contreras, J. Jimenez, M.C. Rojas y G. Urban. - 1990. Programa de aprovechamiento integral de recursos naturales. In Resúmenes del XI Congreso Mexicano de Botánica. Soc. Mex. p. 346.
- Vázquez S., J. 1974. Contribución al estudio de las plantas del estado de Morelos (México). Catalogo de las plantas contenidas en el "Herbario L'A magatal". Ciencia 29 (1-138. México, D.F.
- Vela G., L. y J.C. Boyás D. 1986. Estudio ecológico-forestal del Nevado de Toluca. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. ( Inédito).
- Vela G., L. y J. C. Boyás D. 1984. La tipología ecológica como base de la planeación agropecuaria y forestal. INIF. Ciencia Forestal. 9(47): 3-20.
- Vivo , J.A. 1958. Geografía de México. Fondo de Cultura Económica México. 338 pp.
- Whittaker, R.H. 1970. Communities and ecosystems. MacMillan Co., Collier-MacMillan Ltd., London. 162 pp.
- Write, J. 1976. Introduction to forest genetics. Academic Press. New York. 463 pp.

**9. A P E N D I C E**

Cuadro 1A. Unidades ecológicas del estado de Morelos.

UNIDAD ECOLÓGICA (CLAVE)	NUM. DE UNID.	SUPERF. ESTATAL (HA)	PORCENT. ESTATAL	DESCRIP. DE LA UNIDAD ECOLÓGICA (CLIM-FISIO-GEOL-SUE-USO A)
5.3.1.7.1	1	813	0.16	Frio subhúmedo-sierra-igneaeextrusiva ácida-litosol-pino
5.3.1.7.9	1	312	0.06	Frio subhúmedo-sierra-igneaeextrusiva ácida-litosol-páramo
4.3.2.1.1	3	2500	0.50	Semifrio subhúmedo-sierra-igneaeextrusiva básica-ando_sol-pino
4.3.2.1.10	1	1562	0.31	Semifrio subhúmedo-sierra-igneaeextrusiva básica-ando_sol-agricultura
4.3.2.7.2	1	750	0.15	Semifrio subhúmedo-sierra-igneaeextrusiva básica-lito_sol-pino/oyamel
4.3.2.7.4	1	1625	0.32	Semifrio subhúmedo-sierra-igneaeextrusiva básica-lito_sol-oyamel
4.3.2.7.8	1	1062	0.21	Semifrio subhúmedo-sierra-igneaeextrusiva básica-lito_sol-pastizal
3.1.2.1.10	2	10813	2.18	Templado subhúmedo-lomerio-igneaeextrusiva básica-ando_sol-agricultura
3.1.2.7.10	1	938	0.18	Templado subhúmedo-lomerio-igneaeextrusiva básica-lito_sol-agricultura
3.1.2.9.10	1	4375	0.88	Templado subhúmedo-lomerio-igneaeextrusiva básica-rego_sol-agricultura
3.3.1.1.6	1	2313	0.46	Templado subhúmedo-sierra-igneaeextrusiva ácida-ando_sol-bosque mesófilo
3.3.2.1.3	3	10625	2.14	Templado subhúmedo-sierra-igneaeextrusiva básica-ando_sol-pino/encino
3.3.2.1.6	2	5875	1.18	Templado subhúmedo-sierra-igneaeextrusiva básica-ando_sol-bosque mesófilo
3.3.2.1.10	3	6500	1.31	Templado subhúmedo-sierra-igneaeextrusiva básica-ando_sol-agricultura
3.3.2.7.1	1	2375	0.48	Templado subhúmedo-sierra-igneaeextrusiva básica-lito_sol-pino
3.3.2.7.3	2	3500	0.70	Templado subhúmedo-sierra-igneaeextrusiva básica-lito_sol-pino/encino

Continuación Cuadro 1A.

UNIDAD ECOLOGICA (CLAVE)	NUM. DE UNID.	SUPERF. ESTATAL (HA)	PORCENT. ESTATAL	DESCRIP. DE LA UNIDAD ECOLOGICA (CLIM-FISIO-GEOL-SUE-USO.A)
3.3.2.7.5	1	1437	0.29	Templado subhúmedo-sierra- igneaeextrusiva básica-lito_ sol-encino
2.1.2.1.10	1	13750	2.77	Semicálido subhúmedo-lomerio igneaeextrusiva básica-ando_ sol-agricultura
2.1.2.5.7	1	1938	0.39	Semicálido subhúmedo-lomerio igneaeextrusiva básica-feo_ zem-selva baja caducifolia
2.1.2.5.10	1	3375	0.68	Semicálido subhúmedo-lomerio igneaeextrusiva básica-feo_ zem-agricultura
2.1.2.7.7	1	3125	0.63	Semicálido subhúmedo-lomerio igneaeextrusiva básica-lito_ sol-selva baja caducifolia
2.1.2.9.7	1	1000	0.20	Semicálido subhúmedo-lomerio igneaeextrusiva básica-rego_ sol-selva baja caducifolia
2.1.2.11.7	1	5312	1.07	Semicálido subhúmedo-lomerio igneaeextrusiva básica-ver_ tisol-selva baja caducifolia
2.1.4.2.8	1	2062	0.41	Semicálido subhúmedo-lomerio arenisca/conglomerado-acri_ sol-pastizal
2.1.4.2.10	1	3625	0.73	Semicálido subhúmedo-lomerio arenisca/conglomerado-acri_ sol-agricultura
2.1.4.5.8	1	2813	0.57	Semicálido subhúmedo-lomerio arenisca/conglomerado-feo_ zem-pastizal
2.2.1.3.7	1	2187	0.44	Semicálido subhúmedo-plani_ cie-igneaeextrusiva ácida- cambisol-selva baja caduci_ folia
2.2.2.5.10	1	2625	0.53	Semicálido subhúmedo-plani_ cie-igneaeextrusiva básica- feozem-agricultura
2.2.2.9.8	1	7188	1.45	Semicálido subhúmedo-plani_ cie-igneaeextrusiva básica- regosol-pastizal
2.2.2.9.10	1	6563	1.32	Semicálido subhúmedo-plani_ cie-igneaeextrusiva básica- regosol agricultura
2.2.2.11.8	1	2750	0.55	Semicálido subhúmedo-planicie igneaeextrusiva básica-verti sol-pastizal

Continuación Cuadro 1A.

