

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA  
CONSERVACION

ESCUELA DE POSTGRADO

DISEÑO Y APLICACION DE UN INVENTARIO  
FORESTAL DIVERSIFICADO (PRODUCTOS  
MADERABLES Y NO MADERABLES) EN PETEN

POR

PEDRO ARNULFO PINEDA COTZOJAY

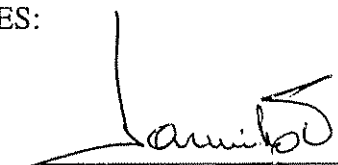
Turrialba, Costa Rica  
1996


Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Jefatura del Area de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:


CIENCIAS

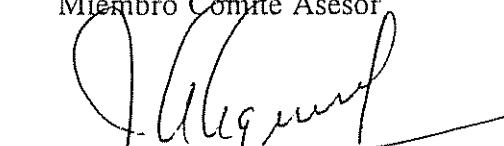
*MAGISTER SCIENTIAE*


FIRMANTES:

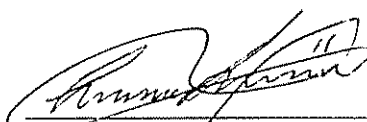
  
Daniel Marmillod, Ph.D.  
Profesor Consejero

  
Pedro Ferreira, Ph.D.  
Miembro Comité Asesor

  
José Joaquín Campos, Ph.D.  
Miembro Comité Asesor

  
Juan A. Aguirre, Ph.D.  
Jefe Area de Postgrado

  
Pedro Ferreira, Ph.D.  
Director, Programa de Enseñanza

  
Pedro Pineda Cotzoy  
Candidato

*A Dios*

*A la memoria de mi padre  
Tránsito Pineda Quezada*

*A mi querida madre  
Filiza Cotzoyay*

*A mis hermanos  
Juventino, Ana, Julio, Yolanda, Mirtala y José  
A sus hijos y Cónyuges*

*A Angélica, mi esposa por su apoyo y estímulo*

*A Idania y Estefanía, mis adoradas hijas  
A mi futuro hijo*

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Daniel Marmillod, por su constante colaboración en la dirección del presente trabajo y por el gran apoyo y amistad brindados como Profesor Consejero.

Al M. Sc. Alejandro Imbach por apoyar mi ingreso a la Escuela de Postgrado de CATIE.

Al Dr. Pedro Ferreira por sus valiosas contribuciones como miembro del comité asesor.

Al Dr. José Joaquín Campos, miembro del comité asesor, por sus observaciones acertadas en la ejecución de la investigación.

Al Proyecto CATIE-Olafo por la beca otorgada para hacer posibles mis estudios de Maestría

A la Dra. Tania Ammour, cuyo apoyo fue decisivo para llevar a feliz término la investigación.

Al personal técnico y administrativo del Proyecto Olafo en Turrialba

Al M. Sc. Guillermo Detlefsen por el apoyo brindado para la ejecución de la investigación. Hago extensivo el agradecimiento a todo el personal del Proyecto Olafo en Petén.

A los miembros de la comunidad de San Miguel por el apoyo brindado en el trabajo de campo.

A Imelda su arduo trabajo en la preparación de alimentos para el personal participante en el trabajo de campo.

A los señores Tereso Ventura y Pablo Medrano por la colaboración prestada en el levantado de datos de campo.

A los señores Nery Vásquez y Máquir Manzanero por aportar sus conocimientos en la ejecución del inventario.

Al M. Sc. Juventino Gálvez por su amistad, estímulo y colaboración en todo momento.

Al M. Sc. Fernando Carrera por su amistad y contribución en la ejecución de la investigación.

Al Sr. Hugo Brenes por el gran apoyo brindado en el procesamiento de datos.

Al Sr. José Oduver Rivera y familia por el estímulo y amistad brindada en todo momento.

A Justine Kent por su colaboración en el análisis de costos.

