

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

INFORME DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

**BASES SILVICULTURALES PARA LA ELABORACIÓN DE UN
PLAN DE APROVECHAMIENTO EN LA ANUALIDAD 11 DEL
RANCHO LUM CHE, CAMPECHE, MÉXICO.**

Francisco Quesada Sánchez

CARTAGO, 2008

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

INFORME DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

**BASES SILVICULTURALES PARA LA ELABORACIÓN DE UN
PLAN DE APROVECHAMIENTO EN LA ANUALIDAD 11 DEL
RANCHO LUM CHE, CAMPECHE, MÉXICO.**

Francisco Quesada Sánchez

CARTAGO, 2008

BASES SILVICULTURALES PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE APROVECHAMIENTO EN LA ANUALIDAD 11 DEL RANCHO LUM CHE, CAMPECHE, MÉXICO.

Francisco Quesada Sánchez*

RESUMEN

En una selva mediana subcaducifolia de 240 ha, ubicada en la colonia división norte del Municipio de Hopolchén, Campeche, México; se llevó a cabo un estudio silvicultural con el propósito de conocer el potencial productivo de masa arbórea y responder a las necesidades del Rancho Lum Che. Se realizó un inventario con muestreo sistemático y una intensidad de muestreo del 4,8% para un error de muestreo del 10%. Además de un censo comercial con DMC de 30 cm. La masa selvática resultó con una estructura de árboles mayormente codominantes, área basal promedio de 13,1 m²/ha, volumen comercial de 2,0 m³/ha y una altura de dosel máxima de 20 m. Una cuarta parte de la superficie es Acahual, lo que mermó su calidad productiva, se encontraron 77 especies siendo *Lysiloma latisiliquum*, *Piscidia piscipula* y *Bursera simaruba* las que tuvieron el mayor Índice de Valor de Importancia. Se realizó un análisis del potencial en la masa arbórea para la construcción de palapas, encontrando al Xuul (*Lonchocarpus yucatanensis*) como la especie con mayor densidad y mejor dimensión para la venta de materia prima. Se propusieron tres tratamientos silviculturales *Cosecha*, *liberación* y *corta de lianas* para su ejecución. Se espera que luego de un aprovechamiento selectivo y una aplicación adecuada de los tratamientos silviculturales, la masa arbórea se recupere para un próximo aprovechamiento en 15 años.

Palabras claves: Rancho Lum Che, Plan de manejo, tratamientos silviculturales, Palapas.

ABSTRACT

A silvicultural study was undertaken in a 240-hectare medium height, seasonal lowland forest located in the Colonia División Norte of the Municipio Hopolchén, Campeche, Mexico. The purpose of this study was to find out the biomass production capability of the tree component of the forest, and to address the needs of the Rancho Lum Che. A forest inventory was carried out using a systematic sampling design on 4,8 % of the total forest area, with a sampling error of 10%. Additionally to the inventory, a census was undertaken using a 30 cm DMC (Minimal Felling Size; acronym in Spanish). Forest biomass was mainly composed out of co-dominant trees, showing a basal area of 13,1 m²/ha, a volume of 2,0 m³/ha, and a maximum canopy height of 20 m. One quarter of the forest turned out to be Acahual, this decreased the productive capability of the forest. Also, 77 species were found, with the highest Importance Value Index (IVI) values were *Lysiloma latisiliquum*, *Piscidia piscipula* y *Bursera simaruba*. Besides, an analysis of the wood production potential used to build Palapas was done, resulting in Xuul (*Lonchocarpus yucatanensis*) as the higher density wood and greater size species for prime material commercial sale. Three silvicultural treatments were proposed *Cosecha*, *liberación* and *corta de lianas*. It is expected that after the selective logging and the implementation of the silvicultural treatments; the recovering of wood mass will permit a new crop in 15 years.

Keyword: Rancho Lum Che, Silvicultural study, Silvicultural treatments, Palapas.

*Quesada Sánchez, F. 2008. Bases silviculturales para la elaboración del un plan de aprovechamiento en la anualidad 11 del Rancho Lum Che, Campeche, México. Informe de Proyecto de graduación, Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 158p.

**BASES SILVICULTURALES PARA LA ELABORACIÓN DE UN
PLAN DE APROVECHAMIENTO EN LA ANUALIDAD 11 DEL
RANCHO LUM CHE, CAMPECHE, MÉXICO.**

**Informe presentado a la Escuela de Ingeniería Forestal del
Instituto Tecnológico de Costa Rica como requisito parcial
para optar al título de Bachiller en Ingeniería Forestal**

Miembros del Tribunal

**Ph.D. Ruperto Quesada Monge,
Profesor Asesor Escuela de Ingeniería Forestal**

**Lic. Marvin Castillo
Escuela de Ingeniería Forestal**

DEDICATORIA:

A mi padre e invaluablees hermanos
quienes me concedieron todo su
apoyo para poder lograr mis metas.

AGRADECIMIENTOS:

Es necesario validar por este medio a las personas que con su gentileza y apoyo facilitaron la realización de este trabajo:

A los trabajadores del Rancho Lum Che quienes aportaron información valiosa sobre la convivencia hombre – selva, y con ello darle un mejor uso a los recursos.

Al Ingeniero Horacio de la Concha Duprat por su apoyo financiero y confianza en mi desempeño.

A la Ingeniera Marcela Flores Arguedas, al Ingeniero Juan Carlos Solano y al Ingeniero Andrés Zárate, por su apoyo inestimable en las diversas complejidades de mi labor.

A mi profesor asesor por su soporte confianza y orientación en cuatro años de universidad que progresé bajo su tutela que culminan con este trabajo.

ÍNDICE GENERAL.

RESUMEN	i
DEDICATORIA:	iii
AGRADECIMIENTOS:	iv
ÍNDICE DE CUADROS.	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.	x
INTRODUCCIÓN	13
OBJETIVOS	16
OBJETIVO GENERAL.	17
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	17
MARCO TEÓRICO	18
LEGISLACIÓN FORESTAL MEXICANA.	19
Artículo 37.	20
CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA Y EDAFOLÓGICA.	22
RECURSOS HÍDRICOS.	24
RESTOS ARQUEOLÓGICOS.	25
LAS PALAPAS.	26
TURNOS DE CORTA Y TASAS DE CRECIMIENTO.	27
TRATAMIENTOS SILVICULTURALES.	29
LIBERACIÓN.	30
CORTA DE LIANAS.	30
MATERIALES Y MÉTODOS	31
UBICACIÓN DEL SITIO.	32
CARACTERIZACIÓN FISIOLÓGICA DEL SITIO.	33
INVENTARIO FORESTAL.	33
MANEJO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS OBTENIDOS.	35
MANEJO ESPACIAL DEL TIPO DE COBERTURA BOSCOA.	35
ELABORACIÓN DEL CENSO COMERCIAL.	36
DIÁMETRO MÍNIMO DE CORTA.	37
ZONAS DE AMORTIGUAMIENTO.	37
CATEGORÍAS DE VALOR COMERCIAL.	37
MATERIA PRIMA PARA PALAPAS.	38
PROPUESTAS DE MANEJO SILVICULTURAL.	39
TURNOS DE CORTA E INCREMENTOS.	39
APÉNDICE PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE LA ZONA.	40
PLANADAS Y RESTOS ARQUEOLÓGICOS.	40
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
CARACTERIZACIÓN FISIOLÓGICA.	42
TOPOGRAFÍA.	42
SUELOS.	42
HIDROLOGÍA.	42
CLIMA:	43
CARACTERIZACIÓN FAUNÍSTICA DEL PREDIO.	43
CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA DEL PREDIO.	44
LA ESTRUCTURA HORIZONTAL DE LA MASA ARBÓREA.	45
LA ESTRUCTURA VERTICAL DE LA MASA ARBÓREA.	51
COMPOSICIÓN FLORÍSTICA.	52
ANÁLISIS POR PARCELA DE LOS DATOS DE INVENTARIO.	56
EL CENSO COMERCIAL.	57
DENSIDADES ACTUALES Y RESIDUALES.	65
MAQUINARIA PARA LA EXTRACCIÓN Y TRASPORTE DE MADERA TALADA.	69
LOGÍSTICA DE TRABAJO PROPUESTA PARA EL APROVECHAMIENTO.	70
ANÁLISIS DEL ESTADO DE LOS CAMINOS Y PROPUESTA DE PISTAS DE EXTRACCIÓN.	71

MATERIA PRIMA PARA PALAPAS.	73
LA ALTURA DE LOS FUSTES.	74
TRATAMIENTOS SILVICULTURALES.	76
PROPUESTA SOBRE EL USO DEL SUELO.	79
EL SISTEMA SILVICULTURAL.	81
IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANEJO.	82
CONCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES	87
BIBLIOGRAFÍA	90
ANEXOS	93

ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro 1. Estadísticos básicos del incremento en diámetro por categoría diamétrica. -----	28
Cuadro 2. Tasas de crecimiento de <i>Bursera simaruba</i> en cm año ⁻¹ . -----	29
Cuadro 3. Coordenadas geográficas de los vértices del sitio de estudio y sus colindancias.-----	32
Cuadro 4. Cantidad de superficie para cada tipo de cobertura vegetal en la zona de estudio. -----	45
Cuadro 5. Promedio de variables silviculturales para la anualidad 11 del Rancho Lum Che con sus medidas de variación para dos tipos de cobertura vegetal. Obtenidos en el Inventario forestal.-----	46
Cuadro 6. Distribución diamétrica de tres variables silviculturales de abundancia (N/ha), área basal (m ² /ha) y volumen comercial (m ³ /ha) para toda la masa arbórea.-----	47
Cuadro 7. Distribución diamétrica de la abundancia (N/ha) para cuatro especies con valor comercial en el Rancho Lum Che. -----	48
Cuadro 8. Distribución diamétrica de abundancia (N/ha) para las especies con alto valor comercial (AMV) en el Rancho Lum Che. -----	50
Cuadro 9. Índice de Valor de Importancia para las diez especies más importantes de la selva en estudio, Rancho Lum Che.-----	53
Cuadro 10. Índice de Valor de Importancia para las diez especies más importantes del Acahual en estudio, Rancho Lum Che. -----	55
Cuadro 11. Resumen de promedios (X) y totales de las variables silviculturales cuantificadas en el inventario para cada parcela de muestro establecida. ---	56
Cuadro 12. Distribución del Volumen comercial y cantidad de árboles censados en función de categorías de valor comercial.-----	58
Cuadro 13. Distribución del volumen comercial y cantidad de las cuatro especies con uso comercial actual en función de tres categorías de valor comercial. -----	59
Cuadro 14. Resumen de variables silviculturales para <i>Bursera simaruba</i> en función de la calidad de fuste y categorías diamétricas. -----	60
Cuadro 15. Resumen de variables silviculturales para <i>Piscidia piscipula</i> en función de la calidad de fuste y categorías diamétricas. -----	61
Cuadro 16. Resumen de variables silviculturales para <i>Lysiloma latisiliquum</i> en función de la calidad de fuste y categorías diamétricas. -----	62

Cuadro 17. Resumen de variables silviculturales para <i>Haematoxylum campechianum</i> en función de la calidad de fuste y categorías diamétricas. -----	63
Cuadro 18. Distribución diamétrica y cantidad de individuos aprovechables de cuatro especies comerciales para dos cosechas dentro del sistema silvicultural en la anualidad 11 del Rancho Lum Che.-----	66
Cuadro 19. Tasa de afección fitosanitaria en la especie de Tzalam (<i>Lysiloma latisiliquum</i>).-----	67
Cuadro 20. Tasa de afección fitosanitaria en la especie de Jabin (<i>Piscidia piscipula</i>).68	
Cuadro 21. Densidad de especies con uso potencial para la fabricación de palapas. 73	
Cuadro 22. Distribución en categorías altitudinales de la densidad de individuos (N/ha) con potencial para la fabricación de palapas, en ocho especies arbóreas. 75	
Cuadro 23. Superficies por plantación y planada encontradas en el lote 11 del Rancho Lum Che.-----	79
Cuadro 24. Cronograma de implementación del sistema de aprovechamiento propuesto. -----	83

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Mapa geológico del Estado de Campeche.....	23
Figura 2. Vista de perfil y por encima de un chultun maya.....	26
Figura 3. Ubicación del predio de estudio en la Península de Yucatán.....	32
Figura 4. Curva de crecimiento en categorías diamétricas de la masa selvática en estudio.....	48
Figura 5. Curva de crecimiento en categorías diamétricas para cuatro especies comerciales Tzalam (<i>Lysiloma latisiliquum</i>), Chaka (<i>Bursera simaruba</i>), Jabin (<i>Piscidia piscipula</i>) y Tinto (<i>Haematoxylum campechianum</i>).....	49
Figura 6. Estructura vertical de la Selva Mediana Subcaducifolia en el Rancho Lum Che.....	52
Figura 7. Distribución de los árboles censados y los acahuales en el sitio de estudio.	65
Figura 8. Signos de “hongo de oreja” en dos especies censadas a) <i>Lysiloma latisiliquum</i> y b) <i>Piscidia piscipula</i>	68
Figura 9. Grúa hidráulica con carreta en funcionamiento.....	70
Figura 10. Red actual de caminos y pistas propuestas para la extracción y transporte de madera al patio de acopio.....	72
Figura 11. Distribución espacial de la densidad de árboles para la construcción de palapas.	74
Figura 12. Distribución espacial de las zonas boscosas con presencia de lianas en tres niveles de severidad.	77
Figura 13. Distribución de la densidad de árboles/ha para diámetros entre 10 -20 cm.	78
Figura 14. Esquema del sistema silvicultural propuesto para el lote 11 del Rancho Lum Che.	81

ÍNDICE DE ANEXOS.

CÁLCULO DEL ERROR DE MUESTREO.....	95
UBICACIÓN ESPACIAL DE LAS PARCELAS.....	96
ÁRBOLES CENSADOS.....	97
MAPAS.....	119
MANUAL PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LA FLORA ARBORESCENTE TÍPICA DEL RANCHO LUM CHE.....	127

INTRODUCCIÓN

La Península de Yucatán posee una riqueza abundante tanto de recursos faunísticos como florísticos que han sido aprovechados por las sociedades desde tiempos prehispánicos. Los rasgos de presencia antrópica rondan lo modesto con pequeños restos de plataformas para viviendas y chultunes¹ hasta colosales pirámides y centros rituales de adoración a los dioses. En este contexto los bosques como fuentes de recursos han sufrido cambios cíclicos en su cobertura y estructura. De esta manera, a la hora de aplicar métodos silviculturales a estos bosques es necesario tomar en consideración el grado de perturbación de la masa boscosa con la que se está trabajando.

Durante la primera mitad del siglo XX se desarrolló una importante actividad socioeconómica en la región de estudio, basada en la industria norteamericana del chicle y la extracción de la savia del árbol *Manilkara zapota*. Esto se observa en las cicatrices de los árboles de estas especies que se han conservado debido a políticas ambientales que los protegen.

El Rancho Lum Che, localizado en la Colonia “División Norte” del Municipio de Hopelchén, Campeche, tiene en posesión una propiedad de 4 422 ha de terreno y actualmente se realizan actividades de extracción de madera para aserrío y producción de carbón vegetal. Además se cuenta con un plan de reforestación con especies comerciales que se extenderá por los próximos 3 años.

Se seleccionó para el estudio un área del 240 ha compuesto por selva, áreas de plantaciones y Acahuales, en la cual desarrollar un plan de manejo integral con perspectivas a futuro tanto de producción de madera como de conservación. Dada las dimensiones de superficie con que cuenta el rancho surge la necesidad conocer el ámbito productivo de la empresa puesto que pueden surgir variaciones tanto de tipo florístico como fisiográfico en todo el rancho.

Para lograr dicho cometido se realizó, durante los meses de enero a abril de 2008, un inventario forestal para todos los individuos con diámetro superior a 10 cm, que incluyó un modelo sistemático de muestreo con intensidad de muestreo de 4,8%. Esta actividad se complementó con un censo comercial para todas las especies con un

¹ La definición de chultun se muestra ampliamente en el apartado de Restos arqueológicos del marco teórico.

diámetro mínimo de corta (DMC) de 30 cm, y con ello prescindir de las tablas de volumen del Inventario Nacional de México, comúnmente usadas en los planes de manejo forestal mexicanos (Salaya, 2006). Seguidamente, se procedió a una separación de la cobertura vegetal entre Selvas y Acahuales con el fin de ser estudiadas en forma separada.

Los resultados obtenidos permitieron realizar una descripción silvicultural tanto de las áreas de selva como de los acahuales incluyendo su estructura vertical y horizontal, así como la composición florística de ambas unidades. El censo comercial permitió conocer en forma real las existencias volumétricas para las especies de interés así como su calidad y estado fitosanitario.

Un análisis más detallado del estado silvicultural de la masa arbórea permitió proponer tratamientos silviculturales que potenciaran el desarrollo de las especies por debajo del DMC y descartar aquellos tratamientos que debido a las características fisiográficas del sitio no resultaran viables. Todo esto permitió generar un modelo de sistema silvicultural ajustado a las características del sitio con un turno de corta de 15 años.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

Brindar las bases silviculturales para elaborar un plan de aprovechamiento y aplicación de tratamientos silviculturales post cosecha en la anualidad 11 del Rancho Lum Che.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- a. Realizar una descripción y análisis silvicultural de las zonas de Acahual y Selva.
- b. Efectuar un análisis del potencial de la masa arbórea para la extracción de materias primas comercializables en el negocio de la fabricación de palapas.
- c. Determinar el potencial maderero de la masa boscosa incluyendo el estado fitosanitario de las especies más extraídas y en concordancia con las características del mercado local de aserrío.
- d. Analizar y proponer la infraestructura vial y maquinaria requerida para la ejecución del aprovechamiento forestal.
- e. Generar un Manual de identificación basado en fotografías de 26 especies con su traducción de nombres vernáculos mayas a sus respectivos nombres científicos.
- f. Proponer estrategias de manejo silvicultural considerando un ciclo de corta de 15 años.

MARCO TEÓRICO

LEGISLACIÓN FORESTAL MEXICANA.

Como resultado de las diferencias existentes entre la legislación mexicana y costarricense debido en parte al desarrollo y uso de herramientas y conceptos ecológicos diferentes, es necesario hacer una comparación y definición de términos que pueden ser confundidos a la hora de caracterizar el tipo de cobertura boscosa presente en el Rancho Lum Che.

El Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sostenible de México, define tres términos de importancia para el presente estudio, los cuales permiten una caracterización de los estadios sucesionales de la cobertura boscosa. De esta manera los términos de bosque primario o secundario para Costa Rica, no son utilizados como tales en la práctica forestal mexicana, como sustitutos se utilizan los conceptos de *Selva* y *acahual*.

Selva: Vegetación forestal de clima tropical en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados, excluyendo a los acahuales. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (SEMARNAT, 2005).

Acahual: Vegetación secundaria nativa que surge de manera espontánea en terrenos preferentemente forestales que estuvieron bajo uso agrícola o pecuario en zonas tropicales y que en selvas altas o medianas, cuenta con menos de quince árboles por hectárea con un diámetro normal mayor a veinticinco centímetros, o bien, con un área basal menor a cuatro metros cuadrados por hectárea (SEMARNAT, 2005).

Bosque: Vegetación forestal principalmente de zonas de clima templado, en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Esta categoría incluye todos los tipos de bosque señalados en la

clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (SEMARNAT, 2005).

No sólo son las definiciones las que causan diferencias, el presente trabajo debe cumplir con una serie de requisitos y respuestas a cuestionamientos técnicos que garanticen un progreso ambientalmente sostenido sobre la explotación de los recursos naturales. El artículo 37 del Reglamento a la Ley General de Desarrollo Forestal Sostenible México (SEMARNAT, 2005), presenta los requisitos correspondientes como se muestra a continuación.