UNIDAD ECOLOGICA (CLAVE)	NUM. DE UNID.	SUPERF. ESTATAL (HA)	PORCENT. ESTATAL	DESCRIP. DE LA UNIDAD ECOLOGICA (CLIM-FISIO-GEOL-SUE-USO.A)
2.2.3.9.10	1	4000	0.80	Semicálido subhúmedo-planicie aluvión-regosol-agricultura
2.3.1.5.5	3	4312	0.87	Semicálido subhúmedo-sierra- igneaeextrusiva ácida-feozem- encinar
2.3.1.5.8	1	6562	1.32	Semicálido subhúmedo-sierra- igneaeextrusiva ácida-feozem- pastizal
2.3.1.8.5	1	1063	0.21	Semicálido subhúmedo-sierra- igneaeextrusiva ácida-luvisol encinar
2.3.2.5.3	1	687	0.13	Semicálido subhúmedo-sierra- igneaeextrusiva básica-feozem pino/encino
2.1.2.9.10	1	3813	0.77	Semicálido subhúmedo-lomerio- igneaeextrusiva básica-rego- sol-agricultura
1.1.2.11.10	1	2000	0.40	Cálido subhúmedo-lomerio-ig- nea extrusiva básica-verti- sol-agricultura
1.1.4.4.7	1	1500	0.30	Cálido subhúmedo-lomerio- arenisca/conglomerado-kas- taozem-selva baja caduci- folia
1.1.4.5.10	1	688	0.14	Cálido subhúmedo-lomerio- arenisca/conglomerado-feo- zem-agricultura
1.1.6.7.7	1	3437	0.69	Cálido subhúmedo-lomerio- caliza-litosol-selva baja- caducifolia
1.2.1.3.7	1	1187	0.24	Cálido subhúmedo-planicie- igneaeextrusiva ácida- cambisol-selva baja cadu- cifolia
1.2.1.3.10	1	438	0.09	Cálido subhúmedo-planicie- igneaeextrusiva ácida- cambisol-agricultura
1.2.1.5.8	1	3375	0.68	Cálido subhúmedo-planicie- igneaeextrusiva ácida- feozem-pastizal
1.2.1.5.10	1	3125	0.63	Cálido subhúmedo-planicie- igneaeextrusiva ácida- feozem-agricultura
1.2.2.5.8	1	1250	0.25	Cálido subhúmedo-planicie- igneaeextrusiva básica- feozem-pastizal
1.2.2.5.10	1	2250	0.45	Cálido subhúmedo-planicie- igneaeextrusiva básica

## Continuación Cuadro 1A.

UNIDAD ECOLÓGICA (CLAVE)	NUM. DE UNID.	SUPERF. ESTATAL (HA)	PORCENT. ESTATAL	DESCRIP. DE LA UNIDAD ECOLÓGICA (CLIM-FISIO-GEOL-SUE-USO.A)
1.2.2.7.7	1	6063	1.22	feozem-agricultura Cálido subhúmedo-planicie-igneaeextrusiva básica-litosol-selva baja caducifolia
1.2.2.11.8	1	1562	0.31	Cálido subhúmedo-planicie-igneaeextrusiva básica-vertisol-pastizal
1.2.2.11.10	1	13312	2.69	Cálido subhúmedo-planicie-igneaeextrusiva básica-vertisol-agricultura
1.2.3.9.10	3	13126	2.65	Cálido subhúmedo-planicie-aluvión-regosol-agricultura
1.2.3.11.10	5	68812	13.89	Cálido subhúmedo-planicie-aluvión-vertisol-agricultura
1.2.4.3.10	1	3125	0.63	Cálido subhúmedo-planicie-arenisca/conglomerado-cambisol-agricultura
1.2.4.4.10	1	1437	0.29	Cálido subhúmedo-planicie-arenisca/conglomerado-kastafozem-agricultura
1.2.4.5.10	3	25875	5.22	Cálido subhúmedo-planicie-arenisca/conglomerado-feozem-agricultura
1.2.4.6.10	3	1063	0.21	Cálido subhúmedo-planicie-arenisca/conglomerado-fluvisol-agricultura
1.2.4.11.10	9	22562	4.56	Cálido subhúmedo-planicie-arenisca/conglomerado-vertisol-agricultura
1.2.4.5.7	2	11875	2.40	Cálido subhúmedo-planicie-arenisca/conglomerado-feozem-selva baja caducifolia
1.2.4.5.8	4	11688	2.36	Cálido subhúmedo-planicie-arenisca/conglomerado-feozem-pastizal
1.2.4.11.7	1	1062	0.21	Cálido subhúmedo-planicie-arenisca/conglomerado-vertisol-selva baja caducifolia
1.2.5.6.7	1	688	0.14	Cálido subhúmedo-planicie-lutita/arenisca-fluvisol-selva baja caducifolia
1.2.5.11.10	1	1188	0.24	Cálido subhúmedo-planicie-lutita/arenisca-vertisol-agricultura



Continuación Cuadro 1A.