A Gregory Leclerc y Sergio Velásquez por su colaboración en la elaboración de mapas.

A Vinicio Montero por su colaboración y amistad.

A mis compañeros del Programa de Maestría, en especial a mis compatriotas guatemaltecos.

# CONTENIDO

	Página
<b>1. INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>2</b>
2.1 Objetivo general.....	2
2.2 Objetivos específicos .....	2
<b>3. HIPOTESIS</b> .....	<b>2</b>
<b>4. REVISION DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
<b>4.1 Elementos de muestreo</b> .....	<b>3</b>
4.1.1 Diseños básicos de muestreo .....	3
4.1.2 Tamaño de la muestra .....	4
4.1.3 Tamaño de las unidades muestrales.....	5
4.1.4 Forma de las unidades muestrales .....	5
<b>4.2 Clasificación de los inventarios forestales</b> .....	<b>6</b>
4.2.1 De acuerdo al diseño de muestreo .....	6
4.2.2 De acuerdo al objetivo del inventario.....	6
4.2.3 De acuerdo al grado de detalle.....	7
4.2.4 De acuerdo al método de muestreo.....	7
<b>4.3 Muestreo diagnóstico</b> .....	<b>8</b>
<b>4.4 Características de los principales productos no maderables de interés para el manejo diversificado del bosque natural en Petén</b> .....	<b>9</b>
<b>5. METODOLOGIA</b> .....	<b>11</b>
<b>5.1 Descripción del área de trabajo</b> .....	<b>11</b>
<b>5.2 Antecedentes de inventarios forestales y estudios de especies no maderables realizados en el área piloto del proyecto Olafo en Petén</b> .....	<b>13</b>
5.2.1 Inventario de especies maderables en la Unidad de Manejo de San Miguel .....	13
5.2.2 Inventario de especies maderables en la Unidad de Manejo de La Pasadita.....	14
5.2.3 Inventario de xate ( <i>Chamaedorea</i> spp.) realizado por el proyecto Olafo .....	14
5.2.4 Desarrollo de una metodología de incorporación de recursos no maderables en sistemas de manejo del bosque.....	15

	Página
<b>5.3 Diseño del inventario</b> .....	17
5.3.1 Componentes del bosque considerados en el diseño .....	20
5.3.2 Determinación del tamaño de las unidades de muestreo .....	22
5.3.3 Determinación del tamaño de muestra .....	25
5.3.4 Distribución de la unidades de muestreo en el área.....	29
5.3.5 Definición de variables a medir en el campo .....	29
5.3.6 Formularios de campo .....	30
<b>5.4 Aplicación del diseño del inventario</b> .....	30
<b>5.5 Análisis de la información proporcionada por el inventario y comprobación del diseño</b> .....	30
<b>5.5 Afinamiento final del diseño del inventario</b> .....	34
<b>5.6 Análisis de costos de la ejecución del inventario</b> .....	34
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	<b>35</b>
<b>6.1 Diseño del inventario</b> .....	<b>35</b>
6.1.1 Tamaño de las unidades de muestreo .....	35
6.1.2 Tamaño de muestra .....	38
6.1.3 Distribución de las unidades de muestreo en el área .....	43
6.1.4 Síntesis del diseño del inventario .....	44
6.1.5 Descripción de las variables medidas, simbología usada y formularios de campo ..	50
<b>6.2 Realización del inventario</b> .....	<b>56</b>
<b>6.3 Análisis de la información proporcionada por el inventario, y comprobación del diseño</b> .....	<b>57</b>
<b>6.4 Análisis de los costos de ejecución del inventario</b> .....	<b>63</b>
<b>7. CONCLUSIONES</b> .....	<b>65</b>
<b>9. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>68</b>
<b>10. LITERATURA CITADA</b> .....	<b>69</b>
<b>ANEXO 1</b> .....	<b>72</b>
<b>ANEXO 2</b> .....	<b>76</b>