Artículo 37.

Los programas de manejo para el aprovechamiento de recursos forestales maderables, deberán contener:

I. Para el nivel avanzado:

- a)** Objetivos generales y específicos;
- b)** Ciclo de corta y el turno;
- c)** Análisis de la respuesta del recurso a los tratamientos aplicados anteriormente, con datos dasométricos comparativos;
- d)** Clasificación y cuantificación de las superficies del predio o conjuntos de predios, de acuerdo con lo establecido en el artículo 28 del presente Reglamento;
- e)** Diagnóstico general de las características físicas y biológicas de las superficies, que deberá incluir clima, suelo, topografía, hidrología, tipos y estructura de la vegetación y especies dominantes de flora y fauna silvestres;
- f)** Estudio dasométrico, que deberá contener la descripción de la metodología del inventario en el predio, cuya confiabilidad mínima deberá ser del noventa y cinco por ciento y un error de muestreo máximo del diez por ciento; las existencias volumétricas, densidades promedio, incrementos, edad y turno de aprovechamiento y diámetro de corta, así como las densidades residuales. Esta información deberá presentarse en totales, por unidad mínima de manejo y por especie, anexando la memoria de cálculo;
- g)** Justificación del sistema silvícola, que incluya los tratamientos complementarios;

- h)** Posibilidad anual y descripción del procedimiento para su obtención, plan de cortas por unidad mínima de manejo, tratamientos silvícolas a aplicar y la propuesta de distribución de productos;
- i)** Descripción y, en su caso, la planeación de la infraestructura necesaria para la ejecución del programa de manejo forestal y el transporte de las materias primas forestales;
- j)** Los compromisos de reforestación cuando no se presente la regeneración natural;
- k)** Medidas necesarias para prevenir, controlar y combatir incendios, plagas y enfermedades forestales, así como el calendario para su ejecución;
- l)** Descripción y programación de las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales durante las distintas etapas de manejo, así como las que se deberán realizar aun cuando el predio se encuentre en receso o termine la vigencia de la autorización. Cuando existan especies de flora y fauna silvestres en riesgo, se especificarán las medidas de conservación y protección de su hábitat. Cuando exista autorización favorable en materia de impacto ambiental para el aprovechamiento solicitado, se exceptuará la presentación de lo indicado en el presente inciso;
- m)** Las acciones encaminadas para la rehabilitación de las áreas de restauración y su programación;
- n)** Método para la identificación del arbolado por aprovechar, el cual deberá ser personalizado, indeleble y notable a simple vista;
- ñ)** Nombre, denominación o razón social y datos de inscripción en el Registro del prestador de servicios técnicos forestales que haya formulado el programa y, en su caso, del responsable de dirigir su ejecución y evaluación, y
- o)** Planos en los que se indiquen áreas de corta, clasificación de superficies, infraestructura y diseño de muestreo.

II. Para el nivel intermedio: Los señalados en los incisos a), b), c), f), g), h), i), j), k), l), m), n), ñ) y o) de la fracción I del presente artículo, así como la cuantificación de superficies y la identificación del tipo de vegetación y especies dominantes, y

III. Para el nivel simplificado: Los señalados en los incisos b), f), h), i), j), n), ñ) y o) de la fracción I del presente artículo, así como la cuantificación de superficies y la identificación del tipo de vegetación y especies dominantes. Cuando se trate de

conjunto de predios, además, deberá incluirse lo señalado en los incisos c), k), l) y m) de la misma fracción.

Para el caso del nivel simplificado se podrá utilizar información de predios contiguos con características ecológicas similares para complementar el inventario del predio. Cuando la información requerida para los programas de manejo avanzados, intermedios y simplificados se contenga en los estudios regionales o zonales de las unidades de manejo forestal, bastará que los interesados los presenten o hagan referencia a éstos cuando ya se hayan presentado a la Secretaría.

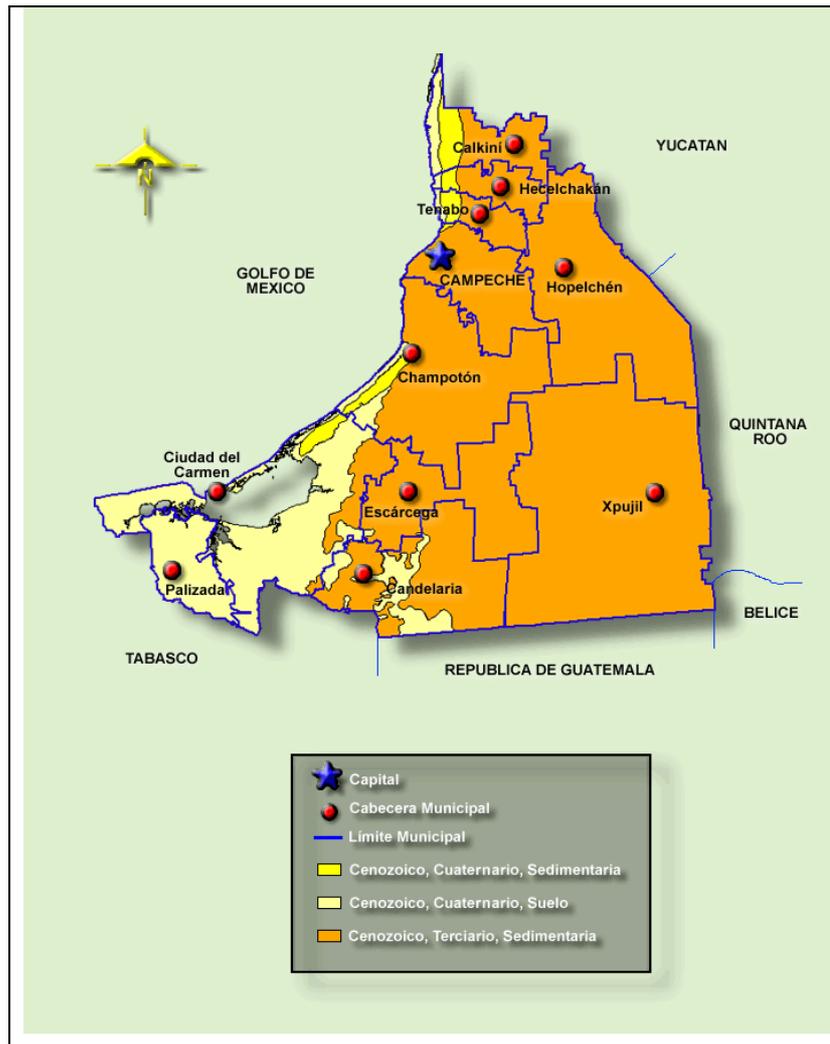
CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA Y EDAFOLÓGICA.

La Península de Yucatán es la sección emergente de la plataforma continental de Yucatán y tiene una superficie de 175 000 km², separando así el Golfo de México con el Mar Caribe. Es una porción de origen calcáreo que debido a la interacción de diversos procesos en la evolución paleográfica han permitido el desarrollo actual del paisaje peninsular. De esta forma, los componentes naturales como roca madre, geomorfología, hidroclima, suelos, vegetación y fauna se han visto modificados tanto por la acción de diferentes eventos naturales como por la propia actividad humana desarrollada históricamente en este territorio (Chiappy *et al.* 1999).

Un aporte geológico al paisaje de la región es la poca variación altitudinal en toda la península pues un 90% de la superficie peninsular no asciende a más de 200 msnm, contraste con el resto del país el cual presenta una rica diversidad altitudinal (Beddows, *et al.* 2002).

El estado de Campeche se caracteriza, en lo concerniente a clases de paisajes, por la presencia de alturas bajas, lomeríos y una amplia variedad de planicies, que en su totalidad abarcan alrededor de 660 km² (Beddows, *et al.* 2002).

Con respecto a la geología regional, la Figura 1 muestra para el Estado de Campeche una dominancia superficial de capas sedimentarias provenientes del periodo terciario de Cenozoico, en un 80% de la superficie del estado (INEGI, 2008).



Fuente: INEGI, 2008.

Figura 1. Mapa geológico del Estado de Campeche.

En el sitio de estudio se presenta una geomorfología basada en afloramientos rocosos de sedimentos calcáreos pertenecientes a la era cenozoica del periodo terciario, que se alternan con formaciones de suelo que reciben el nombre agrícola de *planadas*. Por su parte Bautista *et al.* (2005), describe un sitio adyacente al predio de estudio como un sistema de lomeríos de elevaciones bajas menores de 200 msnm y planicies interiores. Los lomeríos se encuentran aislados debido a prolongados periodos de despojo de materiales y disolución, por lo que las planicies residuales extendidas son las que predominan el paisaje.

Con respecto a los suelos existe toda una riqueza social en cuanto a la taxonomía de suelos la cual se basa en características visuales como el color del suelo, materiales

componentes como rocas y minerales; o bien su utilidad antrópica. Este mecanismo de clasificación denominado como sistema maya es un intrincado arreglo de palabras mayas, que usándose en conjunto proporcionan las características visuales y de uso que posee el tipo de suelo (Duch, 2005). El suelo predominante en el predio recibe el nombre de *Kankab*, es de textura franco arcillosa y una coloración rojiza marcada, un estudio de la composición química y descripción *in situ* del suelo demostró que los suelos en el sitio poseen un ph entre 6,8 y 7,2, profundidad mayor a 40 cm, un horizonte argílico evidente y el material parental son rocas sedimentarias calcáreas particularmente calizas compuestas por carbonatos de calcio y cristales finos de origen cuarzítico visibles aún sin lupa. Este suelo de acuerdo con la clasificación del Soil Taxonomy System del USDA, pertenece al orden Mollisol con un régimen de precipitación de tres meses secos entre enero –marzo.

RECURSOS HÍDRICOS.

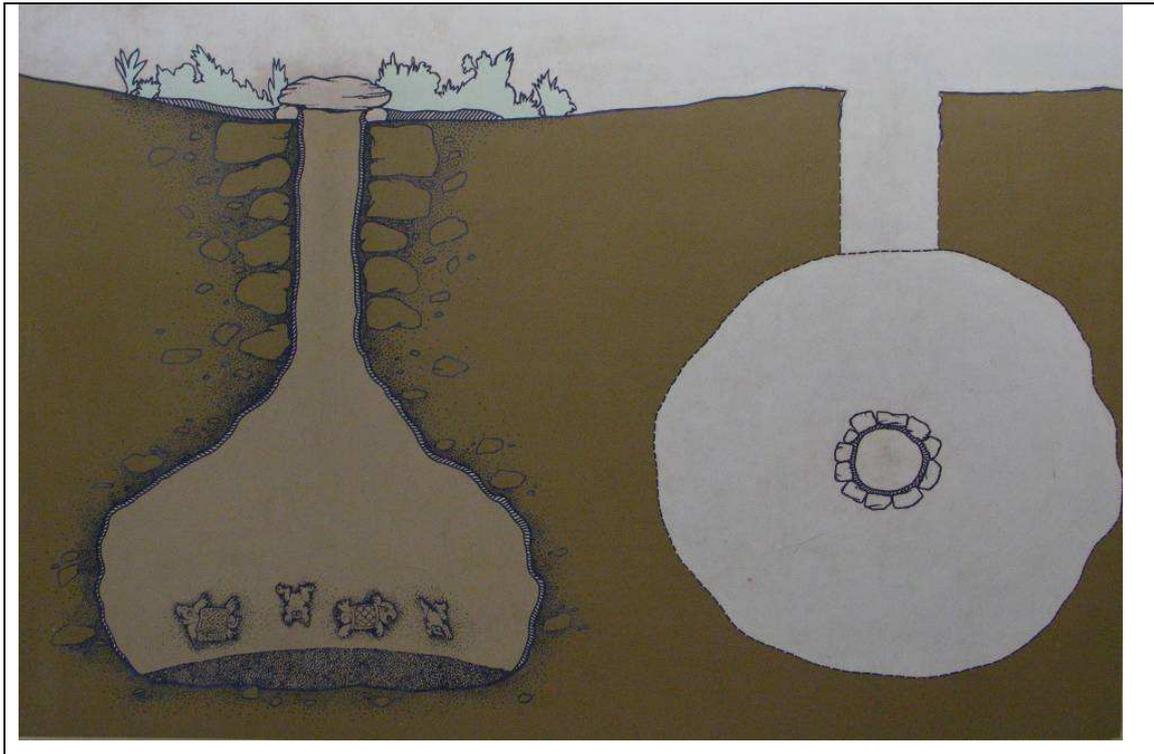
La relación existente entre la geología de la región y la disponibilidad de agua superficial, hace que exista un faltante crítico en el acceso a fuentes de agua en forma de ríos superficiales y lagunas. De acuerdo con Bautista *et al.* (2005), existe un intrincado sistema subterráneo de cámaras de agua y ríos subterráneos, que circulan en los estratos interiores. Estos sistemas son recargados a partir de aguas llovidas que se filtran desde la superficie y son almacenadas posteriormente.

Una de las formas de agua superficial existente en la península de Yucatán es el *cenote* (del maya *ts'ono'ot* o *d'zonot*, “caverna con depósito de agua”) y es básicamente cualquier espacio subterráneo con agua, con la única condición de que esté abierto al exterior en algún grado (Beddows, 2002). Su formación es un proceso geológico en el cual una corriente subterránea, por presiones de flujo va erosionando una porción de material geológico hacia la superficie, esto crea una cámara en forma de cúpula y ocurre un momento en que por efectos erosivos avanzados esta cúpula es tan frágil que colapsa dejando la cámara expuesta a la superficie (Beddows, 2002).

RESTOS ARQUEOLÓGICOS.

Los restos arqueológicos correspondientes a la civilización maya se encuentran esparcidos a lo largo y ancho de la Península de Yucatán y el territorio maya se extiende hasta el norte de Guatemala. En las zonas fuera de palacios mayas la formas de construcción de vivienda consistían en una plataforma generalmente elevada sobre el nivel del suelo que recibe el nombre coloquial de *cullo* entre los trabajadores locales del Rancho Lum Che, y según MRAY, (2008) sobre esa plataforma construían su vivienda a base de fibras y materiales perecederos, por lo que en la actualidad sólo es apreciable la plataforma con el borde de roca. Dichas formaciones antropogénicas poseen dimensiones variadas y suelen estar agrupadas, formando así nichos de viviendas en el pasado. Una estructura asociada a estas plataformas recibe el nombre de *Chultun* o comúnmente nombrado por los trabajadores del Rancho Lum Che como *Cenote*, la cual es una denominación impropia debido a la definición de Cenote mencionada en el apartado de *Recursos hídricos*.

La palabra maya chultun traducida al español significa “cisterna” y es una estructura antropogénica excavada y de forma de botella, con el cuello angosto y el cuerpo ensanchado, el propósito principal de su construcción fue la captación de agua. Así una plataforma con un desnivel hacia el centro recogía las aguas llovidas y las almacenaba para estar disponibles durante las épocas de sequía. Otros chultunes de menor profundidad y acceso menos angosto fueron utilizados para el almacenaje de granos, (MRAY, 2008). En la figura 2 se muestra la forma tradicional de un chultun almacenador de agua.



Fuente: Museo Regional de Antropología de Yucatán.

Figura 2. Vista de perfil y por encima de un chultun maya.

LAS PALAPAS.

La estructura de vivienda más comúnmente usado en la cultura maya es la *palapa*, o en el argot costarricense: *rancho*. La cual se compone de una plataforma rocosa que levanta la estructura por encima del suelo, seguida por un cerco de caña y revestido por una mezcla de barro y cal que impermeabiliza, formando una pared de altura variable (0.5 m hasta 2 m). Por encima de esa pared se yergue un sistema de columnas que sostendrá el techo y toda su estructura de soporte. El techo está compuesto de materiales perecederos como una especie local de gramínea, o bien las hojas de una palma local conocida como *Guano* (*Sabal yapa*).

La diversificación estructural de estas construcciones llevadas al sector turístico y hotelero en la región peninsular de México, ha convertido la fabricación de palapas en una actividad lucrativa, forjándose proyectos constructivos, que por sus requerimientos artesanales y estéticos, ascienden a decenas de miles de dólares por una palapa (Zárate, 2008), por lo que vender materias primas al sector constructivo de palapas es

una opción de aprovechamiento de recursos forestales, presentes en el Rancho Lum Che.

TURNOS DE CORTA Y TASAS DE CRECIMIENTO.

El establecimiento de turnos de corta define los periodos de aprovechamiento y recuperación de la masa boscosa, estos turnos deben ser estimados en función de la tasa de crecimiento de las especies por aprovechar, los estudios silviculturales con montaje de parcelas permanentes permiten hacer este tipo de estimaciones para especies concretas facilitando hacer proyecciones a futuro sobre el potencial maderero de un bosque pues la manera en que crece un individuo es compleja formando una curva sigmoidea (Louman *et al.* 2001) de esta manera los individuos que experimentan las menores tasa de crecimiento son los que se encuentran en categorías diamétricas superiores sufriendo un tipo de estancamiento leve en su crecimiento diamétrico (Wadsworth, 2000). Una ventaja es que si se tiene planificado un diámetro mínimo de corta de 30 cm, podría esperarse entorno a esta categoría diamétrica el mayor dinamismo para aquellas especies caracterizadas por tener diámetros máximos de 60 cm o cercanos y con esto tener tiempos de recuperación más rápidos del bosque para lograr una segunda cosecha.

Dadas las condiciones ecológicas del Rancho Lum Che es necesario conocer estudios regionales sobre dinámica de bosque y tasas de crecimiento de las especies encontradas en el área de trabajo con potencial maderero. La especie *Lysiloma latisiliquum* posee un amplio mercado y excelentes características de aserrío en la industria forestal (López y Tamarit, 2005). Es una especie abundante en toda la región aledaña al sitio de muestreo (Pennington y Sarukhán, 2005), por lo que parte de la industria de aserrío en el Rancho Lum Che, podría estar relacionada con el aprovechamiento de *Lysiloma latisiliquum*.

Un estudio sobre la dinámica de un bosque de 20 años en la región de Escárcega, Campeche, permitió establecer tasas de crecimiento para diferentes categorías diamétricas de *Lysiloma latisiliquum* como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Estadísticos básicos del incremento en diámetro por categoría diamétrica.

Categoría diamétrica (cm)	Número de observaciones	Incremento en diámetro (cm)			Desviación estándar (cm)
		Mínimo	Medio	Máximo	
10	331	0.012	0.483	1.633	0.346
15	242	0.003	0.454	1.625	0.304
20	67	0.096	0.709	1.655	0.394
25	22	0.005	0.825	1.367	0.342
30	9	0.392	0.848	1.233	0.330

Fuente: López y Tamarit, (2005).

Lo anterior refleja directamente la condición de crecimiento sigmoideo, a pesar de que faltan categorías diamétricas por arriba de 30 cm. Sin embargo, esta información permitirá hacer proyecciones del volumen de *Lysiloma latisiliquum* aprovechable para el turno de corta siguiente.

Para la especie de *Bursera simaruba*, López *et al.* (2006) presenta una metodología de obtención de datos exigua en comparación con los resultados obtenidos por López y Tamarit (2005) para *Lysiloma latisiliquum*, debido al reducido tiempo de medición (13 meses) y al pequeño tamaño de la muestra (10 árboles). No obstante en el estudio anterior se presenta un análisis de crecimiento por categorías diamétricas generando una tasa promedio de crecimiento 0,69 cm/año. De manera separada los árboles diámetros de 7,5 - 17,5 cm, registraron un incremento de 0,25 cm/año; para aquellos entre 17,6 – 35 cm, aumentaron a 0,54 cm/año y finalmente aquellos estudiados con diámetros superiores a 35 presentaron la mayor tasa de crecimiento de 1,73 cm/año.