UNIDAD ECOLOGICA (CLAVE)	NUM. DE UNID.	SUPERF. ESTATAL (HA)	PORCENT. ESTATAL	DESCRIP. DE LA UNIDAD ECOLOGICA (CLIM-FISIO-GEOL-SUE-USO.A)
1.2.6.7.7	2	1437	0.29	Cálido subhúmedo-planicie-caliza-litosol-selva baja ca- ducifolia
1.3.1.5.7	2	54125	10.94	Cálido subhúmedo-sierra-igneaeextrusiva ácida-feozem-selva baja caducifolia
1.3.1.5.8	1	2500	0.50	Cálido subhúmedo-sierra-igneaeextrusiva ácida-feozem-pastizal
1.3.1.7.7	1	8875	1.79	Cálido subhúmedo-sierra-igneaeextrusiva ácida-litosol-selva baja caducifolia
1.3.2.5.7	1	2625	0.53	Cálido subhúmedo-sierra-igneaeextrusiva básica-feozem-selva baja caducifolia
1.3.2.7.7	1	2063	0.42	Cálido subhúmedo-sierra-igneaeextrusiva básica-litosol-selva baja caducifolia
1.3.4.4.7	3	6937	1.40	Cálido subhúmedo-sierra-arenisca/conglomerado-kasfozem-selva baja caducifolia
1.3.4.10.7	1	2500	0.50	Cálido subhúmedo-sierra-arenisca/conglomerado-rendzina-selva baja caducifolia
1.3.5.5.7	1	1375	0.28	Cálido subhúmedo-sierra-lutita/arenisca-feozem-selva baja caducifolia
1.3.5.10.5	2	2500	0.50	Cálido subhúmedo-sierra-lutita/arenisca-rendzina-selva baja caducifolia
1.3.5.4.7	1	10938	2.21	Cálido subhúmedo-sierra-lutita/arenisca-kastafozem-selva baja caducifolia
1.3.5.9.7	1	2187	0.44	Cálido subhúmedo-sierra-lutita/arenisca-regosol-selva baja caducifolia
1.3.6.7.7	1	3250	0.65	Cálido subhúmedo-sierra-caliza-litosol-selva baja caducifolia
1.3.6.10.7	14	49250	9.94	Cálido subhúmedo-sierra-caliza-rendzina-selva baja caducifolia
1.3.7.5.7	1	625	0.13	Cálido subhúmedo-sierra-travertino-feozem-selva baja caducifolia
<b>Total:</b>	<b>130</b>	<b>495500</b>	<b>99.86</b>	

Cuadro 2A. Lista florística de las comunidades arbóreas de las unidades ecológicas estudiadas en el estado de Morelos.

Familias	Géneros	Especies	Nombre común
Anacardiaceae	<u>Comocladia</u> <u>Pseudomodinium</u> <u>Spondias</u> <u>Cyrtocarpa</u> <u>Rhus</u>	<u>engleriana</u> <u>perniciosum</u> <u>mombin</u> <u>procera</u> sp	tetlate hinchahuevos ciruelo chupandillo
Apocynaceae	<u>Plumeria</u> <u>Plumeria</u> <u>Stemadennia</u> <u>Stemadennia</u> <u>Thevetia</u> <u>Thevetia</u>	<u>acutifolia</u> <u>rubra</u> <u>bella</u> aff. <u>obovata</u> <u>ovata</u> <u>thevetioides</u>	cacalosuchil tepechicle  yoyote
Bignoniaceae	<u>Crescentia</u> <u>Tabebuia</u> <u>Tecoma</u>	<u>alata</u> <u>impatiginosa</u> <u>stans</u>	cuatecomate tlamiahual estoncle
Bombacaceae	<u>Ceiba</u> <u>Ceiba</u> <u>Pseudobombax</u>	<u>aesculifolia</u> <u>parvifolia</u> <u>ellipticum</u>	ceiba pochote clavellino
Boraginaceae	<u>Cordia</u>	<u>morelosana</u>	
Burseraceae	<u>Bursera</u>	<u>ariensis</u> aff. <u>aptera</u> <u>bicolor</u> <u>bipinnata</u> <u>copallifera</u>  <u>discolor</u> <u>fagaroides</u>  <u>glabrifolia</u> <u>grandifolia</u>  <u>lancifolia</u>  <u>longipes</u>  <u>morelensis</u>  <u>schlechtendalii</u>  <u>submoniliformis</u> sp.	cuajote cuajote copal copal copal chino cuajote cuajote verde pap. copal liso cuajote mulato cuajote rojo cuajote rojo cuajote colorado cuajote rojo cuajote amarillo

Continuación Cuadro 2A.....