ANEXO 3..... 79

ANEXO 4..... 96

ANEXO 5..... 103

25

## LISTA DE CUADROS

	Página
1. Información del recurso forestal según estratos delimitados en San Miguel La Palotada, en 1991	13
2. Resultados del muestreo diagnóstico en la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada en 1994	14
3. Especies de interés comercial para la producción en la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada	22
4. Número de subparcelas de 10 m x 10 m a muestrear en parcelas de 1 ha, para respetar un error prefijado en la estimación del volumen de árboles de especies comerciales a partir de 25 cm de dap	39
5. Número de subparcelas de 10 m x 10 m a muestrear en parcelas de 1 ha, para respetar un error prefijado en la estimación del área basal de los árboles de las especies comerciales, a partir de 10 cm de dap	39
6. Número de subparcelas de 5 m x 10 m a muestrear de xate ( <i>Chamaedorea</i> spp.) en las parcelas de 1 ha, respetando un error prefijado en la estimación del número de hojas aprovechables	40
7. Número de subparcelas de 10 m x 10 m para muestrear bayal ( <i>Desmoncus</i> spp.) en las parcelas de 1 ha, respetando un error prefijado en la estimación de los metros de tallos aprovechables	41
8. Número de subparcelas de 10 m x 50 m para muestrear chicozapote ( <i>Manilkara achras</i> ), en las parcelas de 1 ha, respetando un error prefijado en el número de árboles aprovechables	42
9. Número de subparcelas de 10 m x 50 m para muestrear pimienta ( <i>Pimenta dioica</i> ) en las parcelas de 1 ha, respetando un error prefijado en el número de árboles aprovechables	42
10. Proporción del área para cada categoría de iluminación, y área sin deseable sobresaliente encontrada en el muestreo diagnóstico de la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, Petén, 1996	58
11. Estimación en xate ( <i>Chamaedorea</i> spp.) del número de hojas aprovechables y hojas que en realidad cortaría el xatero, por ha	60
12. Costos de ejecución del inventario de San Miguel La Palotada, bajo diferentes escenarios, en 1996	63
13. Comparación entre la estimación tradicional de los productos no maderables y el inventario diversificado de 1996, en San Miguel La Palotada	65
14. Comparación de la estimación del producto cosechable de los árboles de las especies de interés comercial mediante el diseño tradicional (parcela de 1 ha) y el diseño integrado (parcela de 1 ha y faja de muestreo diagnóstico)	67



15. Clasificación, de acuerdo al uso, de las especies arbóreas, componentes de la flora de San Miguel La Palotada, Petén .....	73
16. Base para el análisis de costos de la ejecución del inventario en San Miguel La Palotada, Petén, 1996 .....	77
17. Distribución por clase diamétrica del número de árboles y volumen en metros cúbicos por ha, de las especies comerciales maderables y no maderables, encontradas en el inventario de la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, Petén, 1996 .....	97
18. Distribución por clase diamétrica del número de árboles y área basal en metros cuadrados por ha, de las especies comerciales maderables y no maderables, encontradas en el inventario de la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, Petén, 1996 .....	97
19. Distribución por clase diamétrica del número de árboles y volumen en metros cúbicos por ha, para las especies de los grupos AAAVED, POTCOM, y SNVAL, encontradas en el inventario forestal de la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, Petén, 1996 .....	98
20. Distribución por clase diamétrica del número de árboles y área basal en metros cuadrados por ha, para las especies de los grupos AAAVED, POTCOM, y SNVAL, encontradas en el inventario forestal de la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, Petén, 1996 .....	100
21. Análisis de los costos de la realización del inventario forestal en la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, para el escenario donde se muestrea únicamente para estimar el volumen de las especies arbóreas .....	104
22. Análisis de los costos de la realización del inventario forestal en la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, para el escenario donde se realiza únicamente el muestreo diagnóstico .....	106
23. Análisis de los costos de la realización del inventario forestal en la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, para el escenario donde se muestrea únicamente para estimar los productos no maderables xate y bayal .....	108
24. Análisis de los costos de la realización del inventario forestal en la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, para el escenario donde se muestrea para estimar el volumen de las especies arbóreas y los productos no maderables xate y bayal .....	110
25. Análisis de los costos de la realización del inventario forestal en la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, para el escenario donde se muestrea para estimar el volumen de las especies arbóreas y se realiza el muestreo diagnóstico .....	112
26. Análisis de los costos de la realización del inventario forestal en la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, para el escenario donde se muestrea para estimar el volumen de las especies arbóreas, los productos no maderables xate y bayal, y se realiza el muestreo diagnóstico .....	114

## LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Ubicación de San Miguel La Palotada y La Pasadita, San Andrés, Petén .....	12
2. Diagrama de flujo seguido para el diseño y aplicación del inventario forestal diversificado en San Miguel La Palotada, Petén, 1996 .....	18
3. Varianza relativa y cv% de la media del número de plantas de xate, en diferentes tamaños de subparcela .....	35
4. Varianza relativa y el factor de agregación k para plantas de xate, en diferentes tamaños de subparcela .....	36
5. Varianza relativa y el factor de agregación k para el número de plantas de xate en ocho grupos de subparcelas de 25 m <sup>2</sup> .....	36
6. Varianza relativa y cv% de la media del número de plantas de bayal, en diferentes tamaños de subparcela .....	37
7. Varianza relativa y el factor de agregación k para el número de plantas de bayal, en diferentes tamaños de subparcela .....	37
8. Varianza relativa y el factor de agregación k para plantas de bayal en cuatro grupos de subparcelas de 100 m <sup>2</sup> .....	38
9. Diseño de una parcela principal, inventario de San Miguel La Palotada, 1996 .....	46
10. Secuencia de ubicación de las parcelas principales, fajas de muestreo diagnóstico y parcelas para el muestreo solamente de xate y bayal, en el inventario de San Miguel La Palotada, 1996 .....	47
11. Mapa de uso actual de la tierra, en San Miguel La Palotada, Petén, con ubicación de unidades de muestreo del inventario forestal .....	48
12. Imagen Landsat de San Miguel La Palotada, Petén, con ubicación de unidades de muestreo del inventario forestal .....	49
13. Comparación del error de muestreo en el número de árboles aprovechables por clase diamétrica de las especies de interés comercial, con el diseño tradicional y el diversificado, en San Miguel La Palotada, 1996 .....	66
14. Comparación del error de muestreo en el número de árboles aprovechables por clase diamétrica de chicozapote ( <i>Manilkara zapota</i> ), con el diseño adicional y el diversificado, en San Miguel La Palotada, 1996 .....	66
15. Clases de iluminación de árboles y de parcelas en el bosque .....	95

PINEDA C., P. 1996. Diseño y aplicación de un inventario forestal diversificado (productos maderables y no maderables) en Petén. Tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 116 p.

Palabras claves: inventario forestal, inventario diversificado, diseño de inventario, muestreo diagnóstico especies maderables comerciales, productos no maderables, Petén, tamaño de parcela, tamaño de muestra, costos de inventario, *Chamaedorea* spp., *Desmoncus* spp., *Manilkara zapota*, *Pimenta dioica*

## RESUMEN

En Petén, región ubicada en el norte de Guatemala, se extraen desde décadas productos maderables y no maderables de los bosques con fines de mercadeo: madera, chicle, látex cocinado de chicozapote (*Manilkara zapota*), fruta de la pimienta (*Pimenta dioica*); follaje de xate (*Chamaedorea* spp.) y), y con tendencias crecientes, fibra de tallos de bayal (*Desmoncus* spp.).

Si se quiere lograr un uso sostenido de los bosques, es necesario desarrollar herramientas de evaluación adecuadas a las características de cada producto de interés.