Otros estudios citados por López *et al.* (2006), fundamentan los valores obtenidos para la tasa de crecimiento de *Bursera simaruba*, sólo que en ausencia de análisis por categorías diamétricas. Como se muestra en cuadro siguiente.

Cuadro 2. Tasas de crecimiento de *Bursera simaruba* en cm año⁻¹.

Tasa de crecimiento	País	Fuente
0,48	Costa Rica	Daubenmire (1972)
0,38	Costa Rica	Reich y Borchert (1984)
0,44	México	Makocky y Valdez- Hernández (2001)

La necesidad de tener un registro de incrementos diamétricos es justificada y permitirá un mayor ajuste de las proyecciones sobre volumen a futuro.

TRATAMIENTOS SILVICULTURALES.

De acuerdo con Quirós, (2001) los tratamientos silviculturales son operaciones que modifican la estructura del bosque y van dirigidos a solucionar un problema específico, o en general a reducir la intensidad de la competencia sobre los árboles de interés.

Los requerimientos necesarios para aplicar un determinado tratamiento silvicultural son definidos a partir de variables silviculturales medidas en el inventario forestal y a partir de la información obtenida, el silvicultor determina qué prácticas se ajustan mejor a las necesidades productivas de la masa boscosa en cuestión.

De esta manera, Quirós, (2001) menciona diez tratamientos silviculturales comúnmente utilizados en América tropical:

- a. Cosecha o aprovechamiento.
- b. Liberación.
- c. Refinamiento.
- d. Saneamiento o mejora.
- e. Raleos.
- f. Corta de lianas.
- g. Plantaciones de enriquecimiento.
- h. Corta del dosel medio.
- i. Tratamientos al suelo.
- j. Claros y limpieza bajo dosel.

Se especifica al detalle dos de los tratamientos citados anteriormente.

LIBERACIÓN.

Este tratamiento consiste en eliminar la competencia de árboles de futuras cosechas, permitiéndoles un mayor espacio físico y condiciones lumínicas más aptas para su desarrollo futuro.

De acuerdo con Hutchinson, (1992), se puede permitir la competencia entre árboles inmaduros seleccionados mientras la distancia entre ellos no sea menor de dos metros, si es del caso, se eliminará el árbol de calidad más pobre. Además para todos los árboles seleccionados se eliminarán:

- a. Los otros individuos que por roce o contacto directo dañan o podrían dañar al árbol seleccionado.
- b. Los individuos de especies no deseables que acaparan o impiden la entrada de luz a los individuos deseables.

CORTA DE LIANAS.

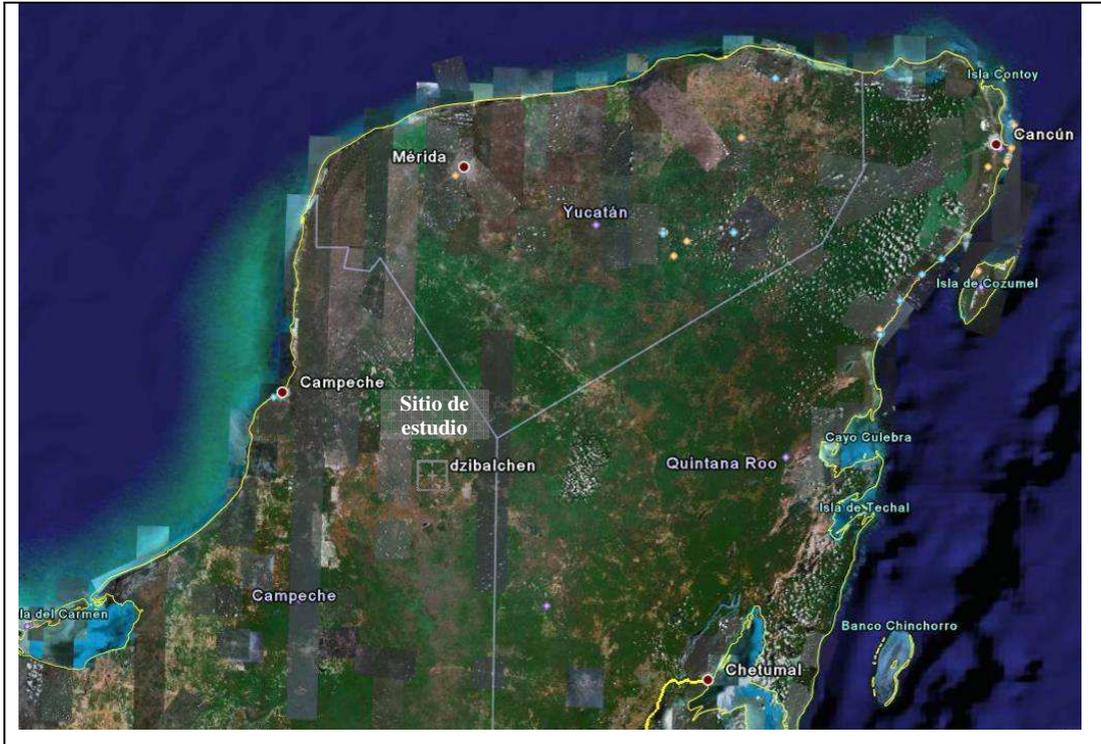
Debido a la dinámica de los bosques secundarios es posible encontrar una gran cantidad de lianas compitiendo por luz al lado de la masa arbórea. (Lamprecht, 1990). Esto limitará el crecimiento de la masa arbórea deseable por lo que a la hora de aplicar este tratamiento a una masa boscosa con gran cantidad de lianas, a los árboles deseados para futuras cosechas se les aplicará una limpieza de las lianas sobrepuestas en su copa con el uso de machete, cortando los tallos desde la base y hasta donde el operario alcance (Quirós, 2001). Esto permitirá que los árboles crezcan más libremente y sin deformaciones en la rectitud del fuste.

El aplicar estos tratamientos en épocas en que el crecimiento de las planta se desacelera, permitirá que los individuos que fueron eliminados tengan menos posibilidad de rebrotar (Hutchinson, 1992).

MATERIALES Y MÉTODOS

UBICACIÓN DEL SITIO.

El inmueble se ubica en la Colonia "División del Norte" del Municipio de Hopelchén, en el estado de Campeche y a 15 km al oeste de la localidad de Dzibalchen (ver Figura 3).



Fuente: Google earth, 2008.

Figura 3. Ubicación del predio de estudio en la Península de Yucatán.

Se muestra a continuación un cuadro de coordenadas geográficas del predio.

Cuadro 3. Coordenadas geográficas de los vértices del sitio de estudio y sus colindancias.

Vértice	Coordenadas (UTM)		Colindancias
	X	Y	
1	201 602	2 151 820	al norte: Terreno de PROFORPEC
2	201 570	2 150 620	Al este: Terreno de PROFORPEC
3	199 524	2 150 890	Al sur: Terrenos nacionales
4	199 560	2 151 844	Al oeste: Terreno de PROFORPEC

Dentro de la logística y administración del Rancho Lum Che, todo el conjunto predial se encuentra dividido en cuadrantes de 200 ha y con una numeración específica, el cuadrante utilizado en esta investigación es el número 11.

CARACTERIZACIÓN FISIAGRÁFICA DEL SITIO.

Para la obtención de datos fisiográficos del predio de estudio, referidos, a topografía, suelos, hidrología y clima; se recurrió a información recabada previamente para el Rancho Lum Che, condensada en un Plan de Manejo forestal antiguo (Salaya, 2006). Se consultó un análisis de suelos realizado previamente al sitio y a la observación *in situ* de las características más sobresalientes mientras se efectuó el inventario y el censo comercial.

INVENTARIO FORESTAL.

Se realizó un muestreo sistemático con arranque aleatorio, ya que es el que presenta las mayores ventajas para el tipo de estudio en ejecución (Ortiz y Carrera, 2002). Se utilizó una intensidad de muestreo de 4,8% para un área efectiva de muestreo de 9,6 ha. Las parcelas de muestreo tienen una dimensión de 40x60 m y 0,24 ha, con una población (N) de 833 parcelas y una muestra (n) de 40 parcelas, distribuidas en 13 carriles, una distancia de separación entre carriles de 150 m y todos orientados al norte (0°).

Las variables de medición contempladas en cada parcela son las siguientes:

- Especie (Nombre vernáculo y científico).
- Diámetro a la altura del pecho (cm).
- Altura comercial (m).
- Altura total (m).
- Calidad del fuste (categorías).
- Estado fitosanitario (categorías).
- Forma de copa (categorías).
- Posición de copa (categorías).

- Lianas (categorías).
- Presencia de restos arqueológicos como chultunes o *cullos*.
- Evidencia de presencia de fauna, fuentes de agua.

El diámetro se midió a partir de una magnitud de 10 cm y a una altura de 1,30 lo cual permite estandarizar el área basal y poder hacer comparaciones con otros estudios.

La altura comercial se midió en función del punto de inserción de la copa. Cuando se trató de árboles bifurcados por debajo de 1,30 cm, se valoró si los fustes tienen dimensiones comerciales, de otra manera la altura comercial es de 0 m.

La variable de calidad de fuste comprende cuatro categorías numéricas: 1) Árbol recto y cilíndrico, 2) Árbol con curvaturas leves, hendiduras leves en el fuste 3) Árbol con curvaturas que complican el aserrío y reducen la cantidad de volumen aprovechable a trozas de menos de 2 m, y 4) Árbol no aprovechable por la forma de su fuste y/o estado fitosanitario. El estado fitosanitario también se evaluó en cuatro categorías: 1) Árbol sano de hongos (principalmente del orden Sphaeropsidales), y hendiduras que muestren alguna pudrición en la madera; 2) Árboles con signos leves de enfermedad de hongos o barrenadores de madera, se incluyen también aquellos que por dinámica de bosques hayan perdido su copa; 3) Árboles con un estado patológico que impide el aprovechamiento de al menos la mitad de su volumen comercial y 4) Árboles cuyo estado patológico no permite el aprovechamiento de la madera por encontrarse podrida.

La posición de copa presenta cuatro categorías 1) copa emergente, 2) copa codominante, 3) copa con recepción de luz oblicua y 4) copa con recepción de luz reflejada o indirecta. Con respecto a la forma de copa son cinco categorías: 1) círculo completo, 2) círculo irregular, 3) medio círculo, 4) ramas aisladas y 5) carente de copa. Los datos obtenidos de estas variables permiten una descripción más adecuada de la estructura vertical del bosque.

Con respecto a la presencia de lianas, esto se analizó con tres categorías 1) Árbol libre de lianas, 2) Árbol con presencia leve de lianas en el fuste o copa y 3) Árbol cubierto de lianas en el fuste y copa.

MANEJO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS OBTENIDOS.

Una vez medidos los diámetros y alturas comerciales se calcularon las variables de área basal (m^2/ha) y volumen comercial (m^3/ha y por especies) utilizando la fórmula del cilindro con un factor de reducción de 0,6 y sólo para aquellos individuos de especies comerciales que tengan una calidad de fuste y estado fitosanitario entre 1 y 2.

La información procesada en una hoja de cálculo y extrapolada a hectáreas se presenta en tablas y gráficos que resumen los datos en función de categoría diamétrica y por calidad de fuste en el caso del censo.

Se hicieron los cálculos respectivos para la validación del diseño de muestreo usando el error de muestreo y proyectando que este sea del 10% o menos, lo cual es un requisito de la legislación forestal mexicana (SEMARNAT, 2005).

Para el análisis de la estructura vertical y horizontal de la masa boscosa se tomó además del área basal, el número de individuos/ha, la forma y posición de copa, presencia de lianas y la altura total, con estas variables es posible determinar cuál es la distribución espacial del área basal del bosque y con eso definir si la masa boscosa responde a una distribución gregaria o es meramente aleatoria.

Consecuentemente se determinó el Índice de Valor de Importancia (I.V.I), para establecer cuáles especies poseen un mayor peso ecológico en la zona de estudio y su posible utilización en la industria.

MANEJO ESPACIAL DEL TIPO DE COBERTURA BOScosa.

Luego de haber calculado el área basal y la densidad de individuos por hectárea para cada parcela se utilizaron los criterios para la clasificación de la cobertura boscosa entre *selva* y *acahual* que vienen estipulados en el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sostenible de México (SEMARNAT, 2005). A partir de esta clasificación se separaron los datos en aquellos pertenecientes a *Selva* y los referidos a *Acahual*.

Se generó un mapa con las áreas delimitadas de acahuales a partir de: los datos de parcelas, la cobertura espacial de los árboles censados, observaciones de campo y levantamientos perimetrales con GPS de las áreas de acahuales. Todo esto permitió una estratificación post-muestreo que consintiera un uso más real de los datos obtenidos en el muestreo.

ELABORACIÓN DEL CENSO COMERCIAL.

Se recorrió toda la superficie de estudio en función de los carriles de muestreo establecidos previamente, para buscar los individuos pertenecientes a especies comerciales con un diámetro igual o superior a 30 cm, la altura comercial se calculó en función del punto de inserción de la copa en el fuste o bien cuando su diámetro deja de ser superior a 25 cm. La ubicación de los árboles se hizo con GPS ya que la densidad de copas permite una adecuada recepción en la señal del dispositivo (máximo 6 m de error). Las variables a medir en el censo son las siguientes:

- Diámetro (cm).
- Altura comercial (m).
- Altura total (m).
- Calidad de fuste (categorías).
- Estado fitosanitario (categorías).

Los factores implicados en la medición de cada variable son los mismos que se aplicaron a las variables contenidas en el inventario forestal.

Los datos del censo se presentan en mapas con la ubicación espacial de los árboles existentes y tablas descriptivas (Ver Anexo, Cuadros 2, 3 y 4) separando a los individuos en tres grupos, el primero compuesto por aquellas especies con actual uso comercial (*Lysiloma latisiliquum*, *Piscidia piscipula*, *Bursera simaruba* y *Haematoxylum campechianum*) y que además posean: a) una altura comercial mayor o igual a 2 m, b) calidad de fuste 1 o 2 y estado fitosanitario 1; y c) todos aquellos individuos que se encuentren en zonas de amortiguamiento (ver más adelante en la metodología). El segundo grupo de listas se refiere a aquellas especies consideradas de alto valor comercial en la industria local de la región de Campeche, a mencionar: *Cordia*

dodecandra, *Cordia gerascanthus*, *Manilkara zapota*, *Metopium brownei* y *Platymiscium yucatanum*; las cuales están sujetas a tramites de permisos o ausencia de vedas para optar por un aprovechamiento efectivo de estas especies; por lo que este trabajo sólo se limita a mostrar su presencia y ubicación. El tercer grupo se refiere a todas aquellas especies cuyos individuos están por encima del DMC pero que no tienen un uso comercial actual en la región.

DIÁMETRO MÍNIMO DE CORTA.

La escogencia de la magnitud para el diámetro mínimo de corta (DMC) corresponde a las condiciones de mercado actuales y la tecnología necesaria para la transformación secundaria de la madera rolliza. Se obtuvo, a partir de entrevistas con compradores y dueños de aserraderos, que 30 cm como DMC satisface las necesidades del mercado en cuanto al uso y disposición actual de la maquinaria de aserrío lo que permite un aprovechamiento más rentable de masa selvática.

ZONAS DE AMORTIGUAMIENTO.

La presencia de zonas arqueológicas no sólo representan un motivo de protección de ciertas áreas de la selva en estudio, sino que se requiere valorar su condición pedregosa como limitante al acceso y tránsito de maquinaria agrícola en las zonas circundantes. Para manejar esta situación se recurrió a delimitar una zona de amortiguamiento de un radio de 20 m sobre los restos arqueológicos encontrados. Restringiendo la tala de todos aquellos árboles que se encuentren dentro de esta zona.

CATEGORÍAS DE VALOR COMERCIAL.

Se realizó una clasificación de todos los árboles censados para separar aquellos con un uso comercial futuro de todos aquellos que por su altura comercial, especie, calidad de fuste, estado fitosanitario o ubicación espacial; no tienen uso actual en la comercialización de madera para aserrío.

De esta manera se define cada una de las categorías utilizadas:

- a. **Árbol comercial (AC):** Individuo perteneciente a una de las cuatro especies con uso comercial actual (*Lysiloma latisiliquum*, *Bursera simaruba*, *Piscidia piscipula* o *Haematoxylum campechianum*), que tiene una calidad de fuste 1 o 2 y su estado fitosanitario es 1 o 2, exceptuando aquellos individuos de

Lysiloma latisiliquum cuyo estado fitosanitario debe ser 1 para considerarse árbol comercial.

- b. **Árbol remanente (AR):** Individuo perteneciente a una de las cuatro especies con uso comercial actual, pero que sus características de calidad de fuste y estado fitosanitario no le otorgan el estatus de árbol comercial.
- c. **Árbol en Área Protegida (AAP):** Individuo de cualquier especie que se encuentra ubicado dentro de las zonas de amortiguamiento para la protección de restos arqueológicos.
- d. **Árbol Muy Valioso (AMV):** Individuo perteneciente a una especie considerada de alto valor comercial (*Cordia dodecandra*, *Cordia gerascanthus*, *Manilkara zapota*, *Metopium brownei* y *Platymiscium yucatanum*). Existe una remanencia de árboles muy valiosos (AMV-AR) y son todos aquellos con calidad de fuste y estado fitosanitario 3 o 4. Para el análisis del inventario forestal se incluyen dos especies más bajo esta categoría: *Caesalpinia platyloba* y *Chloroleucon mangense*.
- e. **Árbol No Comercial (ANC):** Individuo perteneciente a una especie sin uso comercial actual en la región donde se comercializa la madera del Rancho Lum Che.

MATERIA PRIMA PARA PALAPAS.

Se realizaron consultas a personas entendidas en el tema de la construcción de palapas y se obtuvieron los nombres de las especies comúnmente utilizadas en dicha construcción. Se utilizó la información obtenida a partir del inventario forestal sobre densidades (individuos/ha) y altura comercial de las especies en cuestión. Las dimensiones requeridas de diámetros varía desde 5 cm hasta 20 cm, y las alturas preferidas pueden alcanzar los 12 m. Con el uso de un SIG, se realizó un análisis espacial de las áreas con mayor densidad y se presentaron los datos en cuadros y mapas.

PROPUESTAS DE MANEJO SILVICULTURAL.

Basándose en las variables cuantificadas en el inventario forestal y su análisis posterior es posible conocer el estado fitosanitario y estructural de las especies comerciales incluyendo calidad de fuste, altura comercial, presencia de lianas que puedan retardar el crecimiento de los árboles a cortar en el próximo turno y presencia de especies de alto valor ya establecidas como *Platymiscium yucatanum* que requieran de un cuidado especial con lo cual potenciar su crecimiento y acortar su ciclo de corta. De esta manera fue posible determinar la viabilidad de la aplicación de tratamientos silviculturales como lo son: Liberación, Corta de lianas y Cosecha. Todo con el propósito de preparar una segunda cosecha a un plazo de 15 años,

TURNOS DE CORTA E INCREMENTOS.

Los resultados sobre tasas de crecimiento obtenidos por López *et al.* (2006) para el Chaka (*Bursera simaruba*) y López y Tamarit, (2005) para el Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), fueron utilizados para validar el uso de una fórmula para el cálculo del incremento de individuos propuesta por SINAC (2008). La cual se basa en una tasa de crecimiento de 0,5 cm/año, una tasa de mortalidad de 1,5% en un turno de corta de 15 años. Dicha fórmula se presenta a continuación:

$$\text{Incremento} = N * (1 - \text{Mortalidad})^{\frac{1}{n}}$$

Donde:

- N = 75% número de árboles existentes hoy en la clase 20-30 cm
- Mortalidad = 0,015
- n = 15 años.