<u>Familias</u>	<u>Géneros</u>	<u>Especies</u>	<u>Nombre común</u>
Cactaceae	<u>Neobouxbamia</u> <u>Stenocereus</u> <u>Stenocereus</u>	<u>mezcalaensis</u> <u>dumortieri</u> sp.	organo pitayo
Caricaceae	<u>Jacaratia</u>	<u>mexicana</u>	bonete
Celastraceae	<u>Wimmeria</u>	<u>persicifolia</u>	guayabillo
Convolvulaceae	<u>Ipomoea</u>	<u>wolcottiana</u> <u>arborescens</u>	casahuate casahuate
Cochlospermaceae	<u>Cochlospermum</u>	<u>vitifolium</u>	panicua
Euphorbiaceae	<u>Euphorbia</u>  <u>Sapium</u>	<u>fulva</u> <u>schlechtendalii</u> <u>macrocarpum</u>	pegahueso estumeca venenillo
Flacourtiaceae	<u>Casaria</u>	<u>nitida</u>	
Julianiaceae	<u>Amphipterygium</u>	<u>adstringens</u>	cuachalalate
Leguminosae	<u>Acacia</u>	<u>bilimekii</u> <u>cochliacantha</u> <u>coulteri</u> <u>farnesiana</u> <u>pennatula</u> <u>houghii</u>	tehuixtle cubata palo blanco huizache espinó blanco
	<u>Bahuinia</u> <u>Conzattia</u> <u>Erythrina</u>	<u>divaricata</u> <u>multiflora</u> <u>americana</u>	papalote guayacan colorin
Leguminosae	<u>Eysenhardtia</u> <u>Gliricidia</u> <u>Haematoxylon</u> <u>Lourea</u> <u>Lyalloma</u>  <u>Mimosa</u> <u>Phitacollobium</u> <u>Senna</u>	<u>polytachia</u> <u>aspium</u> <u>brassiletto</u> <u>sculenta</u> <u>acapulcensis</u> <u>divaricata</u> <u>tergemina</u> <u>berthami</u> <u>dulce</u> <u>skinneri</u> <u>wiarii</u> <u>annii</u> <u>crassifolia</u> <u>mexicana</u>	palo dulce mata piojo palo brasil guate rojo tepehuafe tepemezquite quebrache tecolhuixtle guamuchil paraca
Malpighiaceae	<u>Byrsonima</u> <u>Malpighia</u>	<u>crassifolia</u> <u>mexicana</u>	nanche huachocote
Meliaceae	<u>Cedrela</u> <u>Trichilia</u> <u>Syzygnia</u>	<u>oaxacensis</u> <u>hirta</u> <u>humilis</u>	cuachihil tapaquezo zopilote

Continuación Cuadro 2A.....

Familias	Géneros	Especies	Nombre común
Moraceae	<u>Ficus</u>	<u>cotinifolia</u> <u>petiolaris</u>	amate amate amarillo guayabo
Myrtaceae	<u>Psidium</u>	<u>guajava</u>	guayabo
Palmae	<u>Brahea</u>	<u>dulcis</u>	palma
Rhamnaceae	<u>Karwinskia</u>	<u>humboldtiana</u>	
Rubiaceae	<u>Randia</u>	<u>aculeata</u> <u>schinocarpa</u>	granjel granjel
Sapotaceae	<u>Chiococca</u> <u>Eideroxylon</u>	<u>alba</u> <u>capire</u>	capire capire
Sapindaceae	<u>Seriana</u>	<u>sp</u>	
Simaroubaceae	<u>Alvaradoa</u>	<u>amorphoides</u>	canelillo
Sterculiaceae	<u>Guazuma</u>	<u>ulmifolia</u>	cuaulote
Theophrastaceae	<u>Jacquinia</u>	<u>aurantiaca</u>	
Tiliaceae	<u>Heliocarpus</u>	<u>theresbinthinaceus</u>	cuahuilagua
Verbenaceae	<u>Vitex</u>	<u>mollis</u>	querengue
Ulmaceae	<u>Celtis</u>	<u>caudata</u>	
Rutaceae	<u>Ptelea</u>	<u>trifoliata</u>	

Cuadro 3A. Tabla de volumen para *Amphipterygium adstringens* en la unidad ecológica 136107 Del estado de Morelos.

Diámetro ( cm )	Altura (m)						
	2	4	6	8	10	12	14
5	.002	.004					
10	.007	.015					
15	.017	.035	.053	.072			
20		.062	.095	.129			
25		.097	.150	.203	.257		
30		.216	.294	.372	.451	.531	
35			.296	.401	.508	.616	.726
40				.525	.665	.807	.950

Cuadro 4A. Tabla de volumen para *Lysiloma divaricata* en la unidad ecológica 136107 del estado de Morelos

Diámetro ( cm )	Altura (m)							
	2	4	6	8	10	12	14	16
5	.002	.004						
10	.008	.018	.028					
15		.043	.066					
20			.123	.168	.214			
25				.272	.346			
30				.403	.513	.625	.738	
35					.716	.872	1.030	1.190
40					.956	1.164	1.375	1.588

Cuadro 5A. Tabla de volumen para *Ceiba parvifolia* en la unidad ecológica 136107 del estado de Morelos.

Diámetro ( cm )	Altura (m)							
	2	4	6	8	10	12	14	16
5	.001	.004						
10	.003	.011	.026					
15		.021	.048					
20		.033	.076	.136				
25				.193	.304			
30				.257	.404	.585		
35					.515	.745	1.019	1.337
40					.635	.919	1.257	1.649

Cuadro 6A. Tabla de volumen para Bursera copallifera, B. glabrifolia y B. bipinnata en la unidad ecológica 136107 del estado de Morelos.

Diámetro ( cm )	Altura (m)					
	2	4	6	8	10	12
5	.001	.003				
10	.007	.014	.020			
15		.033	.049			
20		.062	.093	.124		
25			.152	.202		
30			.227	.302	.376	.451
35					.528	.632
40					.708	.848

Cuadro 7A. Tabla de volumen para Conzattia multiflora en la unidad ecológica 136107 del estado de Morelos.

Diámetro ( cm )	Altura (m)						
	2	4	6	8	10	12	14 16 18
5	.004	.005					
10	.017	.023	.028				
15		.056	.068				
20		.104	.126	.145			
25			.204	.234			
30			.302	.347	.386	.421	
35					.538	.587	.632
40						.782	.842 .898 .950
45							1.084 1.156 1.223
50							1.360 1.450 1.535

Cuadro 8A. Tabla de volumen para Ipomoea wolcottiana en la unidad ecológica 136107 del estado de Morelos.