El presente trabajo muestra cómo diseñar un inventario forestal que proporcione información simultáneamente sobre productos maderables y no maderables de interés para el manejo diversificado de bosques. Nace de la idea de que debiera ser más barato realizar en un solo proceso la estimación de los varios recursos de interés. Se desarrolla sobre la hipótesis de que, en un mismo inventario forestal es posible estimar, con un error de muestreo aceptable, el volumen de madera de las especies maderables y, a la vez, el producto de las especies no maderables bayal, xate, chicozapote y pimienta.

La investigación constó de dos eventos bien diferenciados: el diseño del inventario, y la aplicación de este diseño para inventariar los bosques de la concesión comunitaria de San Miguel.

Diseñar el inventario incluyó determinar la forma y tamaño de las unidades de muestreo, el tamaño de la muestra y su distribución en el área a inventariar. Aceptando que para el propietario del bosque interesa básicamente una estimación confiable del volumen de madera de las especies de interés comercial, el diseño se orientó a estimar el volumen de madera de las especies de interés comercial con un nivel de error aceptado por el propietario; brindar una imagen fitosociológica aceptable del bosque; y estimar el volumen de madera del conjunto de todas las especies con el nivel de error que exige la ley (15%). En cuanto a la regeneración, se aplicó el método de muestreo diagnóstico (Hutchinson 1993) en el cual también se miden los árboles aprovechables.

Tomando en cuenta que los habitantes de San Miguel extraen del bosque para comercialización cuatro productos de especies no maderables: hojas de xate, tallos de bayal, látex de chicozapote y frutos de pimienta, el diseño del inventario también se orientó a estimar las existencias de los mismos.

Solo para xate y bayal fue necesario determinar tamaño  $m < s$  adecuados de las unidades de muestreo a utilizar en el inventario. Para las otras especies consideradas se tomaron como base tamaños recomendados por estudios previos (CONAP 1995, Carrera 1995, Hutchinson 1993).

La **comprobación del diseño** se basó en una comparación del error de muestreo obtenido con aquel aceptable fijado *a priori*, para cada uno de los productos.

El análisis de costos de la ejecución del inventario se hizo para varios escenarios, considerando situaciones de muestreo de los varios productos por separado e integrado.

Los resultados del diseño muestran que para cumplir con errores aceptables *a priori* en el volumen maderero de árboles con dap  $\geq 25$  cm de las especies maderables de interés comercial de 20% y en el de todas las especies maderables de 15%, en el número de árboles aprovechables de chicozapote de 23% y en el de pimienta de 21%, en las hojas aprovechables de xate de 27% y en el largo de tallos aprovechables de bayal 28%, es necesario instalar en San Miguel:

- a. **32 parcelas principales de 20 m x 500 m para muestreo de árboles y productos no maderables xate y bayal:** en los 10000 m<sup>2</sup> se medirán los árboles con dap  $\geq 10$  cm de las especies arbóreas de interés comercial; en 5 subparcelas de 10 m x 50 m se medirán los árboles con dap  $\geq 10$  cm de todas las especies arbóreas; en 10 subparcelas de 5 m x 10 m se medirán las plantas de xate, y en 10 de 10 m x 10 m se medirán las plantas de bayal
- b. **32 fajas de muestreo diagnóstico dividiendo cada una en 50 unidades de 10 m x 10 m:** en cada unidad de 10 m x 10 m se elegirá al deseable sobresaliente y además se medirán los árboles aprovechables de las especies de interés comercial
- c. **15 parcelas principales suplementarias para el muestreo de xate y bayal de igual forma que en las parcelas principales.**

Los resultados de la aplicación del diseño en los bosques de San Miguel muestran en general errores obtenidos menores a los predefinidos en el diseño, lo que sugiere que hubiera sido posible cumplir con los errores metas del diseño con menos parcelas de muestreo

Los resultados del muestreo diagnóstico indican que 77% de los deseables sobresalientes están mal iluminados (categorías 4 y 5). En todas las categorías de iluminación, el error de muestreo fue menor a 7%, muy inferior al prefijado.