El cálculo del incremento de árboles, permitió validar el diseño del sistema silvicultural a un turno de corta de 15 años. Los criterios utilizados para determinar el turno de corta se basan en la búsqueda de la menor cantidad de tiempo en el que el recurso extraído se restituye para entonces iniciar con una nueva y última cosecha. Además, se trató de obtener una concordancia con las actividades generales del Rancho Lum

Che, en este aspecto hay una planificación para realizar aprovechamientos de las plantaciones actualmente en establecimiento en las que se pretende iniciar su cosecha de raleo dentro de 15 años y se requerirá un flujo de caja de apoyo para iniciar las labores en las plantaciones.

APÉNDICE PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE LA ZONA.

Una de las dificultades encontradas en el sitio de trabajo por parte de la división técnica y gerencial de la empresa es la carencia de información taxonómica de las especies presentes en el sitio. Por tanto se incluye una descripción en forma de manual de identificación con el nombre vernáculo en maya y castellano, además de notas e imágenes que posibiliten la rápida identificación de las especies una vez colectadas.

Se tomaron fotografías en el campo, de las especies presentes captando aquellos rasgos que permiten su identificación taxonómica incluyendo hojas, flores, frutos y corteza. Se consultó la bibliografía existente, se visitaron Jardines Botánicos de la región y se recurrió al Internet para la búsqueda de herbarios digitales. Los nombres vernáculos fueron recolectados con los lugareños y se compararon de manera que resultaron concordantes entre el nombre científico y la especie local con nombre vernáculo.

PLANADAS Y RESTOS ARQUEOLÓGICOS.

Se elaboró un mapa en el que se establecieron zonas que presentan suelos desprovistos de rocas (planadas) y el resto de superficie destinado a la conservación de la masa forestal existente. La información se obtuvo a partir de observaciones de campo en el que se identificaron las planadas y posteriormente se hizo un levantamiento perimetral con GPS. Se incluyó además una señalización en el mapa de los sitios con restos arqueológicos y se les asignó un radio de 20 m de protección.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CARACTERIZACIÓN FISIAGRÁFICA.

Durante el tiempo de ejecución del inventario forestal y censo comercial se realizaron observaciones de campo y búsqueda bibliográfica que permitieron hacer una descripción fisiográfica del predio de estudio.

TOPOGRAFÍA.

El paisaje visible muestra una topografía simple que de acuerdo con Bautista *et al.* (2005) se trata de un sistema de lomeríos de elevaciones bajas menores de 200 msnm y planicies interiores. Los lomeríos se encuentran aislados debido a prolongados periodos de despojo de materiales y disolución, por lo que las planicies residuales extendidas son las que predominan el paisaje. Así mismo se observan afloramientos de roca calcárea alternados con las planicies residuales, las cuales presentan mejores condiciones para el establecimiento de la vegetación (Pennington y Sarukhán, 2005). La diferencia altitudinal entre las zonas altas y bajas no supera los 30 m. Ante tal entorno es posible planificar y realizar actividades de aprovechamiento con mayor facilidad. La presencia de chultunes y plataformas representan un agente modificador de la topografía en forma localizada.

SUELOS.

El suelo predominante en el predio recibe el nombre de *Kankab*, es de textura arcillosa y una coloración rojiza marcada, un estudio de la composición química y descripción *in situ* del suelo demostró que los suelos en el sitio poseen un ph entre 6,8 y 7,2, profundidad mayor a 40 cm, un horizonte argílico evidente y el material parental son rocas sedimentarias calcáreas particularmente calizas compuestas por carbonatos de calcio y cristales finos de origen cuarzítico visibles aún sin lupa. Este suelo de acuerdo con la clasificación del Soil Taxonomy System del USDA, pertenece al orden Mollisol con un régimen de precipitación de tres meses secos entre enero –marzo. Debido a las características mecánicas más que al régimen de precipitación, el uso agrícola del suelo representa ventajas por tener textura y drenaje adecuados, así como una presencia favorable de cationes de calcio y potasio.

HIDROLOGÍA.

El área de estudio se encuentra dentro de la región hidrológica: Yucatán Oeste: RH 31. Debido a las condiciones geológicas descritas por Beddows, (2002) y Bautista *et*

al. (2005), no existen corrientes superficiales, por lo que el agua llovida se infiltra en las capas internas formando corrientes subterráneas. El nivel freático del suelo varía entre los 30 y 160m de profundidad. Por tal razón la presencia de chultunes como estructuras de cisterna son las que proveyeron de agua a los pobladores del pasado. Según Bautista *et al*, (2005) las características químicas del agua que se puede obtener al cavar un pozo, no permiten su uso potable para consumo humano.

CLIMA:

El clima característico de la zona es el cálido subhúmedo (aw1) en el sistema de clasificación climática de Köppen, con lluvias en invierno y precipitaciones que varían entre 5 y 25 mm. La precipitación media anual es de 1050 mm con un periodo de lluvias de mayo a octubre siendo los más lluviosos los últimos meses (Salaya, 2006).

La temperatura media es de 26 °C, considerándose 19,5 °C como mínima y 32,5 °C como máxima.

Los vientos que soplan sobre esta área tienen el siguiente comportamiento durante el año: los vientos procedentes del Noroeste se presentan fundamentalmente en los meses de noviembre a marzo; para los meses de septiembre a octubre el viento que viene del norte tiende a alinearse en dirección este-oeste; durante los meses de junio a Agosto los vientos que afectan a esta región proceden del sureste; en mayo y abril estos vientos tienden poco a poco a orientarse en dirección sur-norte.

CARACTERIZACIÓN FAUNÍSTICA DEL PREDIO.

Por la posición geográfica de la selva se encuentra fauna básicamente neotropical, adaptada a un entorno florístico perturbado por la actividad del hombre. La frecuencia y abundancia de especies de flora como el Chicozapote (*Manilkara zapota*), Guayabillo (*Psidium sartorianum*), Napche (*Agonandra macrocarpa*) y especies del género *Diospyros* sp. resultan en una fuente importante de alimentos para animales frugívoros, desde aves hasta mamíferos.

A pesar de no utilizar método de medición de poblaciones de fauna, se observó evidencia de presencia de una serie de animales dentro de la zona de estudio. Para el

caso de mamíferos se constató de la presencia de armadillos (*Dasyus novemcinctus*), taltuzas (*Orthogeomys* sp.), osos hormigueros (*Tamandua mexicana*) y dos especies de venado, el cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el yuc (*Mazama gouazoubira*). Por otra parte, se conoce de la presencia en las cercanías de sitio de estudio de tepezcuintles (*Agouti paca*) y sereque (*Dasyprocta punctata*).

Con respecto a las aves hubo presencia de pavos ocelados (*Meleagris ocellata*), paloma morada, chachalacas (*Ortalis vetula*), urracas (*Cyanocorax yucatanica*), zopilotes (*Coragyps atratus*), corre caminos (*Geococcyx velox*), pájaro carpintero (*Campephilus imperialis*), gallina de monte (*Tinamus major*) y Pájaro Toh (*Eumomota superciliosa*).

En el caso de reptiles, la presencia de especies de tamaño mayor (escala métrica) es escasa, los trabajadores locales son conscientes encontrar serpientes de la especie nauyaca (*Bothrop bothrop*) y víbora de cascabel (*Crotalus catalinensis*) sólo en ocasiones excepcionales.

CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA DEL PREDIO.

La zona de estudio comprende 240 ha de selva en distintos grados de perturbación que recibe la clasificación de Selva Mediana Subcaducifolia (Pennington y Sarukhán, 2005) con características similares a las de las selva media subperennifolia con la excepción de presentar un régimen más seco lo que provoca la caída de hojas en un porcentaje de las especies.

Debido a las prácticas tradicionales de roza para el cultivo del maíz es que se pueden encontrar sitios que de acuerdo con trabajadores campesinos del rancho tienen edades entre los 5-9 años y otros con una madurez de 15 años o superior en la cobertura boscosa. La presencia de árboles remanentes principalmente de *Manilkara zapota* y *Piscidia piscipula* podrían causar algunas variaciones estructurales con respecto a lo citado anteriormente.

El área estudiada comprende una superficie de mayoritariamente compuesta de selva (ver Cuadro 4). Las evidencias encontradas en el campo sobre actividad antrópica

previa muestran un grado de perturbación de la masa selvática elevado; la presencia de necrosis y piroclastía en los afloramientos rocosos dentro de acahuales y selva muestran rasgos de quemadas en el pasado para establecer cultivos agrícolas. Por otro lado en el sitio se encontró un total de 38 unidades arqueológicas entre plataformas, chultunes (localmente conocidos como “cenotes”) y una pirámide de 30x30x11 m de dimensión (ver Anexo, mapa de uso del suelo). Bajo este entorno y condiciones es de esperarse una variabilidad mayor en la distribución horizontal del área basal y por ende en el volumen comercial.

Cuadro 4. Cantidad de superficie para cada tipo de cobertura vegetal en la zona de estudio.

Cobertura	Área (ha)	Porcentaje
Selva	183,5	76,5
Acahuales	52,5	21,9
Plantaciones	4	1,6
Total	240	100

LA ESTRUCTURA HORIZONTAL DE LA MASA ARBÓREA.

Para el análisis de las variables silviculturales se separó la información obtenida en: áreas de selva y acahuales. A pesar de esto, se puede observar una variación alta en la estructura horizontal de toda la superficie considerada como selva, el coeficiente de variación para el área basal de la selva se aproxima al 40% y en el volumen este parámetro supera el 100% (ver cuadro 5).

Cuadro 5. Promedio de variables silviculturales para la anualidad 11 del Rancho Lum Che con sus medidas de variación para dos tipos de cobertura vegetal. Obtenidos en el Inventario forestal.

Variable	Parámetro	Cobertura	
		Selva	Achual
Densidad (individuos/ha)	Promedio	568	298
	Desviación estándar	187	219
	Coficiente de variación	32.9	73
Área basal (m²/ha)	Promedio	13.1	5
	Desviación estándar	4	4
	Coficiente de variación	30.6 %	71 %
Volumen_{ccc} (m³/ha)	Promedio	2.3	0,1
	Desviación estándar	2.5	0,2
	Coficiente de variación	106 %	254 %

La razón de tal desproporción en las medidas de variación utilizadas para calificar el promedio de las variables en el estudio se debe por una parte a la naturaleza del sitio y su alta heterogeneidad en cuanto a la edad de la selva y de los achuales. La historia evolutiva en el desarrollo de la selva en estudio tiene como componente básico la intervención agrícola del hombre que con prácticas de quemas, rozas y cultivos rotativos a lo largo del tiempo han modificado la distribución horizontal de la masa vegetal. Tanto al recorrer los carriles como al observar los resultados por parcela se puede reconocer un patrón aleatorio de la distribución en la cobertura vegetal. Como prueba adicional del grado de perturbación del sitio en estudio muestra un análisis más detallado de la distribución diamétrica de la masa vegetal.

Se encontró para la masa arbórea un rango diamétrico que alcanza los 80 cm, y en ningún caso encontrado llega a los 90 cm, la especie que presentó mayor diámetro fue el Chicozapote (*Manilkara zapota*), el cual ha permanecido como remanente en sitios altamente perturbados dentro del predio estudiado. La distribución diamétrica presenta un típico comportamiento de jota invertida (ver figura 4) la cual muestra una mayor densidad de árboles que se encuentran en las primeras categorías diamétricas y conforme se avanza en las categorías, la densidad disminuye. Por lo que de acuerdo con Lamprecht, (1990) esto garantiza una promesa de reclutamiento de las especies arbóreas luego de un aprovechamiento. Sin embargo, la posibilidad de un

aprovechamiento en tiempo presente carece de beneficios mayores con respecto a la rentabilidad ya que como consecuencia del recargo de la densidad arbórea en categorías diamétricas inferiores a 30 cm; solamente un 3,3% de la población arbórea por encima de 10 cm de diámetro es potencialmente aprovechable en la actualidad. Lo anterior se ve reflejado en un mismo patrón para las otras variables silviculturales de área basal y volumen comercial el cual se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Distribución diamétrica de tres variables silviculturales de abundancia (N/ha), área basal (m²/ha) y volumen comercial (m³/ha) para toda la masa arbórea.

Cobertura	Variable	Categoría diamétrica (cm)						Total general
		10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	70-80	
Selva	N/ha	454	94	15	4	<1	<1	568
	G (m ² /ha)	6,85	4,28	1,38	0,55	0,03	0,06	13,15
	V _{ccc} (m ³ /ha)*	16,11	9,04	2,98	0,95	0,18	0,29	29,55
Acahual	N/ha	266	31	1	-	-	-	298
	G (m ² /ha)	3,84	1,28	0,14	-	-	-	5,26
	V _{ccc} (m ³ /ha)	6,32	2,11	0,16	-	-	-	8,60

Nota: * Volumen comercial proviene de toda la masa arbórea.

Para las categorías diamétricas superiores a 50-60 cm, la densidad arbórea es inferior a 1 individuo/ha (ver cuadro 6), por lo que se requerirá un ajuste en las tecnologías de aserrío y un mayor análisis de la demanda comercial para diámetros menores a 50 cm en las especies comerciales presentes².

² Las especies consideradas como comerciales se especifican en Materiales y Métodos/Elaboración del censo comercial/categorías de valor comercial.

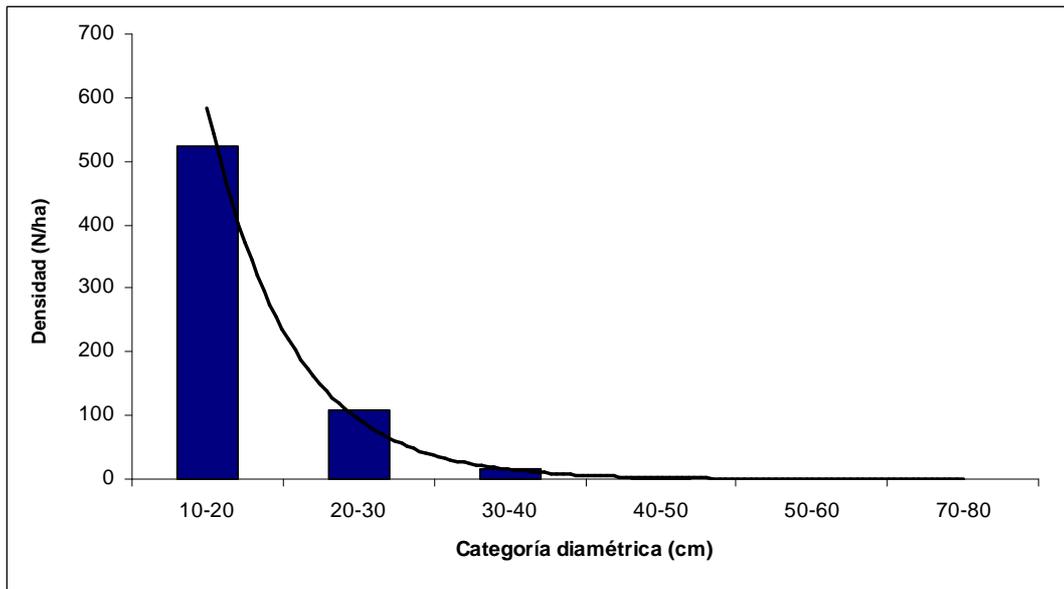


Figura 4. Curva de crecimiento en categorías diamétricas de la masa selvática en estudio.

A la hora de justificar el manejo silvicultural de tales especies es necesario conocer como se distribuye en forma diamétrica su abundancia por hectárea, ya que la información obtenida sobre la distribución para toda la masa es normalizada por la presencia de todas las especies en crecimiento del bosque (Lamprecht, 1990) y tal análisis no permite saber en detalle si las especies comerciales están creciendo en todas las categorías diamétricas o si sólo se encuentran en la selva con ciertos diámetros.

Cuadro 7. Distribución diamétrica de la abundancia (N/ha) para cuatro especies con valor comercial en el Rancho Lum Che.

Cobertura	Especie	Categoría diamétrica (cm)						Total general
		10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	70-80	
Selva	Chaka	69	21	3	<1	0	0	93
	Jabin	63	15	3	1	<1	<1	81
	Tinto	6	1	1	<1	0	0	8
	Tzalam	79	41	8	2	0	0	130
Acahual	Chaka	28	4	<1	-	-	-	32
	Jabin	70	14	<1	-	-	-	85
	Tinto	4	1	-	-	-	-	5
	Tzalam	93	9	<1	-	-	-	103
Total general		454	94	15	4	<1	<1	568

Por lo anterior, se hace una separación de la información contenida en la Figura 4, para ser analizada en forma seccionada. El cuadro 7 muestra un contraste entre selva y acahual para la distribución diamétrica de las cuatro especies comerciales, en el cual no se presentan individuos de ninguna especie por encima de 40 cm a lo largo de las zonas de acahual. Por su parte, en las áreas de selva se encuentra que el Jabin (*Piscidia piscipula*) es la única especie presente con diámetros superiores a 50 cm (ver Cuadro 7).

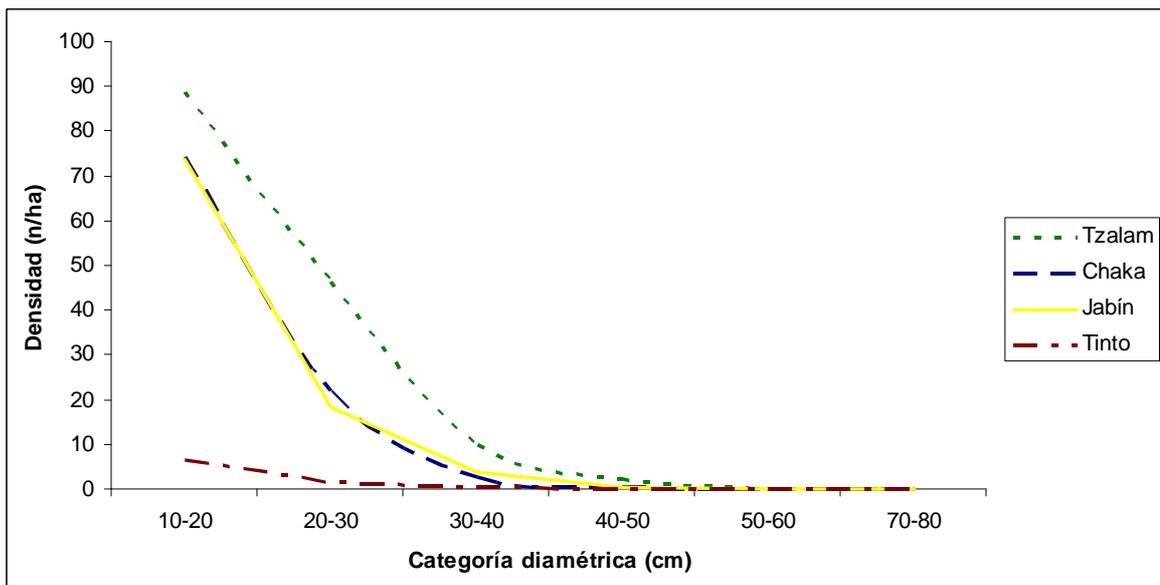


Figura 5. Curva de crecimiento en categorías diamétricas para cuatro especies comerciales Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), Chaka (*Bursera simaruba*), Jabin (*Piscidia piscipula*) y Tinto (*Haematoxylum campechianum*).

Para el caso concreto de las cuatro especies comerciales, la forma de la curva de crecimiento coincide con la curva general (ver figuras 4 y 5), esto indica que la extracción actual de madera no causará un desbalance en la abundancia de las especies pues existe una reserva de individuos en las categorías diamétricas inferiores que repondrán la masa existente.