Diámetro ( cm )	Altura (m)					
	2	4	6	8	10	12 14
5	.002	.003				
10	.010	.015	.019			
15		.038	.048			
20		.073	.092	.108		
25			.152	.179		
30				.270	.307	
35					.435	.483 .527
40					.588	.653 .713

Cuadro 9A. Tabla de volumen para Bursaria ariensis y B. fagaroides, en la unidad ecológica 136107 del estado de Morelos.

Diámetro ( cm )	Altura (m)						
	2	4	6	8	10	12	14
5	.002	.004					
10	.007	.015	.024				
15		.034	.055				
20		.061	.099	.139			
25			.156	.219			
30			.226	.317	.413	.512	
35					.566	.701	.841
40						.921	1.105

Cuadro 10A. Tabla de volumen para Wimmeria persicifolia en la unidad ecológica 136107 del estado de Morelos.

Diámetro ( cm )	Altura (m)					
	4	6	8	10	12	
5	.001	.002				
10	.004	.010	.019			
15		.026	.048			
20		.050	.092	.141		
25			.152	.233		
30			.230	.353	.492	
35					.699	.917
40					.946	1.241

Cuadro 11A. Tabla de volumen comercial para Amphipterygium adstringens en la unidad ecológica 13.107 del estado de Morelos.

Diámetro ( cm )	Altura (m)			
	2	4	6	8
5	.004	.007		
10	.016	.030	.044	
15		.068	.099	
20		.121	.177	.231
25			.276	.362
30			.399	.523
35				.712

Cuadro 12A. Tabla de volumen comercial para *Lyngiloma divaricata* en la unidad ecológica 136107 del estado de Morelos.

Diámetro (cm)	Altura (m)			
	2	4	6	8
5	.004	.009		
10	.015	.031	.048	
15		.064	.099	
20		.107	.165	.225
25		.159	.246	.334
30			.340	.463
35			.447	.609

Cuadro 13A. Tabla de volumen comercial *Caiba parvifolia* en la unidad ecológica 136107 del estado de Morelos.

Diámetro ( cm )	Altura (m)			
	2	4	6	8
5	.004	.008		
10	.015	.029	.043	
15		.065	.095	
20		.114	.166	.218
25			.257	.337
30			.367	.480
35				.649
40				.842

Cuadro 14A. Tabla de volumen comercial para *Bursara copallifera*, *B. glabri folia* y *B. bipinnata* en la unidad ecológica 136107 del estado de Morelos.

Diámetro ( cm )	Altura (m)		
	2	4	6
5	.004	.006	
10	.015	.023	.030
15		.050	.066
20		.087	.114
25			.174
30			.247



Cuadro 15A. Tabla de volumen comercial para Conzattia multiflora en la unidad ecológica 136107 del estado de Morelos.

Diámetro ( cm )	Altura (m)			
	2	4	6	8
5	.004	.008		
10	.017	.031	.046	
15		.072	.104	
20		.128	.186	.243
25			.293	.382
30			.424	.553
35				.756
40				.992

Cuadro 16A. Tabla de volumen para Amphipterygium adstringens en la unidad ecológica 13157 del estado de morelos.

Diámetro ( cm )	Altura (m)						
	2	4	6	8	10	12	14
5	.002	.003					
10	.010	.017	.022				
15		.042	.056				
20		.081	.108	.132			
25			.180	.220			
30			.273	.334	.391		
35					.556	.632	.704
40					.755	.858	.956

Cuadro 17A. Tabla de volumen para Lysiloma acapulcensis en la unidad ecológica 13157 del estado de Morelos.

Diámetro	Altura (m)							
	2	4	6	8	10	12	14	16
5	.002	.007						
10	.010	.030	.060					
15		.073	.144					
20		.137	.268	.433				
25			.436	.702				
30			.647	1.043	1.511	2.045		
35					2.111	2.858	3.691	4.607
40						3.818	4.932	6.156

Cuadro 18A. Tabla de volumen para *Lysiloma divaricata* en la unidad ecológica 13157 del estado de Morelos.

Diámetro ( cm )	Altura (m)							
	2	4	6	8	10	12	14	16
5	.002	.003						
10	.008	.014	.020					
15		.034	.048					
20		.063	.088	.111				
25			.142	.179				
30			.209	.264	.317	.369		
35					.441	.512	.581	.648
40						.680	.772	.861

Cuadro 19A. Tabla de volumen para *Ceiba parvifolia* en la unidad ecológica 13157 del estado de Morelos.

Diámetro ( cm )	Altura (m)						
	2	4	6	8	10	12	14
5	.001	.003					
10	.005	.012	.020				
15		.026	.046				
20		.047	.082	.121			
25			.129	.191			
30			.188	.277	.374	.479	.589
35					.512	.655	.807
40					.673	.861	1.060

Cuadro 20A. Tabla de volumen para *Ceiba sessulifolia* en la unidad ecológica 13157 del estado de Morelos.

Diámetro ( cm )	Altura (m)						
	2	4	6	8	10	12	14
5	.002	.004					
10	.008	.015	.022				
15		.033	.048				
20		.059	.086	.111			
25			.133	.173			
30			.192	.249	.305		
35					.415	.490	.564
40					.541	.639	.735

Cuadro 21A. Tabla de volumen para Bursera copallifera, B. glabrifolia y B. bipinnata en la unidad ecológica 13157 del estado de Morelos.