El presente trabajo demostró que es factible desarrollar inventarios que permiten estimar de manera estadísticamente confiable los productos no maderables de interés en el bosque; inventarios que no se limitan a la estimación de un número de individuos, sino que realmente determinan la cantidad de producto aprovechable. La aplicación de tales inventarios en unidades de manejo pone en evidencia las limitaciones de la práctica convencional para estimar la cantidad de producto aprovechable no maderable, que suele conducir a sesgos.

En cuanto a costos, se determinó que realizar el inventario simultáneamente para más de un producto reduce los costos, en comparación a si se hace por separado. La mayor reducción corresponde al inventario realizado igual que en el presente estudio, donde se muestrearon árboles, xate, bayal y se hizo el muestreo diagnóstico. El costo por ha fue de Q 2.35, un 43.5% menor a hacerlo por separado

Se recomienda realizar una revisión del plan de manejo de San Miguel La Palotada, ya que los resultados del inventario demuestran que existen diferencias con los datos que se utilizaron de base para la planificación inicial.

PINEDA C., P. Design and application of a diversified forest inventory (timber and non-timber products) in Peten Thesis M Sc Turrialba, Costa Rica, CATIE. 116 p

Keywords: forest inventory, diversified inventory, inventory design, diagnostic sampling commercial timber species, non-timber species, Peten, plot size, sample size, inventory costs, *Chamaedorea* spp, *Desmoncus* spp., *Manilkara zapota*, *Pimenta dioica*.

## SUMMARY

Peten, located in the northern part of Guatemala, is a forest area where timber and non-timber products (timber; chicle, cooked *Manilkara zapota* latex; all spice, *Pimenta dioica* fruits; *Chamaedorea* spp. foliage and, at increasing rates, *Desmoncus* spp. stem fiber) have been extracted for marketing purposes for many decades.

If the intention is to sustainably manage the forest, it is necessary to develop evaluation tools suitable to each product's characteristics.

This work shows how to design a forest inventory which will give simultaneous information regarding timber and non-timber products for a diversified forest management. This study originates from the idea that it should be cheaper to make a single estimation process of several interest resources. It is based on the hypothesis that it is possible to estimate through one forest inventory, with an acceptable sampling error, the timber volume and, at the same time, the products of non-timber species (*Desmoncus* spp, *Chamaedorea* spp., *Manilkara zapota* and *Pimenta dioica*)

This investigation was divided into two well differentiated activities: the inventory design and its application in the forests under concession by the community of San Miguel.

To design the inventory, it was necessary to determine the shape and size of the sampling units, the sample size and its distribution in the area under study. Considering that the forest owner's interest is to have an accurate estimation of commercial timber volume, the design was oriented to estimate the commercial timber with a level error acceptable to the owner; to provide a phytosociologically acceptable forest image and to estimate the timber volume of all species presenting the level error required by law (15%). Regarding regeneration, the diagnostic sampling method (Hutchinson 1993) was applied, through which harvestable trees are also measured.

Taking into account that San Miguel's inhabitants extract four products from the forest for commercialization purposes (*Chamaedorea* spp. leaves, *Manilkara zapota* latex, *Desmoncus* spp. stems and all spice), the inventory design was also oriented to estimate the available stock for this species.

Only in the case of *Chamaedorea* spp. and *Desmoncus* spp., it was necessary to determine the most adequate size of the sampling unit for the inventory. The sampling unit sizes for the remaining species considered in this study were taken from previous studies (CONAP 1995, Carrera 1995, Hutchinson 1993)

The **design's validation** was based on a comparison of the sampling error obtained with the one set *a priori* for each of the products.