Con respecto a las especies de alto valor comercial (AMV)³, se presenta un análisis similar al anterior en el que se destaca la baja presencia de estas especies en

³ Ver definición de estas especies en el capítulo de Materiales y Métodos/Elaboración del censo comercial/Categorías de valor comercial.

comparación con las de uso comercial actual. Por lo que su uso en la industria de aserrío asociada al rancho Lum Che es limitado o nulo en la actualidad.

Cuadro 8. Distribución diamétrica de abundancia (N/ha) para las especies con alto valor comercial (AMV) en el Rancho Lum Che.

Especie	Nombre científico	Categoría diamétrica			Total
		10-20	20-30	40-50	
Bojon	<i>Cordia gerascanthus</i>	3	<1	-	3
Box Chechen	<i>Metopium brownei</i>	<1	<1	-	<1
Chakte Viga	<i>Caesalpinia platyloba</i>	4	-	-	4
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	<1	<1	<1	1
Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	<1	<1	-	1
Granadillo	<i>Platymiscium pinnatum</i>	2	<1	-	2
Ya'ax ek'	<i>Chloroleucon mangense</i>	1	<1	-	1

Los datos presentados en el cuadro 8, al ser comparados con los resultados del censo se obtienen tanto similitudes como diferencias al observarse que la categoría diamétrica de 30-40 cm, está vacía para los datos del inventario, contrario a lo obtenido en el censo comercial, donde se pueden encontrar individuos de tres especies de alto valor comercial (Ver anexos, cuadro 3). Por otra parte, la distribución para Chakte viga (*Caesalpinia platyloba*) en el inventario coincide con que no se registraron individuos en el censo comercial. Sin embargo, existe una cabida en la explotación de esta especie para la construcción de palapas en la que se usan diámetros de 20 cm o menos.

El hecho de mayor repercusión en el manejo de estas especies con alto valor comercial es que su presencia se reporta en el inventario, garantizando la restitución y colonización futura en el área boscosa del predio de estudio, por lo que a la hora de implementar los tratamientos silviculturales se recomienda dar atención a los individuos de especies valiosas para potenciar su desarrollo y expansión.

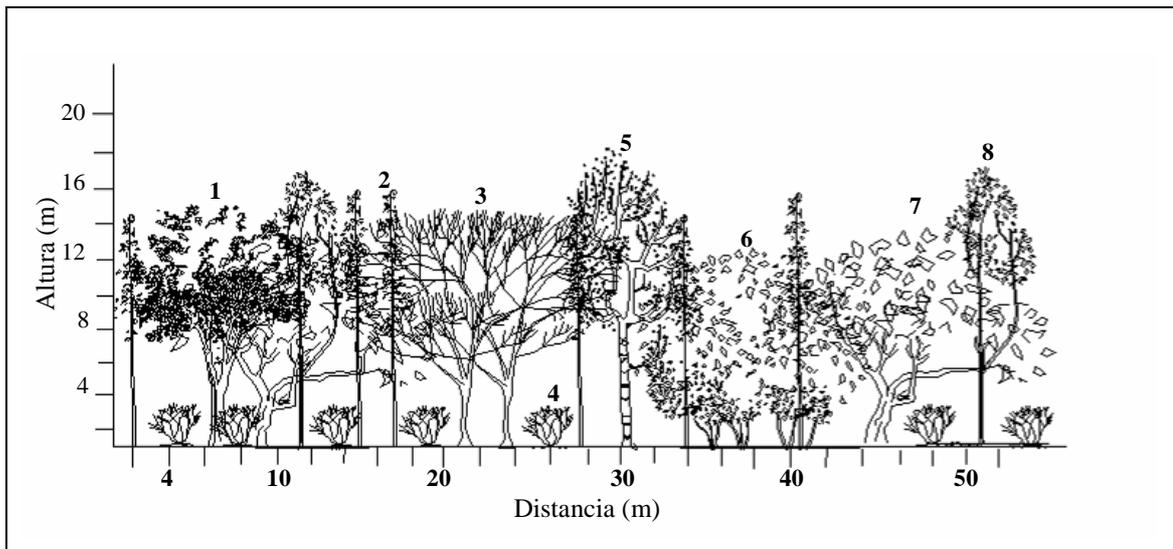
LA ESTRUCTURA VERTICAL DE LA MASA ARBÓREA.

Existe de una codominancia de copas generalizada en los estratos arbóreos del predio de estudio. Esto reduce la masa arbórea a la definición de una estructura coetánea de árboles que están creciendo y compitiendo con individuos de la misma generación y que existen árboles o parches de árboles remanentes que alteran este patrón.

Las alturas promedio del dosel superior para la selva alcanzan los 15-20 m, en las selvas con menor edad los doseles superiores se encuentran a una altura de 10-12 m (ver figura 6). Hay una ausencia tácita de copas emergentes siendo por lo general codominantes y con formas de copa entre 2-3, como consecuencia de la competencia entre individuos coetáneos por alcanzar el dosel superior.

Para el caso de acahuales, las alturas de los árboles varían entre 4 m y 9 m, el dosel suele estar abierto lo que permite un estrato herbáceo más prominente y una densidad de lianas que supera el 80% de presencia en los árboles.

El patrón descrito anteriormente sólo se vuelve discontinuo en aquellos sitios con presencia de árboles remanentes de selvas anteriores, principalmente especies de *Manilkara zapota* y *Piscidia piscipula*. En torno a estos individuos, que en algunos se encontraron agrupados en parches, se forma una estructura vertical más diversa con posiciones de copa entre 1 y 4 diferenciándose hasta tres estratos. La ausencia de lianas en estos sitios es marcada, esto permite deducir que las especies de lianas presentes en la selva estudiada pertenecen mayoritariamente a gremios ecológicos heliófitos.



Fuente: Autor del informe.

Especies: 1= *Piscidia piscipula*, 2=*Lonchocarpus yucatanensis*, 3=*Lysiloma latisiliquum*, 4=*Croton* spp., 5=*Manilkara zapota*, 6= *Gymnopodium floribundum*, 7=*Vitex gaumeri*, 8=*Thouinia paucidentata*

Figura 6. Estructura vertical de la Selva Mediana Subcaducifolia en el Rancho Lum Che.

En el caso de la Selva Mediana Subcaducifolia graficada en la figura 6, se observa que las especies de *Piscidia piscipula*, *Lysiloma latisiliquum*, *Vitex gaumeri* y *Manilkara zapota*, muestran una mayor amplitud en su estructura y son las que ocupan mayor espacio. Otras, especies como *Lonchocarpus yucatanensis* y *Thouinia paucidentata*, poseen una estructura vertical más estrecha con copas de menor tamaño, pero con fustes largos y erectos que le permite a esta especie nivelarse con el dosel superior dominado por las especies de diámetros mayores.

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA.

Las especies reportadas por Pennington y Sarukhán, (2005), para el tipo de selva en cuestión concuerdan en tipo pero no en el orden importancia. En general se encontró una abundancia de 77 especies para la cobertura selvática y 36 especies para las zonas de acahuals en una superficie de 9,6 ha, mostrando una reducción a la mitad en la diversidad florística de las unidades de acahuals, esto porque el grado de madurez del ecosistema y la pobre cobertura del dosel no ha permitido el establecimiento de nuevas especies (Louman *et al.* 2001). Un análisis del “peso

ecológico” de las especies presentes a partir del Índice de Valor de Importancia (I.V.I) demostró que la especie con mayor presencia es *Lysiloma latisiliquum*, seguido por *Bursera simaruba* y en tercer lugar *Piscidia piscipula* (Ver cuadro 9).

Cuadro 9. Índice de Valor de Importancia para las diez especies más importantes de la selva en estudio, Rancho Lum Che.

#	Nombre común	Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		I.V.I.
			Absoluta (N/ha)	Relativa (%)	Absoluta (m ² /ha)	Relativa (%)	Absoluta (n)	Relativa (%)	
1	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	99	23,30	4,31	21,03	35	4,79	49,13
2	Chaka	<i>Bursera simaruba</i>	67	15,72	2,04	9,95	37	5,07	30,74
3	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	65	15,30	2,11	10,29	37	5,07	30,66
4	Xuul	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	47	11,14	0,97	4,72	30	4,11	19,96
5	K'anchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	32	7,49	0,83	4,04	26	3,56	15,09
6	Ya`axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	14	3,20	0,55	2,68	35	4,79	10,68
7	Tinto	<i>Haematoxylum campechianum</i>	6	1,32	0,36	1,76	20	2,74	5,82
8	Bakal-che	<i>Bourreria pulchra</i>	7	1,60	0,19	0,93	24	3,29	5,81
9	Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	7	1,60	0,16	0,76	25	3,42	5,78
10	Lum Che	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	5	1,26	0,19	0,95	26	3,56	5,77
Subtotal 10 especies			348	81,93	11,70	57,10	295	40,41	179,44
Subtotal 67 especies			77	18	9	43	435	60	121
Total 77 especies			425	100	20,49	100	730	100	300

Las siguientes dos especies con mayor I.V.I. (*Lonchocarpus yucatanensis* y *Thouinia paucidentata*) a pesar de no tener un uso como madera para aserrío por sus diámetros generalmente inferiores a 20 cm; sí poseen el potencial para ser usados como postes

estructurales en la construcción de palapas. El Ya`axnik (*Vitex gaumeri*) aunque posee diámetros útiles para aserrío, la tasa de enfermedades y daños por pudrición del fuste la convierten en una especie difícil de aprovechar en el rancho. La especie de Tinto (*Haematoxylum campechianum*) tiene su uso no en la industria de aserrío sino en la extracción de tintes a partir de su madera. Sin embargo, su baja abundancia y frecuencia la hacen difícil de localizar en el predio de estudio, por lo que su explotación en el presente es limitada y se requerirán medidas de apoyo para que su abundancia aumente para el próximo turno de corta.

Por su parte especies como Bakal-che (*Bourreria pulchra*) y Dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*) forman parte de subdosel y son fuente importante de miel en la región. El Lum Che o “árbol de tierra”, (*Karwinskia humboldtiana*) es la especie a la cual se le debe el nombre del rancho. Esta presenta un I.V.I comparable en magnitud con las otras dos especies anteriores y fue la única de las últimas tres que presentó diámetros suficientes para poder ingresar en el censo comercial.

Por lo anterior, los datos sobre dominancia y abundancia en el I.V.I respaldan el uso tentativo que se le pretende dar a masa boscosa del sitio, porque dicho índice indica que las especies con interés comercial son las de mayor “peso ecológico”. En una parte la extracción de trozas para la industria del aserrío para las tres especies más comerciales (*Lysiloma latisiliquum*, *Bursera simaruba* y *Piscidia piscipula*) y por otro lado la extracción de fustes para la construcción de palapas.

Con respecto al I.V.I en las áreas de acahual se genera una variante si se compara con la selva, pues algunas especies heliófitas ocupan más espacio como lo son *Acacia pennatula*, *Acacia gaumeri* y *Cochlospermum vitifolium*. No obstante, la especies más dominantes en la selva también lo son para los acahuales en concreto *Lysiloma latisiliquum*, *Piscidia piscipula* y *Bursera simaruba* (ver cuadro 10).

Cuadro 10. Índice de Valor de Importancia para las diez especies más importantes del Acahual en estudio, Rancho Lum Che.

#	Nombre común	Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		I.V.I.
			Absoluta (N/ha)	Relativa (%)	Absoluta (m ² /ha)	Relativa (%)	Absoluta (n)	Relativa (%)	
1	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	3	22,96	2,30	23,97	7	7,69	54,62
2	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	2	14,72	1,72	17,93	9	9,89	42,54
3	Bakal-che	<i>Bourreria pulchra</i>	1	10,13	1,13	11,72	1	1,10	22,96
4	Chaka	<i>Bursera simaruba</i>	1	7,13	0,73	7,62	7	7,69	22,45
5	Xuul	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	1	4,34	0,27	2,81	4	4,40	11,55
6	Ya`axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	<1	2,35	0,36	3,77	4	4,40	10,51
7	Chimay	<i>Acacia pennatula</i>	<1	1,69	0,17	1,75	6	6,59	10,03
8	Tinto	<i>Haematoxylum campechianum</i>	<1	1,81	0,25	2,61	4	4,40	8,82
9	Bosh catzin	<i>Acacia gaumeri</i>	<1	2,90	0,19	2,02	3	3,30	8,21
10	Chu`un	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	<1	2,90	0,28	2,90	2	2,20	7,99
Subtotal 10 especies			9	70,93	7	77,10	47	51,65	199,68
Subtotal 26 especies			4	29,1	2,20	22,9	44	48,4	100,3
Total 36 especies			13	100	9,60	100	91	100	300

Otras especies con un I.V.I similar en orden consecutivo se encontraron formando rodales o nichos de concentración dentro del acahual. Estas especies poseen un comportamiento gregario y por lo que su frecuencia no es tan uniforme, tal es el caso de Sak catzin (*Mimosa bahamensis*) y Tzaj itza (*Neomillspaughia emarginata*). Se caracterizan por su porte pequeño (2-3 m de altura) y la alta producción de semillas de estas especies podría ser una causa que explicaría la presencia densa de estas especies en algunos sitios del acahual.

ANÁLISIS POR PARCELA DE LOS DATOS DE INVENTARIO.

Se presenta un resumen de la información obtenida a nivel de parcelas, esto complementa y define de forma separada el comportamiento de las variables silviculturales medidas en cada parcela de muestreo así como su ubicación en el predio.

Cuadro 11. Resumen de promedios (X) y totales de las variables silviculturales cuantificadas en el inventario para cada parcela de muestro establecida.

Carril	Parcela	N/ha	N/ha >25cm	X Diámetro (cm)	X Hc (m)	X Ht (cm)	X Calidad	X Fitosanidad	X Posición de copa	X Forma de copa	X Lianas	G (m ² /ha)	Vcc (m ³ /ha)	Tipo de cobertura
2	1	458	38	15,9	4	8	2	1	2	3	1	10,89	5,113	Selva
2	2	687	38	14,8	4	9	2	1	2	3	1	13,34	3,182	Selva
2	3	917	63	15,9	3	10	3	1	2	3	1	20,1	0,000	Selva
2	4	600	50	15,9	3	9	2	1	2	3	1	13,96	5,141	Selva
3	5	521	29	15,1	3	8	2	1	2	3	2	10,19	0,289	Selva
3	6	613	13	14,7	3	8	2	1	2	3	2	11,3	0,681	Acahual
3	8	554	42	15,7	4	7	2	1	2	3	1	12,01	2,994	Selva
4	9	350	38	15,4	3	8	2	1	2	3	2	7,38	1,497	Selva
4	10	583	75	17,6	3	9	2	1	2	3	1	16,13	1,589	Selva
4	11	775	71	16,4	4	11	2	1	2	3	1	18,54	1,115	Selva
4	12	945	38	14,9	5	12	2	1	2	3	1	18,45	0,246	Selva
5	13	200	13	15	2,5	7	2	1	2	3	2	3,97	0,000	Acahual
5	14	329	38	15,9	2	8	2	1	2	3	1	8,62	0,000	Selva
5	15	604	38	15,2	4	10	2	1	2	3	1	12,16	0,177	Selva
5	16	921	63	15,5	2	13	2	1	2	3	1	19,9	1,149	Selva
6	18	708	79	17,2	4	12	2	1	2	3	1	18,4	2,843	Selva
6	19	429	17	15,6	3	7	2	1	2	3	2	9,05	0,000	Selva
7	20	345	25	15,1	3	8	2	1	2	3	2	7,03	3,058	Selva
7	22	496	38	15,8	3	10	2	1	2	3	2	11,64	5,570	Selva
7	23	463	38	15,2	3	10	2	1	2	3	2	9,45	3,259	Selva
8	24	8	<1	14,2	1	4	2	1	2	1	2	0,143	0,000	Acahual
8	25	163	8	16,7	2	7	2	1	2	2	2	3,9	0,000	Acahual
8	26	146	21	14,2	3	8	2	1	2	3	2	6,28	5,205	Selva
8	27	508	<1	13	2	7	2	1	2	3	2	7	0,000	Acahual
9	28	675	63	16,7	5	11	2	1	2	3	1	17,02	0,000	Selva
9	30	525	4	14,8	3	10	2	1	2	2	1	9,61	0,000	Acahual
9	31	413	38	16,3	3	9	2	1	2	3	1	10,86	4,022	Selva
10	32	263	8	15,3	3	8	2	1	2	2	2	5,21	0,000	Acahual
10	34	592	63	17	3	11	2	1	2	3	1	15,31	3,208	Selva
10	35	292	42	17,6	3	8	2	1	2	3	2	8,38	0,363	Selva
11	36	513	21	15,3	3	8	2	1	2	3	2	10,12	0,000	Selva

Carril	Parcela	N/ha	N/ha >25cm	X Diámetro (cm)	X Hc (m)	X Ht (cm)	X Calidad	X Fitosanidad	X Posición de copa	X Forma de copa	X Lianas	G (m ² /ha)	Vcc (m ³ /ha)	Tipo de cobertura
11	37	33	<1	11,3	2	5	2	1	2	2	1	0,34	0,000	Acahual
11	38	367	4	13,7	2	6	2	1	2	2	2	5,81	0,000	Acahual
12	40	787	46	15,8	5	10	2	1	2	3	1	17,3	1,138	Selva
12	41	692	92	16,7	5	11	2	1	2	3	1	17,51	11,467	Selva
12	42	638	71	16,5	4	11	2	1	2	3	1	15,58	3,392	Selva
12	43	467	29	16	4	10	2	1	2	3	2	10,49	1,870	Selva
13	44	500	67	16,6	5	11	2	1	2	3	1	13,11	3,089	Selva
13	45	604	46	16,1	5	11	2	1	2	3	2	13,73	0,974	Selva
13	46	613	38	16,6	3	10	2	1	2	3	2	14,54	0,000	Selva
12	31	568	47	16	4	10	2	1	2	3	1	13,1	2,3	Selva
12	9	298	6	14	2	7	2	1	2	2	2	5	0,1	Acahual

El uso de estas variables en forma sistemática permitió hacer análisis espaciales de la cobertura vegetal y con ello establecer las mejores prácticas silviculturales que amplíen el potencial productivo del área.

En función de los datos de densidad de individuos/ha a partir de 25 cm de diámetro y el área basal (m²/ha) se utilizaron los criterios para la clasificación del tipo de cobertura entre selva y acahual (ver cuadro 11).

Una distribución espacial de las parcelas y su localización en cada carril se muestra en el Anexo: *Ubicación espacial de las parcelas*

EL CENSO COMERCIAL.

En función del DMC se midió y georreferenció un total de 1248 árboles y ramas con dimensiones aprovechables para todas las especies arbóreas incluyendo aquellas que no tienen un uso actual o directo en la industria forestal de aserrío cercana al rancho Lum Che. De este grupo inicial, se descartó una cantidad de árboles utilizando los criterios descritos en la metodología del censo, los cuales permiten eliminar aquellos individuos que no cumplen con las mejores características para ser empleados en la industria del aserrío. Así, un total de 632 individuos con un volumen comercial acumulado de 156,6 m³ para las cuatro especies comerciales más importantes

satisface los requisitos de calidad, estado fitosanitario y tamaño de fuste. No obstante, existe un grupo de 36 árboles principalmente de *Lysiloma latisiliquum*, con un volumen comercial acumulado de 9,59 m³ que se encuentra dentro de las zonas de amortiguamiento para la protección de restos arqueológicos en el predio (ver cuadro 12). Estos árboles también cumplen con los requisitos de calidad para ser aserrados y comercializados. No obstante, se consideró su conservación *in situ*, para la protección de los restos arqueológicos y que estos árboles funjan como islas de dispersión de semillas al resto de la superficie arbórea.