Diámetro ( cm )	Altura (m)					
	2	4	6	8	10	12
5	.005	.007				
10	.021	.031	.038			
15		.072	.089			
20		.133	.164	.191		
25			.263	.306		
30					.506	.556
35					.701	.771

Cuadro 22A. Tabla de volumen para Conzattia multiflora en la unidad ecológica 13157 del estado de Morelos

Diámetro ( cm )	Altura (m)								
	2	4	6	8	10	12	14	16	18
5	.001	.003							
10	.004	.012	.022						
15		.026	.048						
20		.046	.084	.129					
25			.129	.198					
30			.183	.282	.393	.515	.648		
35					.529	.694	.873	1.065	1.269
40					.684	.898	1.129	1.378	1.642
45							1.418	1.730	2.062
50							1.737	2.120	2.527

Cuadro 23A. Tabla de volumen para Ipomoea wolcottiana en la unidad ecológica 13157 del estado de Morelos.

Diámetro ( cm )	Altura (m)						
	2	4	6	8	10	12	14
5	.002	.003					
10	.009	.014	.017				
15		.034	.042				
20		.064	.080	.093			
25			.130	.152			
30			.196	.228	.258		
35					.363	.400	.435
40					.488	.539	.585

Cuadro 24A. Tabla de volumen para Bursera ariensis y B. fagaroides en la unidad ecológica 13157 del estado de Morelos.

Diámetro ( cm )	Altura (m)					
	2	4	6	8	10	12
5	.002	.003				
10	.012	.016	.020			
15		.042	.052			
20		.082	.101	.117		
25			.169	.196		
30			.258	.299	.335	
35					.478	.525
40					.652	.716

Cuadro 25A. Tabla de volumen para Bursera longipes y B. lancifolia en la unidad ecológica 136107 del estado de Morelos.

Diámetro ( cm )	Altura (m)						
	2	4	6	8	10	12	14
5	.002	.005					
10	.009	.018	.028				
15		.039	.060				
20		.067	.102	.139			
25			.156	.211			
30			.219	.298	.377	.458	
35					.504	.611	.720
40					.648	.786	.925

Cuadro 26A. Tabla de volumen para Lysiloma divaricata en la unidad ecológica 13177 del estado de Morelos.

Diámetro ( cm )	Altura (m)							
	2	4	6	8	10	12	14	16
5	.003	.007						
10	.014	.029	.044					
15		.065	.101					
20		.117	.179	.243				
25			.281	.381				
30			.405	.549	.696	.844		
35					.948	1.151	1.355	1.561
40						1.505	1.772	2.041

Cuadro 27A. Tabla de volumen comercial  
para *A. adstringens* en la  
UE 13157 del estado de Morelos

Diametro (cm)	Altura (m)			
	2	4	6	8
5	.004	.008		
10	.016	.031	.046	
15	.054	.053	.052	
20		.123	.180	.236
25			.280	.367
30			.402	.527
35				.715

Cuadro 28A. Tabla de volumen comercial  
para *L. acapulcensis* en la  
UE 13157 del estado de Morelos

Diametro (cm)	Altura (m)			
	2	4	6	8
5	.004	.008		
10	.015	.031	.046	
15	.034	.069	.103	
20		.122	.183	.244
25			.286	.382
30			.412	.550
35				.748

Cuadro 29A. Tabla de volumen comercial  
para *L. divaricata* en la  
UE 13157 del estado de Morelos

Diametro (cm)	Altura (m)			
	2	4	6	8
5	.004	.008		
10	.016	.031	.047	
15	.035	.069	.104	
20		.122	.183	.244
25			.284	.379
30			.407	.543
35				.736

Cuadro 30A. Tabla de volumen comercial  
para *C. parvifolia* en la  
UE 13157 del estado de Morelos

Diametro (cm)	Altura (m)			
	2	4	6	8
5	.003	.005		
10	.014	.022	.028	
15	.035	.055	.071	
20		.105	.137	.166
25			.228	.275
30			.344	.416
35				.590

Cuadro 31A. Tabla de volumen comercial  
para *C. sessulifolia* en la  
UE 13157 del estado de Morelos

Diametro (cm)	Altura (m)			
	2	4	6	8
5	.004	.008		
10	.016	.032	.047	
15	.035	.071	.106	
20		.125	.188	.252
25			.294	.393
30			.422	.565
35				.767

Cuadro 32A. Tabla de volumen comercial  
para *Bursera copallifera*,  
*B. glabrifolia* y *B. bipinnata*  
en la UE 13157 del estado de Morelos

Diametro (cm)	Altura (m)			
	2	4	6	8
5	.004	.008		
10	.016	.031	.046	
15	.035	.069	.102	
20		.121	.179	.237
25			.278	.367
30			.398	.525
35				.713

**Cuadro 33A. Tabla de volumen comercial para Congattia multiflora en la UE 13157 del estado de Morelos**

Diametro (cm)	Altura (m)				
	2	4	6	8	10
5	.005	.010			
10	.016	.034	.053		
15	.033	.072	.112		
20		.121	.189	.259	
25			.283	.389	
30			.395	.542	
35				.718	.917
40					1.170

**Cuadro 34A. Tabla de volumen comercial para i. wolcottiana en la UE 13157 del estado de Morelos**

Diametro (cm)	Altura (m)			
	2	4	6	8
5	.004	.008		
10	.016	.031	.046	
15	.035	.069	.103	
20		.124	.184	.244
25			.288	.382
30			.416	.551
35				.751

**Cuadro 35A. Tabla de volumen comercial para B. ariensis y B. fagaroides en la UE 13157 del estado de Morelos**

Diametro (cm)	Altura (m)			
	2	4	6	8
5	.004	.008		
10	.015	.031		
15	.035	.070	.106	
20		.124	.188	.252
25			.293	.393
30			.421	.565
35			.573	.768

Cuadro 36A. Tabla de volumen para Ipomoea wolcottiana en la unidad ecológica 13177 del estado de Morelos.