The **inventory execution costs** were analyzed for several scenarios, considering sampling situations of the products both separately and as a whole

The design results show that in order to meet the acceptable level errors set *a priori*, which are 20% for commercial timber species with a dap  $\geq 25$  cm, 15% for all timber species, 23% for *Manilkara zapota* trees, 21% for all spice trees, 27% for harvestable *Chamaedorea* spp. leaves and 28% for harvestable *Desmoncus* spp. stems, the following items are required in San Miguel:

- a. **31 main plots of 20 m x 50 m for timber and non-timber (*Chamaedorea* spp and *Desmoncus* spp) products sampling:** in the 10000 m<sup>2</sup>, trees of commercial timber species with a dap  $\geq 10$  cm will be measured; in 5 subplots of 10 m x 50 m all timber species with a dap  $\geq 10$  cm; in 10 subplots of 5 m x 10 m *Chamaedorea* spp plants and in 10 plots of 10 m x 10 m *Desmoncus* spp plants will be measured.
- b. **32 diagnostic sampling strips divided into 50 units of 10 m x 10 m:** in each 10 m x 10 m units the leading desirable tree will be chosen and harvestable commercial timber trees will be measured.
- c. **15 supplementary main plots for *Chamaedorea* spp and *Desmoncus* spp sampling** were carried out in the same way as the main plots.

The design application results in San Miguel forests show, in general terms, errors below the ones already set for the design, suggesting that it would have been possible to meet the target design level errors using fewer sampling plots.

The diagnostic sampling results indicate that 77% of the leading desirable trees lack good illumination (categories 4 and 5). In all illumination categories, the sampling error was less than 7%, quite inferior to the fixed one

This investigation proved that it is possible to develop inventories that allow to estimate, in an accurate statistically way, the non-timber products available in a forest. Inventories do not just evaluate the number of individuals, but also determine the amount of available products. The application of such inventories in management units highlights the limitations of conventional practices employed to estimate the amount of usable non-timber products, which can lead to biased results.

Regarding costs, it was found that conducting a simultaneous inventory for more than one product is cheaper than doing it separately. The biggest reduction corresponds to the inventory conducted as the one presented in this study, where *Chamaedorea* spp and *Desmoncus* spp were sampled and the diagnostic sampling was conducted. The cost per hectare was Q2 35, 43.5% less than doing it separately.

A revision of San Miguel's management plan is recommended, given that the inventory results demonstrate differences with respect to the baseline information used in the initial planning process.

## 1. INTRODUCCION

La mayoría de las comunidades que viven en o cerca de bosques naturales, utilizan de los mismos, no solo las especies maderables si no también las no maderables, ya sea para la comercialización o consumo propio. Tomando en cuenta esta situación, el manejo debe plantearse desde un punto de vista diversificado, que integre a la mayoría de las especies.

El proyecto "Conservación para el desarrollo sostenible en América Central" (Olafo) implementado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, trabaja en conjunto con grupos de pequeños campesinos, ubicados en zonas de frontera agrícola, para definir un modelo de desarrollo sostenible. Se pretende que este modelo permita satisfacer las necesidades básicas de las comunidades que viven cerca de los ecosistemas naturales boscosos, y a la vez garantice la conservación de los mismos. Uno de los elementos principales es la inclusión de un mayor número de especies vegetales en los planes de manejo (Marmillod *et al.* 1995).

Específicamente en Guatemala, el Proyecto Olafo desarrolla actividades en el norte de Petén. En esta región, se están desarrollando planes de manejo para áreas que son o serán concesiones forestales comunitarias. Varias entidades no gubernamentales que acompañan a las comunidades en este proceso, han desarrollado inventarios forestales en donde solamente el componente maderable se estima con un error conocido y aceptable. De la información de productos no maderables, aunque se considera como importante para el manejo, no se conoce la confiabilidad con que se está obteniendo. Esto trae como consecuencia que al momento de planificar el aprovechamiento de estos productos, las cantidades a extraer se estiman con datos, la mayoría de las veces sobrestimando la cantidad y calidad reales existentes. De esta manera se pone en peligro la supervivencia de las especies mismas y la economía de las comunidades para las cuales estos productos representan un ingreso importante.