Cuadro 12. Distribución del Volumen comercial y cantidad de árboles censados en función de categorías de valor comercial.

Categoría	Cantidad (n)	Volumen (m³)	Porcentaje (%)*
Árbol Comercial (AC)	632	156,6	55,6
Árbol en Área Protegida (AAP)	36	9,59	3,4
Árbol Remanente (AR)	382	58,77	20,9
Árbol Muy Valioso (AMV)	44	17,67	6,3
<i>Remanencia</i> (AMV-AR)	10	3,78	1,3
Árbol no comercial (ANC)	144	35,38	12,5
TOTAL	1248	281,79	100

Nota: La definición de cada categoría se explica en el capítulo de Materiales y Métodos página 37.

* Porcentajes a partir del volumen.

Para el caso concreto de la especie *Lysiloma latisiliquum*, se hizo una restricción clara en cuanto al estado fitosanitario, y sólo se aceptaron aquellos individuos libres de hongos como “árboles comerciales”. Pues de acuerdo con Flores, (2008), basta con observar un signo de “hongo de oreja” en la base del tronco para confirmar que la troza de madera se encuentra dañada y no es aprovechable en el aserrío. Esta acción garantiza que los volúmenes reportados para la comercialización no se verán diezmados por defectos fitosanitarios.

Para el caso de *Piscidia piscipula*, se toleró la presencia moderada (1 o 2 orejas) de signos de “hongo de oreja”, debido a que se ha observado que esta especie muestra una mayor resistencia a la pudrición del hongo por la dureza de su madera.

El propósito del cuadro 13 es comparar la disponibilidad de madera para aserrío (AC) en contraste con el volumen de aquellos árboles con calidad desfavorable (AR) y aquellos que se encuentran dentro de las zonas de amortiguamiento (AAP). Esto permite conocer en detalle cuánto volumen se deja de percibir por mala calidad de los árboles y estimar el valor que tiene la aplicación de tratamientos silviculturales para corregir el volumen desaprovechable en la próxima cosecha al final del turno de corta.

Cuadro 13. Distribución del volumen comercial y cantidad de las cuatro especies con uso comercial actual en función de tres categorías de valor comercial.

Especie	AC		AAP		AR		Total general	
	Cantidad (n)	Volumen (m ³)	Cantidad (n)	Volumen (m ³)	Cantidad (n)	Volumen (m ³)	Cantidad (n)	Volumen (m ³)
Chaka	236	63,57	13	5,13	18	4,60	267	73,30
Jabin	133	50,53	8	2,32	65	15,32	206	68,17
Tzalam	250	39,40	15	2,14	259	33,54	524	75,08
Tinto	13	3,10	0	0,00	25	3,68	38	6,77
Total general	632	156,6	36	9,59	367	57,13	1035	223,32

Nota: AAP: Árbol en área protegida.

AC: Árbol Comercial.

AR: Árbol Remanente.

Como resultado de la mala calidad de individuos para uso en aserrío se observa que en el caso de *Lysiloma latisiliquum*, la cantidad de árboles remanentes es mayor a la de árboles comerciales (ver cuadro 13). Las causas de tal estadística se reducen a dos factores: **a)** la susceptibilidad fitopatológica de la especie (32% de la especie censada presenta signos de hongo) y **b)** el grado de bifurcación por debajo de 2 m de altura en fustes de individuos que se encuentran creciendo en selvas jóvenes y que por su madurez no se han desarrollado fustes rectos y altos.

En el Cuadro 2 del Anexo, se presenta un resumen de resultados obtenidos con las variables silviculturales en el censo para cada individuo de cuatro especies con uso comercial actual (*Lysiloma latisiliquum*, *Piscidia piscipula*, *Bursera simaruba* y

Haematoxylum campechianum) y que por sus características de calidad de fuste, estado fitosanitario y ubicación espacial son candidatos potenciales para su cosecha, de la misma manera los cuadros 3 y 4 presentan información sobre los árboles restantes en grupos definidos (ver capítulo Materiales y Métodos sobre “El censo comercial”).

Para las cuatro especies con valor comercial citadas anteriormente se muestra un cuadro de resumen de las variables silviculturales obtenidas en cada una, en función de la calidad de fuste y la categoría diamétrica. La siguiente serie de cuadros comparativos muestra que *Bursera simaruba* presenta el mayor volumen y cantidad de individuos cuantificados.

Cuadro 14. Resumen de variables silviculturales para *Bursera simaruba* en función de la calidad de fuste y categorías diamétricas.

Calidad de fuste	Variable	Categoría diamétrica			Total general
		30-40	40-50	50-60	
1	Cantidad absoluta	130	8	2	140
	\bar{X} Hc (m)*	5	4	9	6
	V_{cc} (m ³)	36,423	2,904	2,450	41,777
2	Cantidad absoluta	110	3		113
	\bar{X} Hc (m)	5	3		4
	V_{cc} (m ³)	27,285	0,747		28,032
3	Cantidad absoluta	12	1	1	14
	\bar{X} Hc (m)	5	4	2	4
	V_{cc} (m ³)	2,932	0,385	0,178	3,495
Total árboles		252	12	3	267
Total volumen V_{cc} (m³)		66,64	4,036	2,628	73,304

Nota: * Promedio de la altura comercial.

Contrario a *Lysiloma latisiliquum*, la mayor cantidad de individuos de *Bursera simaruba* se encuentra en la categoría de calidad de fuste 1 (ver Cuadro 14), ya que esta especie se caracteriza por producir fustes rectos y largos, los cuales suelen ser usados en la industria de los contrachapados (Pennington y Sarukhán, 2005). Esta especie es la que presenta mayor volumen en el censo comercial, básicamente por el hecho de tener fustes con mayor altura y calidad que las otras tres especies.

Cuadro 15. Resumen de variables silviculturales para *Piscidia piscipula* en función de la calidad de fuste y categorías diamétricas.

Calidad de fuste	Variable	Categoría diamétrica (cm)					Total general
		30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	
1	Cantidad absoluta	30	4	4			38
	\bar{X} Hc (m)*	5	6	6			6
	V_{cc} (m ³)	9,027	2,417	3,501			14,945
2	Cantidad absoluta	82	17	4	2		105
	\bar{X} Hc (m)	5	6	7	7		6
	V_{cc} (m ³)	23,606	8,835	3,741	2,226		38,409
3	Cantidad absoluta	27	8	4		1	40
	\bar{X} Hc (m)	4	4	6		7	5
	V_{cc} (m ³)	5,982	3,342	2,964		1,797	14,085
4	Cantidad absoluta	16	5	2			23
Total árboles		155	34	14	2	1	206
Total volumen V_{cc} (m³)		38,615	14,594	10,206	2,226	1,797	67,439

Nota: * Promedio de la altura comercial.

El Jabin (*Piscidia piscipula*) es la segunda especie con características silviculturales más aptas para la cosecha, contrario a lo encontrado por Salaya, (2006) quien la define como la primera. Las longitudes de fuste encontradas para esta especie son similares a las de *Bursera simaruba* (ver cuadros 14 y 15). Sin embargo, los daños por hongos, hendiduras y bases dañadas fueron frecuentes en los árboles censados; esto provocó un mayor recargo de individuos en la calidad de fuste 2.

Cuadro 16. Resumen de variables silviculturales para *Lysiloma latisiliquum* en función de la calidad de fuste y categorías diamétricas.

Calidad de fuste	Variable	Categoría diamétrica (cm)				Total general
		30-40	40-50	50-60	60-70	
1	Cantidad absoluta	127	10	1		138
	\bar{X} Hc (m)*	3	3	4		3
	V_{cc} (m ³)	18,085	3,456	0,564		22,106
2	Cantidad absoluta	190	22	1	1	214
	\bar{X} Hc (m)	3	2	3		3
	V_{cc} (m ³)	28,220	5,962	0,486	1,281	35,949
3	Cantidad absoluta	120	25	2		147
	\bar{X} Hc (m)	2	3	1		2
	V_{cc} (m ³)	12,201	4,505	0,317		17,023
4	Cantidad absoluta	21	4			25
Total árboles		458	61	4	1	524
Total volumen V_{cc} (m³)		58,507	13,923	1,368	1,281	75,078

Nota: * Promedio de la altura comercial.

El mayor recargo de individuos y volumen se encuentra en la calidad de fuste 2, con una menor concentración de la categoría tres (12,2 m³), (ver cuadro 16). La cantidad de volumen acumulada en la categoría 3, como se menciona anteriormente, perjudica notablemente la capacidad productiva de *Lysiloma latisiliquum* como especie en el Rancho Lum Che, haciendo que la magnitud de su volumen productivo (volumen finalmente aprovechable) se ubique en tercer lugar por debajo de *Bursera simaruba* y *Piscidia piscipula* a pesar de ser la especie más abundante y con mayor I.V.I.

En cuanto a una descripción de la distribución diamétrica de *Lysiloma latisiliquum* se observa que casi la totalidad del volumen aprovechable se encuentra en individuos con diámetros entre 30-40 cm, esto obliga a establecer un planteamiento sobre las estrategias de mercadeo y los nichos que puedan aceptar trozas con diámetro menos atractivos.

Cuadro 17. Resumen de variables silviculturales para *Haematoxylum campechianum* en función de la calidad de fuste y categorías diamétricas.

Calidad de fuste	Variable	Categoría diamétrica			Total general
		30-40	40-50	50-60	
1	Cantidad absoluta	2			2
	\bar{X} Hc (m)*	5			5
	V_{cc} (m ³)	0,593			0,593
2	Cantidad absoluta	8	2	1	11
	\bar{X} Hc (m)	3	4	4	4
	V_{cc} (m ³)	1,467	0,545	0,490	2,502
3	Cantidad absoluta	11	5	1	17
	\bar{X} Hc (m)	3	4	3	3
	V_{cc} (m ³)	1,736	1,567	0,372	3,675
4	Cantidad absoluta	6	2		8
Total árboles		27	9	2	38
Total volumen V_{cc} (m³)		3,796	2,112	0,862	6,77

Nota: * Promedio de la altura comercial.

Para el caso del Tinto (*Haematoxylum campechianum*), hubo un castigo fuerte en la clasificación de la calidad de fuste, debido a que es común encontrar fustes con hendiduras que traspasan el fuste. Sin embargo, esto deberá replantearse en estudios futuros ya que la clasificación de calidad de fuste es para madera de aserrío y el tinto tiene su uso como materia prima para la extracción de tintes; es por eso que su madera se comercializa por peso, por lo que se requerirán datos que permitan hacer correlaciones de diámetros y alturas medidas en campo con masa aprovechable final; y de esta forma hacer proyecciones adecuadas del potencial actual de madera *in situ*.

Como se observa en las cuatro especies, la carga numérica se traslada a la categoría diamétrica de 30-40 cm, esto concuerda con la Figura 4 de la jota invertida donde la mayor población vegetal se encuentra en las primeras categorías diamétricas y conforme se avanza a diámetros mayores la población disminuye. La especie que contiene las mayores categorías diamétricas y las mayores alturas en su fuste es el Jabín (*Piscidia piscipula*), pero debido a su menor abundancia en comparación con el Chaka (*Bursera simaruba*) y Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) no alcanza el primer lugar en cuanto a magnitud volumétrica.

Otras especies de alto valor comercial como *Platymiscium yucatanum*, *Manilkara zapota*, *Metopium brownei*, *Cordia gerascanthus* y *Cordia dodecandra*, son escasos en el predio, encontrando una predominancia de árboles de *Manilkara zapota*, solamente tres individuos de *Platymiscium yucatanum* y un individuo por encima del DMC, para cada una de las otras tres especies restantes (Ver cuadro 3, Anexos).

Debido a la escasez de estas especies citadas anteriormente, se requerirá de actividades que estimulen la repoblación de individuos como los tratamientos silviculturales propuestos en este informe además de la veda de tala para estas especies dentro del rancho. Para entonces poder considerar en el futuro una cosecha.

Para la especie de *Guaiacum sanctum*, no se reportó presencia ni en el inventario ni en el censo comercial, pero durante los recorridos dentro de la selva se observaron al menos 5 brinzales y latizales.

La descripción realizada sobre las especies censadas se resume en su distribución espacial tal y como se muestra en la figura 7, observando una distribución gregaria de la biomasa, en la que se forman nichos de alta densidad arbórea y zonas con ausencia total de árboles extraíbles, principalmente en los acahuales; esto como consecuencia de la perturbación otrora que provocó la formación posterior de acahuales.



Figura 7. Distribución de los árboles censados y los acahuales en el sitio de estudio.

DENSIDADES ACTUALES Y RESIDUALES.

Se calculó una proyección de las existencias de árboles a al final del turno de corta basada en la fórmula de incrementos propuesta por SINAC, (2008) que se basa en un incremento diamétrico medio anual de 0.5 cm, un turno de corta de 15 años y una tasa de mortalidad de 1.5 %. A pesar de que el modelo utilizado es basado en bosques húmedos tropicales con precipitaciones y crecimientos mayores, la veracidad de los datos podría verse diezmada. Sin embargo, las tasas de crecimiento reportadas por López *et al.* (2006) para el Chaka (*Bursera simaruba*) y López y Tamarit, (2005) para el Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) son congruentes con el incremento medio anual utilizado en la fórmula haciendo viable la aplicación del modelo de cálculo de incrementos propuesto.

Cuadro 18. Distribución diamétrica y cantidad de individuos aprovechables de cuatro especies comerciales para dos cosechas dentro del sistema silvicultural en la anualidad 11 del Rancho Lum Che.

Especie	Categoría diamétrica (cm)						Total General	Por extraer	Incremento	N en 15 años
	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80				
Chaka (<i>Bursera simaruba</i>)	290	252	12	3			267	236	217	248
Jabin (<i>Piscidia piscipula</i>)	178	155	34	14	2	1	206	133	134	207
Tzalam (<i>Lysiloma latisiliquum</i>)	527	458	61	4	1		524	250	395	669
Tinto (<i>Haematoxylum campechianum</i>)	31	27	9	2			38	13	23	48

La cantidad de individuos pertenecientes a la categoría diamétrica de 20-30 cm, es un valor estimado puesto que el DMC es de 30 y no se midieron árboles inferiores al DMC en el censo comercial. Para ese cálculo se consideró un incremento del 15% desde la categoría 30-40 cm a 20-30 cm, que de acuerdo Quesada, (2008) es un valor conservador que no causará una sobre estimación del cálculo de incremento. Un contraste con este porcentaje usado se hizo al observar el incremento porcentual en los datos del inventario para las mismas especies y mismas categorías diamétricas. El análisis mostró un promedio de incremento del 80% desde la categoría 30-40 cm a la categoría 20-30 cm para las cuatro especies; por lo que el uso de un 15% queda más que justificado.

De acuerdo con los resultados presentes en el cuadro 18, la cantidad de árboles presentes al final del turno de corta es superior a la cantidad de individuos talados en la primera cosecha. De esta manera, se garantiza un aprovechamiento sostenible en el que la masa extraída se reestablece en un tiempo de 15 años.

ESTADO FITOSANITARIO.

Se analizó el estado fitosanitario de dos especies comerciales para aserrío el Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) y el Jabin (*Piscidia piscipula*) por ser las más abundantes y por presentar un mayor grado de fitopatología. El problema fitosanitario principal es la aparición de hongos pertenecientes al orden Sphaeropsidales, conocidos como “hongos de oreja”. Estos hongos encontrados en el Rancho Lum Che, son metabolizadores de lignina, por lo que vuelven la madera blanda e inútil para el aserrío.

De las tres categorías de afección fitosanitaria utilizadas en el inventario y censo se hicieron dos grupos, los de categoría 1 considerados como sanos y los de categoría 2 y 3 considerados como enfermos. En términos generales se obtuvo para el Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) a partir del inventario un 16.6% de árboles enfermos en áreas de selva y un 9.5% en áreas de Acahual, para el censo la tasa de enfermedad fue mayor alcanzando un 32%, tal y como se muestra en el Cuadro 19.

Cuadro 19. Tasa de afección fitosanitaria en la especie de Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*).

Actividad	Cobertura	Afección (%)
Inventario	Selva	16.6
	Acahual	9.5
Censo	Selva	32

El grado de afección presentado en el cuadro anterior justifica la disminución del volumen aprovechable en una tercera parte, solamente debido a problemas fitosanitarios.

Con respecto al Jabin (*Piscidia piscipula*) se presentó un mayor grado de afección en comparación con el Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) para la población medida en el censo comercial (Ver Cuadro 20). Posiblemente los factores implicados en tal resultado radican en que para el caso del Jabin existe una mayor cantidad de árboles remanentes en categorías por encima de 60 cm, hecho que no ocurre para el Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*). Por ende existe una mayor densidad de árboles de Jabin

(*Piscidia piscipula*) en etapas seniles los cuales son más propensos al ataque de hongos y plagas de insectos.

Cuadro 20. Tasa de afección fitosanitaria en la especie de Jabin (*Piscidia piscipula*).

Actividad	Cobertura	Afección (%)
Inventario	Selva	13
	Achual	3.8
Censo	Selva	38

A pesar de una mayor presencia del fitopatología en *Piscidia piscipula*, podría esperarse que esta especie al ser más dura y resistente, así como tener fustes más largos que *Lysiloma latisiliquum* tolere mejor la incidencia del hongo y se permita aprovechar árboles con algún grado leve o moderado de hongos. Sin embargo, esta aseveración no es aplicable para el caso de *Lysiloma latisiliquum*, que de acuerdo con Flores, (2008) la simple presencia de hongo es indicador para desechar la troza. (Ver Figura 8).



Figura 8. Signos de “hongo de oreja” en dos especies censadas a) *Lysiloma latisiliquum* y b) *Piscidia piscipula*.

MAQUINARIA PARA LA EXTRACCIÓN Y TRASPORTE DE MADERA TALADA.

En este análisis se dará atención a las operaciones de transporte y acarreo de la madera dentro del Rancho, cuyo propósito es llevar la madera desde el sitio de tala al patio de acopio de la manera más eficiente.

El rancho Lum Che cuenta con dos tractores agrícolas dedicados al arrastre y transporte de madera.

Se cuenta con un Winch, para el arrastre de las trozas desde el sitio de tala hasta la pista de extracción, la distancia de acarreo del winch se estima en 50 m, con la posibilidad de realizar el “Método de Lingueo”, que consiste en agregar otro cable del mismo largo al cable del winch duplicando la distancia de arrastre a 100 m. El mecanismo implicado en esta actividad es que luego de ser arrollado el primer cable, se desprende la extensión de cable de la troza y se amarra nuevamente la troza con el cable original del winch para terminar de arrastrar el fuste hasta donde se encuentran el tractor. La aplicación de este método, según se ha observado por el autor, ha dado excelentes resultados en la disminución del impacto de aprovechamiento en bosques tropicales húmedos del Caribe de Costa Rica.

Otra maquinaria con que cuenta el rancho es una grúa marca Nokka de brazo hidráulico con carreta, adaptable a un tractor agrícola. La capacidad de levantamiento de la grúa es congruente con las dimensiones de las trozas por aprovechar en el predio (ver figura 9).

La capacidad de transporte de la grúa con carreta por viaje es de 3 m³ aproximadamente, tomando en cuenta el peso de las trozas como limitante principal más que la capacidad de volumen total de la carreta. Esta capacidad aumenta cuando se acarrean trozas de *Bursera simaruba*, que son más livianas en comparación con las otras tres especies comerciales.



Figura 9. Grúa hidráulica con carreta en funcionamiento.