Diámetro ( cm )	Altura ( m )						
	2	4	6	8	10	12	14
5	.004	.007					
10	.015	.030	.045				
15		.068	.103				
20		.121	.183	.245			
25			.286	.383			
30			.413	.552	.692	.832	
35					.944	1.134	1.325
40						1.483	1.733

Cuadro 37A. Tabla de volumen comercial para Lysiloma divaricata en la unidad ecológica 13177 del estado de Morelos.

DIAMETRO ( cm )	ALTURA ( m )			
	2	4	6	8
5	.003	.008		
10	.014	.032	.053	
15		.075	.122	
20		.136	.222	.316
25			.354	.503
30			.517	.734
35				1.012
40				1.336

Cuadro 38A. Tabla de volumen comercial para Ipomoea wolcottiana en la unidad ecológica 13177 del estado de Morelos.

Diámetro ( cm )	Altura ( m )			
	2	4	6	8
5	.003	.007		
10	.014	.030	.046	
15		.069	.107	
20		.125	.193	
25			.306	.418
30			.446	.608
35				.835
40				1.100



**Cuadro 39A. Tabla de volumen total  
para Fresno en la UE  
13177 del estado de Morelos**

Diametro (cm)	Altura (m)			
	2	4	6	8
5	.005	.010		
10	.019	.042		
15	.045	.097	.152	
20		.178	.279	.382
25			.445	.611
30			.653	.896
35			.902	1.238

**Cuadro 40A. Tabla de volumen comercial  
para Fresno en la UE  
13177 del estado de Morelos**

Diametro (cm)	Altura (m)			
	2	4	6	8
5	.003	.007		
10	.015	.031		
15	.034	.074	.115	
20		.135	.211	.289
25			.336	.462
30			.493	.677
35			.682	.936

**Cuadro 41A. Tabla de volumen total  
para Bursera ariensis en la  
UE 13547 del estado de Morelos**

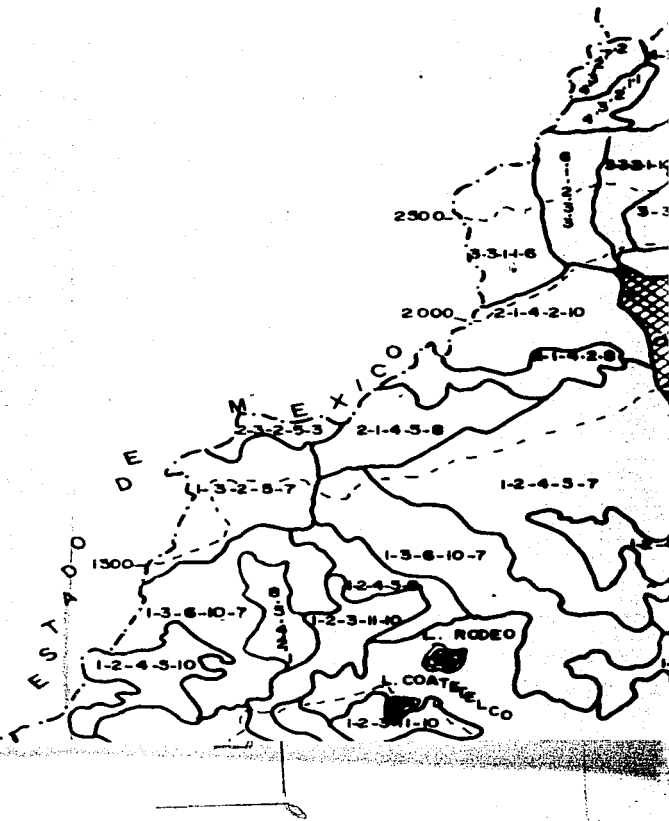
Diametro (cm)	Altura (m)				
	2	4	6	8	10
5	.004	.008			
10	.014	.030	.047		
15	.031	.067	.105		
20		.117	.183	.251	
25			.283	.389	
30			.404	.554	
35				.748	.957
40					1.241

99° 30'