Con la maquinaria disponible es factible transportar al patio de acopio un volumen promedio de 25 m³ por semana, Sin embargo, los límites de transporte pueden ampliarse con la obtención de un segundo winch, ya que para el caso del proceso de acarreo en la siguiente sección, el cuello de botella se encuentra en la fase de acarreo y la acumulación rápida de trozas para que sean cargadas y llevadas al patio de acopio del Rancho (Ver Figura 10).

LOGÍSTICA DE TRABAJO PROPUESTA PARA EL APROVECHAMIENTO.

Un mapa a escala con la ubicación de los árboles por talar se le proporcionará al ayudante de sierrista, el cual se encargará de localizar los árboles para talar y guiar al sierrista hacia ellos para ser talados.

Una cuadrilla o más cuadrillas de 2-4 personas se encargará de chapear y trazar las pistas de extracción. Una intervención de tractor de oruga para el establecimiento de las pistas de extracción como normalmente ocurre, subiría los costos de extracción en una proporción desfavorable, debido a las bajas densidades de madera y la calidad de las trozas en general.

Un tractor con winch, se encargará de acarrear las trozas desde el tocón hasta la pista de arrastre y las transportará hasta un sitio provisional de acopio donde otro tractor

con la grúa se encargarán de cargar las trozas a la carreta y llevarlas al patio de acopio en el plantel principal.

La adición de un tractor con un winch más, facilitará las actividades y el rendimiento del ciclo de producción propuesto. Sin embargo, el presente trabajo no tiene como objetivo la realización de un estudio de costos y rendimientos que permita una mejor calibración del método descrito, por lo que se recomienda un estudio futuro.

ANÁLISIS DEL ESTADO DE LOS CAMINOS Y PROPUESTA DE PISTAS DE EXTRACCIÓN.

El área de trabajo cuenta con una red de caminos ya establecida que permite un tránsito y acceso a todo el predio y en múltiples direcciones, esto facilita la movilización de maquinaria y operarios desde el plantel principal del Rancho Lum Che a las zonas de aprovechamiento. El patio de acopio tiene su ubicación a un costado del plantel principal del rancho y es donde se despacharán todas las trozas extraídas del bosque hacia los aserraderos donde se comercialice la madera.

Los extremos más alejados del patio de acopio se encuentran a una distancia de 3,3 km hasta los entronques de las pistas de extracción con los caminos de transporte (ver Figura 10). No obstante es necesario tomar en consideración la distancia de las pistas de extracción para tener una proyección concluyente de las distancias máximas de acceso a los árboles por talar.

El estado de los caminos establecidos es variado y empeora en los meses de lluvia complicando las operaciones de transporte de madera en esta época por lo que se recomienda efectuar las labores de aprovechamiento en los meses de menor precipitación.

La ruta 1 mostrada en la figura 10, corresponde a la mensura⁴ sur del rancho y no se encuentra en las mejores condiciones para el tránsito del tractor agrícola con su carga de madera, por lo que será necesario efectuar labores de allanamiento en los lomeríos por los que atraviesa el camino.

⁴ Mensura: Camino establecido que funciona como límite fronterizo con el inmueble de al lado.



Figura 10. Red actual de caminos y pistas propuestas para la extracción y transporte de madera al patio de acopio.

MATERIA PRIMA PARA PALAPAS.

De acuerdo con indagaciones de campo a las personas de la localidad y mercado de materias primas sobre las especies arbóreas que se encuentran en el rancho y tienen uso en la construcción de palapas, se encontraron ocho especies con uso potencial en forma de fustes delgados con diámetros entre 5 cm y 20 cm; y longitudes variando entre 4 m - 12 m. Las especies encontradas y su densidad por hectárea se muestran en el Cuadro 21.

Cuadro 21. Densidad de especies con uso potencial para la fabricación de palapas.

Especie	Nombre científico	Densidad (N/ha)
Xuul	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	65
K'anchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	51
Cokche	<i>Croton</i> sp.	36
Chakte Viga	<i>Caesalpinia platyloba</i>	10
Box sabacche	<i>Exostema caribaeum</i>	8
Lum Che	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	8
Subintul	<i>Acacia dolicoctachya</i>	7
Peres kuch	<i>Croton reflexifolius</i>	3
Total		188

Las densidades obtenidas hacen referencia a zonas específicas de alta densidad dentro del predio total de 240 ha, por lo que se requiere observar en la figura 11 donde se ubican esos sitios y de esa manera descartar aquellas zonas desprovistas de materia prima. El Xuul (*Lonchocarpus yucatanensis*) es la especie que encuentra la mayor densidad, mientras que en el caso Peres kuch (*Croton reflexifolius*) se encontraron algunos individuos en áreas localizadas de la región. Además de acuerdo con entrevistas realizadas *Croton reflexifolius* no es una especie comúnmente usada en la construcción de palapas. Las especies que presentan un mayor grado de favoritismo por su resistencia y/o dimensiones son *Caesalpinia platyloba*, *Karwinskia humboldtiana*, *Lonchocarpus yucatanensis* y *Croton* sp. Sin embargo, las densidades mostradas en el cuadro anterior corresponden a sitios localizados dentro de la zona de

estudio. La figura 11 muestra una proyección espacial de las zonas de concentración de individuos potenciales para su extracción a partir de datos del inventario forestal.

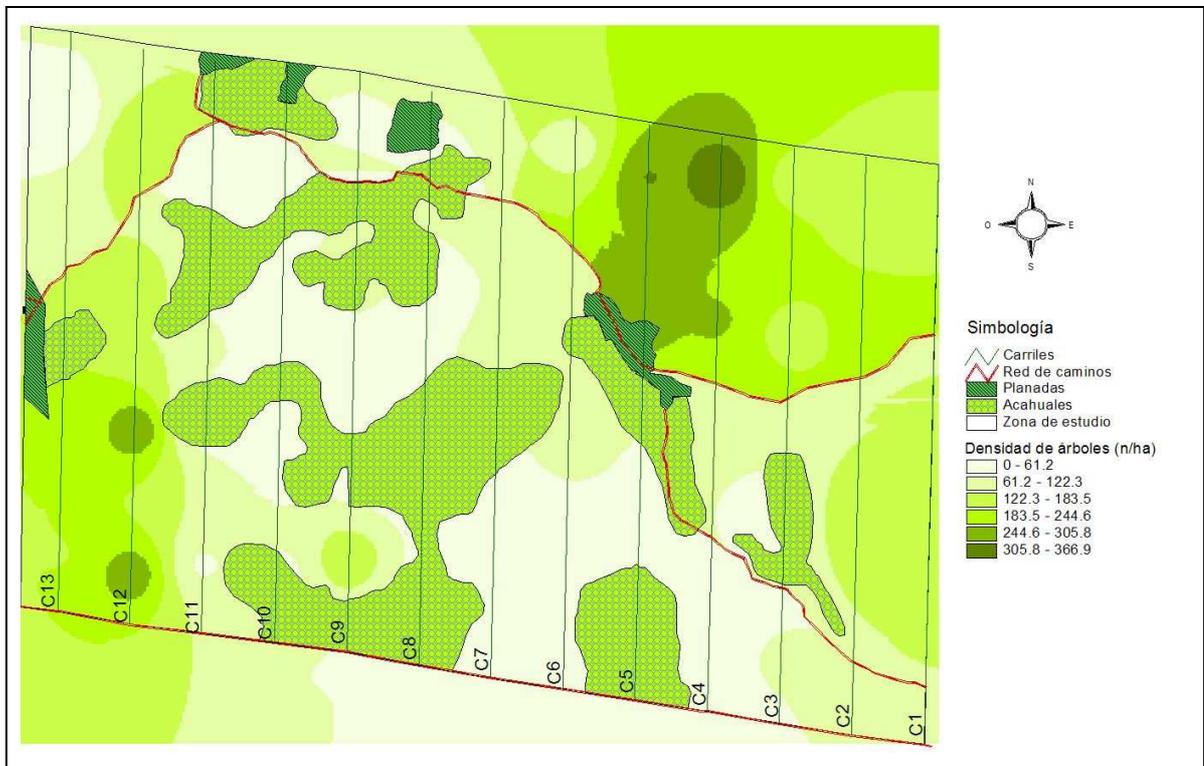


Figura 11. Distribución espacial de la densidad de árboles para la construcción de palapas.

En los extremos nor-oriental y sur-occidental del polígono de estudio es donde se encuentra la mayor concentración de árboles para construir palapas. La parte central recibió una alta perturbación humana en el pasado por lo que es donde se encuentra la mayor cantidad de acahuales. En estas zonas es raro encontrar la materia prima necesaria, ya que se requiere un mayor estado de madurez del bosque y subsecuentemente una altura de dosel suficiente (de 15 a 20 m) para que los árboles puedan desarrollar un fuste con una altura aprovechable.

LA ALTURA DE LOS FUSTES.

Como se explicó en la metodología, la altura comercial del árbol se mide a) desde el suelo hasta el punto de inserción de la copa, b) hasta que el diámetro disminuya a 25 cm, o cuando el grado de irregularidad del fuste no permite un aprovechamiento de

esa sección. Sin embargo, a pesar de que estos criterios funcionan para el aprovechamiento de madera rolliza, no resultan muy prácticos cuando se trata de búsqueda de materia prima para construir palapas. Debido a estas circunstancias es factible considerar que las alturas reportadas en el inventario son menores de las que efectivamente podrían encontrarse en el aprovechamiento, este es el caso de la especie Xuul (*Lonchocarpus yucatanensis*), la cual luego de medir la altura al punto de inserción de su copa, es frecuente observar en sus individuos una rama pivotante de forma erecta que puede en potencia aumentar la altura comercial hasta 12 m en algunos casos. El cuadro 22 presenta una síntesis de la densidad de individuos/ha en función de categorías altitudinales para las ocho especies.

Cuadro 22. Distribución en categorías altitudinales de la densidad de individuos (N/ha) con potencial para la fabricación de palapas, en ocho especies arbóreas.

Especie	Nombre científico	Categoría altitudinal (m)				Total general (N/ha)
		1-4	4-7	7-10	10-13	
Xuul	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	19	35	11	<1	65
K'anchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	32	17	2	0	51
Cokche	<i>Croton</i> sp.	31	5	0	0	36
Chakte Viga	<i>Caesalpinia platyloba</i>	6	4	<1	0	10
Lum Che	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	3	5	<1	0	8
Box sabacche	<i>Exostema caribaeum</i>	7	1	0	0	8
Subintul	<i>Acacia dolicoctachya</i>	5	2	<1	0	7
Peres kuch	<i>Croton reflexifolius</i>	1	1	0	0	3
Total general		104	70	14	<1	188

Lo citado anteriormente sobre los criterios de medición de altura comercial en el inventario, hace obligatorio creer que los datos del cuadro 22 puedan en efecto migrar hacia categorías altitudinales superiores, por lo que la validez de estos datos radica en la austeridad de su información y el garante de que a la hora de aprovechar fustes para constructores de palapas, puedan encontrarse en el predio fustes con longitudes que satisfagan un rango mayor de exigencias.

TRATAMIENTOS SILVICULTURALES.

El propósito de plantear la aplicación de tratamientos silviculturales es provocar una mejora sustancial en la calidad de fuste de la masa arbórea futura y disminuir para el caso del Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) la cantidad de árboles en calidades de fuste por debajo de 2, que de acuerdo con el cuadro 18 una cantidad de 172 árboles de Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) no es aprovechable por mala calidad del fuste.

Otro punto en consideración la condición coetánea y homogénea de la masa arbórea en la que se encuentran los árboles de especies comerciales compitiendo por un espacio, el hacer una intervención de liberación permitirá que los árboles con mejores características de desarrollo tengan más espacio para crecer.

El principio básico en los tratamientos es buscar a cuáles individuos se quiere beneficiar con la aplicación de un tratamiento, estos deben ser escogidos mediante un criterio experto basado en la especie, la calidad del fuste y su potencial general para producir madera en el futuro (Lamprecht, 1990; Quirós, 2001). A partir de esto se procede a las prácticas de manejo. Se recurrió al uso de variables como densidad de individuos/ha, presencia de lianas, posición de copa y forma de copa, para interpolar mediante un SIG, cuáles áreas requieren una mayor atención en dos de los tres tratamientos escogidos *Liberación y Corta de Lianas*.

El primer tratamiento propuesto por realizar es el de *Cosecha*, el cual además de considerarse como una actividad meramente productiva, en realidad es un factor que acelera el dinamismo del bosque, abre claros en el dosel y establece nuevos espacios en los cuales nuevos individuos pueden aprovechar para ocupar los sitios recién liberados. (Lamprecht, 1990; Quirós, 2001). Una vez aprovechada el área, se puede recurrir a aquellos sitios acorde con la planificación propuesta para entonces ejecutar los demás tratamientos silviculturales de *Liberación y Corta de Lianas*.

Para el tratamiento de *Corta de Lianas* se hizo un análisis espacial de aquellas zonas con presencia de lianas en una escala de baja presencia, media presencia y alta presencia, como se muestra en la figura 12. El carácter imperante en estos sitios de mayor densidad de lianas fue la presencia de árboles de especies comerciales (AC) y especies de alto valor comercial (AMV), rodeados de lianas tanto arrolladas en los

fustes como encima de la copa, sirviendo como obstáculo para el desarrollo de los árboles.

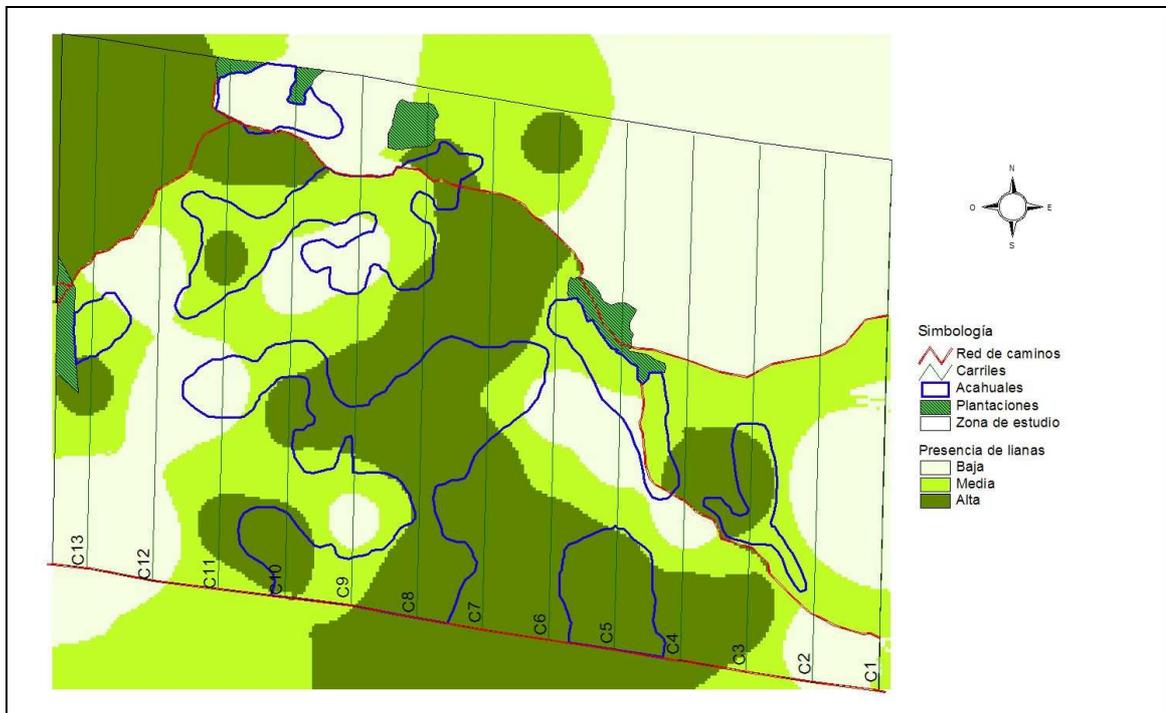


Figura 12. Distribución espacial de las zonas boscosas con presencia de lianas en tres niveles de severidad.

La interposición de una capa de árboles censados sobre la figura 12, mostrará que las agrupaciones de árboles aprovechables se encuentran en las zonas con menor presencia de lianas. Esto confirma lo observado en el campo sobre la presencia lianas: a medida que la madurez del bosque avanza, la densidad de lianas es menor. Por lo que la práctica de *Corta de Lianas* no esta destinada a preparar el bosque para una cosecha en el presente tal y como lo menciona Quirós, (2001); sino que está programada para sanear los árboles con diámetros inferiores a 30 cm en zonas menos maduras como acahuales y selvas con área basal cercana a 4 m²/ha para fortalecer su desarrollo con miras a la segunda cosecha en 15 años.

La figura 12 permite establecer cuales áreas requieren más atención a la hora de realizar prácticas de corta de lianas en los árboles potenciales. Sin embargo, existe otro componente para ser tomado en cuenta y es la de densidad de árboles/ha que se muestra en la figura 13.

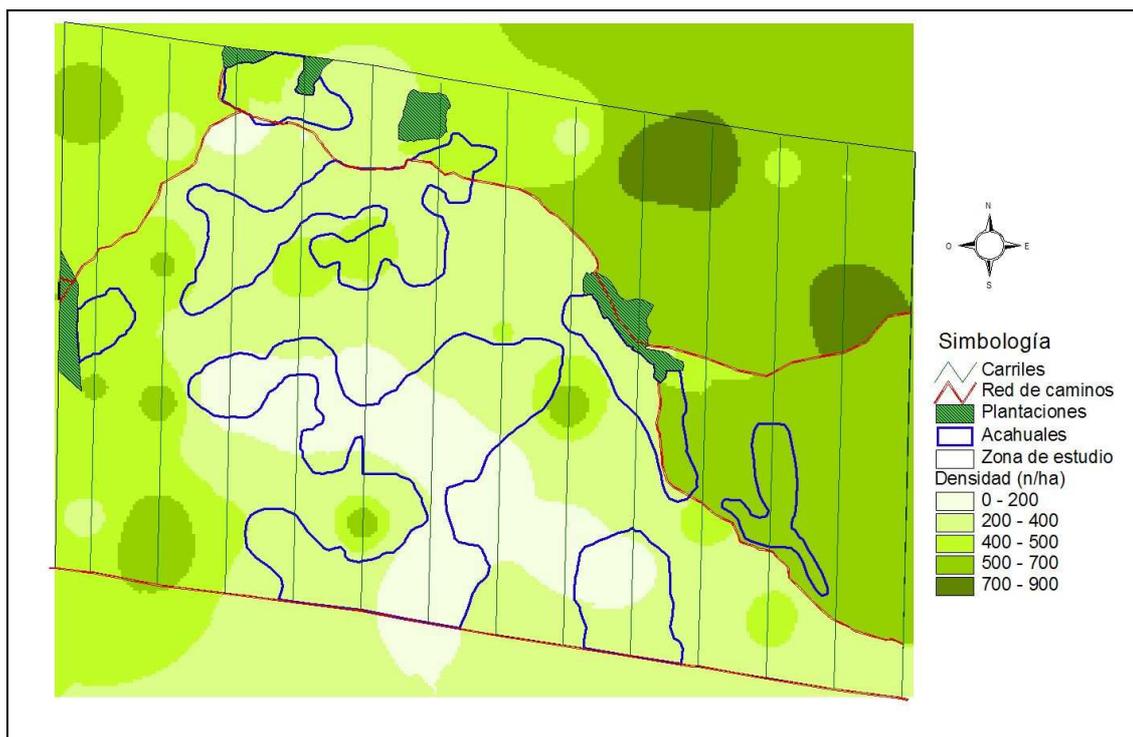


Figura 13. Distribución de la densidad de árboles/ha para diámetros entre 10 -20 cm.

La mayor superficie de acahuales presenta una baja densidad de árboles deseables para la liberación (con diámetros entre 10-20 cm), estas zonas deberán experimentar una madurez mayor para que la dinámica del bosque haga su trabajo y crezcan nuevos árboles con características deseables para la aplicación del manejo.

Se observaron árboles de especies AC-AMV, creciendo de manera conjunta y compitiendo de manera poco eficiente para efecto de la productividad de la selva. Es necesario tomar aquellos individuos de especies deseables y darles espacio para que no mueran y en lugar de eso se desarrollen lo más rápido posible. Los criterios para escoger los individuos a liberar son aquellos propuestos por Hutchinson, (1992) explicados en el marco teórico del presente trabajo.

La otra variable de posición de copa muestra que para toda la masa arbórea en todos los sitios de muestreo existe una codominancia en el dosel arbóreo, lo cual es un manifiesto del grado de madurez del bosque, en el cual los estratos no son del todo diferenciados y cada árbol por separado se encuentra compitiendo por lograr un espacio en el dosel superior (si su potencial genético y ecológico lo permite). Bajo

estas circunstancias la ejecución de los tratamientos escogidos logrará un beneficio directo en aquellos individuos escogidos para turnos de corta futuros.

PROPUESTA SOBRE EL USO DEL SUELO.

Actualmente el área de estudio se encuentra principalmente cubierta de masa boscosa natural en distintos grados de perturbación y sucesión. Además de las plantaciones actuales, el Rancho Lum Che tiene proyecciones de seguir aumentando el área destinada a plantaciones forestales. La estrategia es localizar aquellas áreas denominadas como planadas y que se encuentren dentro de acahuales para extraer la madera y fabricar carbón, dando cabida entonces a nuevos sitios desprovistos de vegetación para establecer plantaciones forestales. Sin embargo, es necesario estimar la superficie de cada planada y determinar los límites de rentabilidad para las áreas mínimas de establecimiento de plantaciones.

El siguiente cuadro muestra una distribución las plantaciones actuales y las planadas encontradas.

Cuadro 23. Superficies por plantación y planada encontradas en el lote 11 del Rancho Lum Che.

Tipo de Superficie	Área (ha)	Tipo de Superficie	Área (ha)
Plantación	1,00	Planada	0,48
Plantación	1,05	Planada	0,647
Plantación	0,65	Planada	0,756
Plantación	1,21	Planada	1,003
Planada	0,259	Planada	1,231
Planada	0,291	Planada	1,971
Planada	0,3	Planada	2,144
Planada	0,395	Planada	2,741
Planada	0,477	Planada	3,227
Total planadas (ha)		15,92	
Total plantaciones (ha)		4,00	

Para determinar la factibilidad o no de establecer plantaciones en planadas con las dimensiones presentes en el cuadro 23, es necesario ponderar los costos de establecimiento y mantenimiento, que permitan tomar decisiones acordes a la realidad y propósitos del Rancho Lum Che. La posibilidad de extender las dimensiones de las planadas y juntar unas con otras es casi nula debido a las condiciones geomorfológicas del paisaje.

La ubicación espacial tanto de las plantaciones como de las planadas, se muestra en el mapa sobre uso del suelo en el anexo de mapas.

EL SISTEMA SILVICULTURAL.

El sistema silvicultural propuesto es un modelo policíclico de entresaca, con una cosecha al inicio, y otra al final del turno en 15 años, para dejar en forma indefinida una siguiente intervención de aprovechamiento, lo cual garantizará la recuperación de la selva.

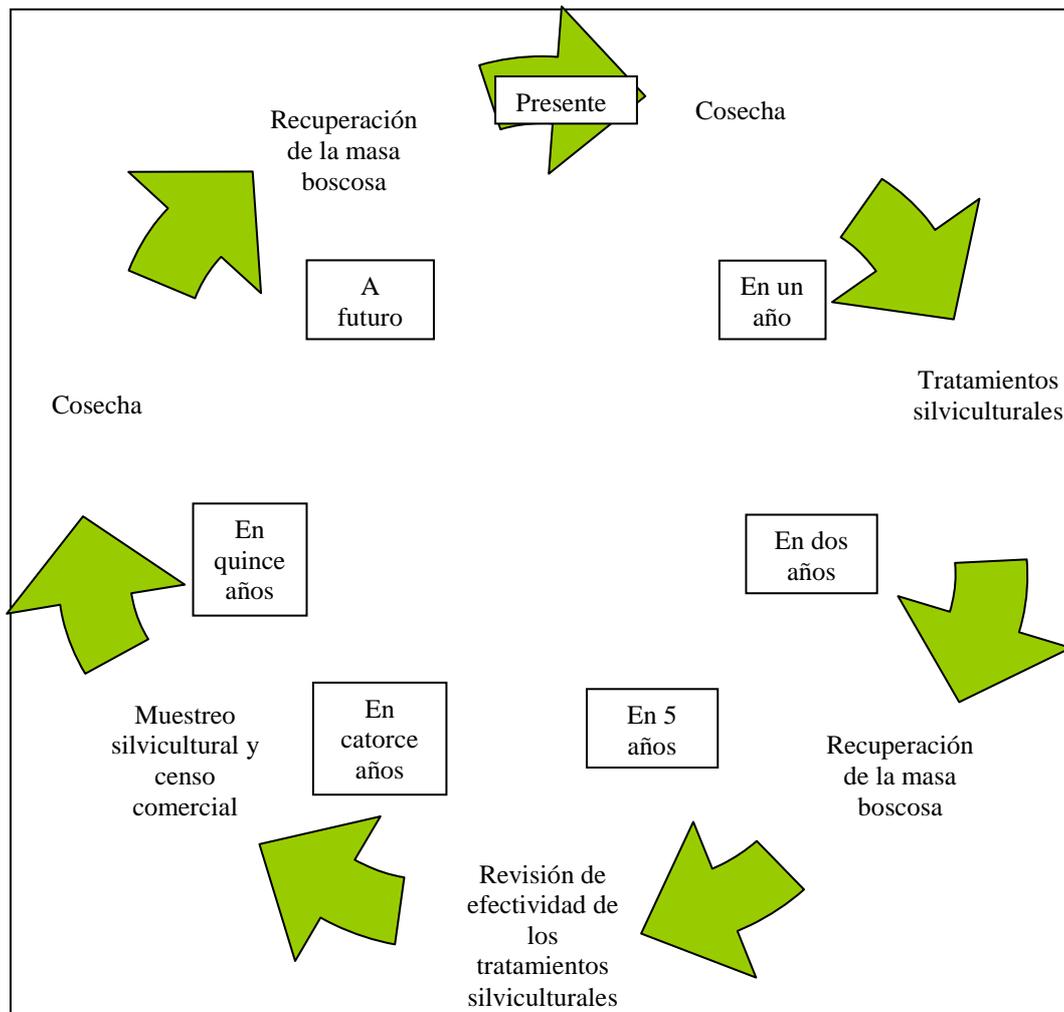


Figura 14. Esquema del sistema silvicultural propuesto para el lote 11 del Rancho Lum Che.

De acuerdo con lo que se propone en la figura 14 como sistema silvicultural, las actividades productivas cesarán luego de 15 años desde el inicio de las operaciones de cosecha para dejar por tiempo indefinido a la masa arbórea en recuperación.

Será necesario realizar un seguimiento de los resultados en la aplicación de los tratamientos silviculturales para valorar la efectividad de la corta de lianas y la

liberación. En este ítem del sistema silvicultural se requería a un muestreo diagnóstico en búsqueda de líderes deseables según la metodología propuesta por Ortiz y Quirós (2002). Además de esto se valorará la presencia de lianas en las parcelas muestreadas siguiendo los mismos criterios utilizados en el presente trabajo. El diseño del muestreo debe usar la infraestructura presente de carriles para disminuir los costos; y la cantidad de variables será menor con el propósito acortar los tiempos de avance e incrementar la productividad. La valoración de los resultados obtenidos sobre la disminución o no de presencia de lianas. Así como una presencia de líderes deseables que permita una estimación de la densidad de árboles con potencial para cosechas futuras. Estos dos factores facilitarán la decisión de repetir nuevamente los tratamientos de corta de lianas o liberación.

Luego de catorce años se propone realizar un nuevo muestreo silvicultural y un censo comercial para conocer la estructura del bosque y tener una valoración concreta de la evolución del bosque luego de 15 años de manejo silvicultural. Con los datos obtenidos se procederá al último aprovechamiento del sistema silvicultural propuesto.

IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANEJO.

El plan de manejo tal y como se presenta es el resultado del análisis de la información obtenida en la anualidad 11 del Rancho Lum Che, y consiste en un ajuste de las prácticas silviculturales más comúnmente usadas en el manejo de los bosques tropicales de América. Por lo que no es prudente trasladar las decisiones de manejo hacia las demás anualidades presentes en el Rancho Lum Che, ya que las magnitudes de las variables silviculturales varían en forma espacial a lo largo de 4000 ha de selva.

La entrada en vigencia del plan de manejo propuesto está sujeta a los trámites de regulación y aprobación por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). No obstante, los tiempos y el orden de ejecución, deben ser congruentes con la distribución de la lluvia durante el año, por lo que se propone como inicio de operaciones la entrada del año con su respectiva época seca.

Cuadro 24. Cronograma de implementación del sistema de aprovechamiento propuesto.

Actividad	Mes											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Reparación de caminos												
Construir pistas de extracción												
Tala de árboles												
Arrastre de trozas												
Tratamientos silviculturales												

Para el transporte de trozas a través de la ruta 1 (ver figura 10), se requerirán labores de nivelación en algunos lomeríos tal y como se indica en la propuesta de caminos. Estas labores deben durar menos de un mes; la construcción de pistas de extracción debe planificarse en función del ritmo de trabajo. En general se propone aprovechar el predio por sectores, tomar una zona de selva y aprovechar para luego emigrar a otra; de igual manera las pistas de extracción deben ser construidas por sectores en concordancia con la logística que el técnico forestal dictamine.

La tala de árboles debe iniciar cuando las pistas de extracción del sector escogido estén avanzadas y el tractor pueda entrar con las labores de arrastre, para que el trabajo de la cuadrilla (s) de tala no se vea aletargado. Una vez iniciadas las labores de tala se procederá al arrastre y apilamiento de trozas para que sean transportadas por la grúa al patio de acopio en el plantel principal de Rancho Lum Che.

Finalmente, se requerirá que las labores de cosecha como primer tratamiento silvicultural terminen para proceder a la ejecución de los tratamientos de *liberación* y *corta de lianas*.

CONCLUSIONES

Se encontró que la masa selvática se encuentra compuesta por un 76,5 % de selva y un 21,9 % de Acahual. La conformación ecológica del área posee características propias de la Selva Mediana Subcaducifolia, tanto por sus características estructurales y de composición florística como por las condiciones fisiográficas que presenta.

En la selva es donde se ubica la masa aprovechable tanto para aserrío como para construcción de palapas; las áreas de acahual no resultaron productivas para ninguna de las actividades anteriores.

El estado fitosanitario de la especie *Lysiloma latisiliquum* afecta en un 32% el potencial de aprovechamiento de la especie. Para el caso de *Piscidia piscipula*, la tasa de afección aumentó al 38%. Esto se debió a una mayor cantidad de árboles seniles de *Piscidia piscipula* en las categorías diamétricas de 50-80 cm los cuales presentaron signos de pudrición y hongos.

Se obtuvo que *Bursera simaruba* es la especie con mejores características de productividad volumétrica en la cosecha con 63,57 m³, seguido por *Piscidia piscipula* con 50,53 m³. Luego *Lysiloma latisiliquum* con 39,4 m³ y finalmente *Haematoxylum campechianum* con 3,1 m³.

Se encontró una abundancia de 188 individuos/ha con potencial para la fabricación de palapas, distribuidas en 8 especies. La masa aprovechable para dicho fin está concentrada casi en su totalidad en dos regiones, el extremo nor-oriental y sur-occidental del predio, esto facilitará las prácticas de aprovechamiento y extracción de los fustes.

Debido al grado de competencia de crecimiento diamétrico actual de la masa arbórea; la aplicación de los tratamientos silviculturales de *Cosecha*, *Corta de Lianas* y *Liberación*, darán un beneficio en el crecimiento de los árboles con potencial para ser cosechados en un turno de corta de 15 años.

La tasa de incremento calculada para un turno de corta de 15 años garantiza un reclutamiento de individuos en la categoría diamétrica de 30-40 cm equivalente a la masa extraída en el presente, que servirá para cosecha en el siguiente turno de corta.

El predio de estudio posee una red de caminos establecidos útiles para la ejecución de las actividades silviculturales de *Cosecha, Corta de Lianas y Liberación*. Será necesaria la conformación de una red de pistas de extracción conectadas con los caminos para el acarreo y transporte de las trozas hasta el patio de acopio.

RECOMENDACIONES

Para lograr una estratificación adecuada de los tipos de cobertura boscosa y sus límites será necesario utilizar en el futuro un SIG basado en imágenes satelitales ortorectificadas del predio. Esto permitirá una mejor planificación del diseño estadístico del muestro y facilitará una extrapolación más congruente de las variables silviculturales al resto de las unidades de trabajo (anualidades) dentro del Rancho Lum Che.

La instalación de *parcelas permanentes de muestreo* permitirá alcanzar un mayor conocimiento de la dinámica del bosque, y cómo los acahuales van evolucionando a lo largo del tiempo hasta llegar a la categoría de selva con potencial de recibir un aprovechamiento sostenible. Además se podrán obtener las tasas de crecimiento de todas las especies presentes, permitiendo así calcular proyecciones a futuro más certeras que las obtenidas a partir de datos de otras regiones.

A la hora de efectuar el censo comercial, es necesario priorizar cuáles especies tienen uso comercial actual, y realizar todas las mediciones en estas especies, dejando a un lado todas aquellas, que a pesar de que sobrepasan en DMC, no tienen un uso comercial conocido; o bien todos los individuos que por razones fitosanitarias no serán aprovechados ni en el presente ni en el futuro. El considerar estos detalles, garantizará un avance más rápido en el censado de las anualidades y una economía en recursos humanos y materiales.

Se recomienda utilizar un diseño de muestreo basado en parcelas de mayor tamaño que el utilizado en este trabajo (0,4 ha o más), tal acción permitirá disminuir el coeficiente de variación de las variables silviculturales utilizadas.

La realización de un estudio sobre costos y rendimientos de las actividades de aprovechamiento facilitará la obtención de un diseño productivo mejor que el propuesto en el presente trabajo.

La aplicación del tratamiento silvicultural de *Plantaciones de enriquecimiento* con especies locales como *Lysiloma latisiliquum*, *Piscidia piscipula* o *Platymiscium yucatanum*, puede convertirse en una labor innecesaria, puesto que tales especies ya se encuentran establecidas y creciendo. De esta manera la acción siguiente es garantizarles a los individuos potenciales un espacio físico y condiciones de luz

adecuadas para que continúen su crecimiento a través de los tratamientos de *Liberación y corta de lianas*.

BIBLIOGRAFÍA

- Bautista *et al.* 2005. El origen y el manejo maya de las geoformas, suelos y aguas en la Península de Yucatán. *In:* Caracterización de los suelos de la Península de Yucatán. Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Eds: F. Bautista, A.G. Palacio. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología, MX, 282p.
- Beddows, P; Blanchon, P; Escobar, E; Torres Talamante, O. 2002. Los cenotes de la península de Yucatán. (en línea). Consultado 02 mayo 2008. Disponible en <http://www.arqueomex.com/PDFs/S8N4CENOTESElva83.pdf>
- Google earth, 2008. Mapa mundi. Software. Version 4.0.2416 (beta). Google.
- Hutchinson I.D. 1992. Planificación para la silvicultura y el manejo de bosques naturales. Documento preparado para V Curso Intensivo Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosque Naturales Tropicales. CATIE, Turrialba. C.R. 55p.
- INEGI, 2008. Mapa geológico del estado de Campeche. (en línea). Consultado 02 mayo 2008. Disponible en <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/camp/geolo.cfm>.
- Chiappy Jhones, C; Gama, L; Giddings, L; Rico Gray,V; Velásquez, A.1999. Caracterización de los paisajes terrestres actuales de la península de Yucatán. Investigaciones Geográficas. Boletín del instituto de Geografía, UNAM *Núm. 42*, 2000, *pp. 28-39*
- Duch Gary, J. 2005. La nomenclatura maya de los suelos: Una aproximación a su diversidad y significado en el sur del estado de Yucatán. *In:* Caracterización de los suelos de la Península de Yucatán. Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Eds: F. Bautista, A.G. Palacio. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología, MX, 282p.

- Flores Arguedas, SM. 2008. Daños de hongos en el Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*). (Correo personal). Campeche, MX. (floressm12@hotmail.com).
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Eschborn, República Federal de Alemania. 335p.
- Louman, B; Valerio, J; Jiménez, W. 2001. Bases ecológicas, *in*: Silvicultura de Bosques Latifoliados Húmedos con Énfasis en América Central. Eds: B. Louman; D. Quirós; M. Nilsson. CATIE, Turrialba. CR. 265p
- López Ayala, JL Valdez Hernández, JI; Terrasas, T; Valdez Lazalde, JR. 2006. Crecimiento en diámetro de especies arbóreas en una selva mediana subcaducifolia en Colima, México. *Agrociencia* ener-feb vol. 40, número 001. Colegio de Postgraduados, Texcoco, MX. pp 139-147.
- López Torres, J.L; Tamarit Urías, J.C. 2005. Crecimiento e incremento en diámetro de *Lysiloma latisiliquum* (L) BENTH. en bosques secundarios en Escárcega, Campeche, México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. Vol XI, num. 002. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, Mex. Pag.117-123
- MRAY (Museo Regional de Antropología de Yucatán, MX). 2008. Exposición permanente. Visitado 21 mar, 2008.
- Ortiz, E; Carrera, F. 2002. Diseño del muestreo para inventarios forestales. *In*: Inventarios Forestales para Bosques Latifoliados en América Central. Eds: L. Orozco, C. Brumér. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). Turrialba, CR. 246 p.
- Ortiz, E; Quirós, D. 2002. Definiciones y tipos de inventarios forestales. *In*: Inventarios Forestales para Bosques Latifoliados en América Central. Eds: L. Orozco, C. Brumér CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). Turrialba, CR. 246 p.

- Pennington, T.D; Sarukhán, J. 2005. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. 3era ed. Universidad Autónoma de México, MX. 523p.
- Quesada Monge, RF. 2008. Cálculo de tiempos de paso. Comunicación personal. Escuela de Ingeniería Forestal, Departamento de Ecología y Silvicultura de Bosques Tropicales. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, CR.
- Quirós Molina, D. 2001. Tratamientos silviculturales, *in*: Silvicultura de Bosques Latifoliados Húmedos con Énfasis en América Central. Eds: B. Louman; D. Quirós; M. Nilsson. CATIE, Turrialba. CR. 265p
- Salaya Sánchez, A. 2006. Programa de Manejo Forestal en Modalidad Avanzado, de Aprovechamiento Maderable, Que se propone ejecutar en 2397,49 ha en el conjunto predial “innominado”, y que contiene vegetación de selva mediana subcaducifolia. Campeche, MX. 206p
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, MX). 2005. Reglamento a la Ley General de Desarrollo Forestal Sostenible. Diario Oficial. 21 feb, 2005.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación, CR). 2008. Código de Prácticas para los Principios, Criterios e Indicadores para el manejo de bosque natural en Costa Rica. S.E. CR. s.p.
- Wadsworth H.F. 2000. Producción Forestal para América Tropical. Departamento de Agricultura de EE.UU. Servicio Forestal. Manual de Agricultura 710-S. Washington, DC. 563p
- Zárate, A. 2008. El comercio de las palapas. (comunicación personal). 9 Mar, 2008. Dzibalchén, Campeche, MX.

ANEXOS