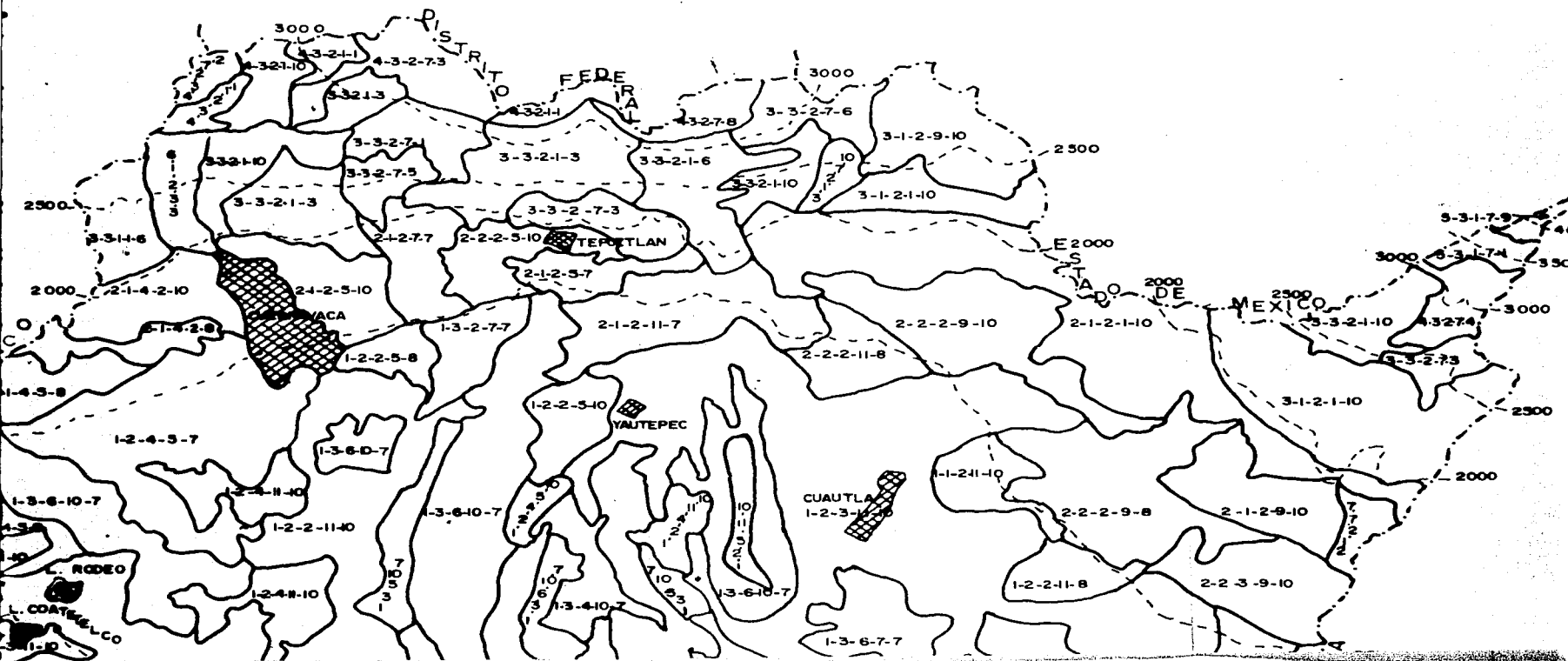
MAPA I.

UNI

19° 00'



# UNIDADES ECOLOGICAS DEL ESTADO DE MOR



98° 30'

# ESTADO DE MORELOS

## SIMBOLOGIA

### CLIMA

- 1 Cálido subhúmedo
- 2 Semicálido subhúmedo
- 3 Templado subhúmedo
- 4 Semifrío subhúmedo
- 5 Frío

### GEOMORFOLOGIA

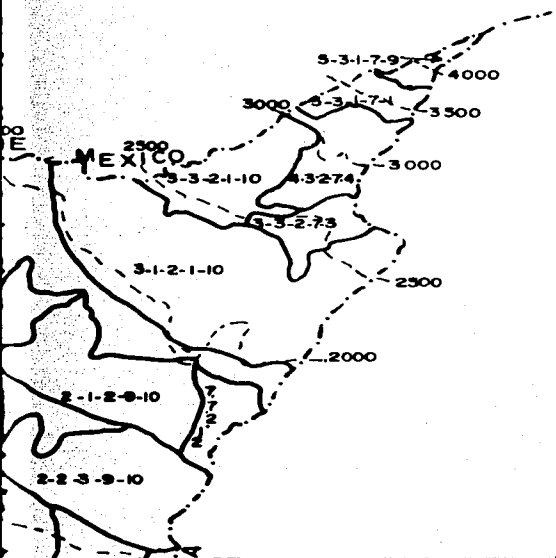
- 1 Lomerío
- 2 Planicie
- 3 Sierra

### GEOLOGIA

- 1 Ignea extrusiva acida
- 2 Ignea extrusiva básica
- 3 Aluvión
- 4 Arenisca - conglomerado
- 5 Lutita - arenisca
- 6 Caliza
- 7 Travertino

### SUELOS

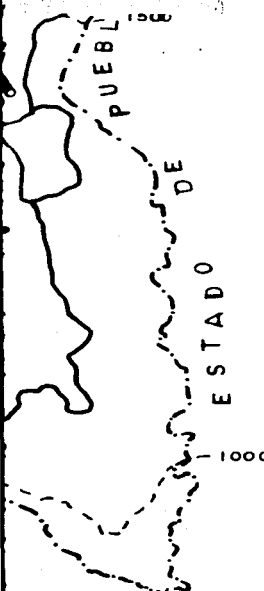
- 1 Andosol
- 2 Acrisol
- 3 Cambisol
- 4 Castañazem
- 5 Feozem
- 6 Fluvisol
- 7 Litasol
- 8 Luvisol
- 9 Regosol
- 10 Rendzina
- 11 Vertisol



19° 00'







## VEGETACION

- 1 *Pino*
- 2 *Pino - oyamel*
- 3 *Pino - encino*
- 4 *Oyamel*
- 5 *Encino*
- 6 *Bosque mesófilo*
- 7 *Selva baja caducifolia*
- 8 *Pastizal*
- 9 *Páramo*
- 10 *Agricultura*

CLAVE: 1-3-6-10-7 = *clima-fisiografía-geología*  
*suelos-vegetación*

EJEMPLO 1-3-6-10-7 = *unidad ecológica con clima cálido*  
*subhúmedo, sierra, roca caliza*  
*suelos de rendzina, y selva baja*  
*caducifolia*

LIMITE ESTATAL - - - - -  
 LIMITE DE UNIDADES ECOLÓGICAS \_\_\_\_\_  
 CURVAS DE NIVEL - - - - -

98° 30'

18° 30'

99° 30'

99° 30'

## MAPA 2 UNIDADES ECOLOGICAS SELECCIONADAS