Si se quiere lograr un uso sostenido, se hace necesario desarrollar herramientas de evaluación de los recursos, adecuadas a las características de cada producto de interés.

El presente trabajo, con el apoyo del Proyecto Olafo, y dentro de las líneas de acción de éste, pretende proveer a los encargados del manejo, un diseño de inventario forestal, que proporcione información confiable de las principales especies vegetales que brindan productos a los pobladores. Específicamente, se diseñó y aplicó un inventario de esta naturaleza, en la Unidad de Manejo de San Miguel, que es el área piloto del Proyecto Olafo en Petén.

La información necesaria para el diseño se obtuvo de parcelas de medición permanentes, instaladas, tanto en la Unidad de Manejo de San Miguel, como en la Unidad de Manejo de La Pasadita, San Andrés, Petén. La recopilación de esta información se hizo durante febrero y marzo.

Además, se utilizó información generada en el inventario forestal de La Pasadita, que el proyecto Olafo realizó en coordinación con el Proyecto Producción de Bosques Naturales del CATIE en 1995.

El inventario fue realizado durante los meses de junio y julio, contando para ello con el apoyo del personal del Proyecto Olafo. Durante esta etapa de campo, se recopiló información necesaria para el análisis de los costos de ejecución del inventario.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Diseñar y aplicar un inventario forestal que proporcione información simultáneamente sobre productos maderables y no maderables, de interés en el manejo diversificado sostenible en Petén.

### 2.2 Objetivos específicos

- Diseñar un inventario que estime con precisión el volumen de madera de las especies arbóreas de importancia económica, y a la vez los productos de especies no maderables seleccionadas para el manejo diversificado
- Estimar el volumen de madera de especies arbóreas y los productos de especies no maderables seleccionadas, en la Unidad de Manejo de San Miguel, Petén, aplicando la metodología de inventario diseñada
- Conocer los costos de la realización del inventario forestal ejecutado con la metodología diseñada

## 3. HIPOTESIS

En un mismo inventario forestal es posible estimar, con un error de muestreo aceptable para el manejo, el volumen de madera de las especies maderables y, a la vez, el producto de las especies no maderables bayal (*Desmoncus* spp), xate (*Chamaedorea* spp ), chicozapote (*Manilkara zapota*) y pimienta (*Pimenta dioica*)



## 4. REVISION DE LITERATURA

### 4.1 Elementos de muestreo

#### 4.1.1 Diseños básicos de muestreo

##### **Muestreo al azar sin estratificar**

Según Malleux (1982) y Matteucci y Colma (1982), la muestra, en este caso, es tomada directamente de la población, de acuerdo a los requisitos de aleatorización. Cada unidad de la población tiene igual probabilidad de formar parte de la muestra.

La ventaja principal es que la estimación de los parámetros se realiza de la forma más simple, y los resultados no son influidos por gradientes en los valores de las características, ni por variaciones sistemáticas en las poblaciones.

Las desventajas en este diseño son: cuando las unidades de muestreo son parcelas, por lo general existe inseguridad para establecer la ubicación exacta de las mismas en el bosque; además, muchas veces estas parcelas quedan en sitios inaccesibles o muy alejadas unas de otras, lo que incrementa los costos.

##### **Muestreo al azar estratificado**

Según Scheaffer, Mendenhall y Ott (1993), una muestra aleatoria estratificada es la que se obtiene mediante la separación de los elementos de la población en grupos que no presenten traslapes, llamados estratos, y la selección posterior de una muestra irrestricta aleatoria simple de cada estrato.

Malleux (1982) menciona como principal ventaja de este diseño en un inventario forestal, que se obtiene mayor información sobre el bosque, ya que, además de estimarse los parámetros de las características de la población, se estiman los parámetros de las características de las subpoblaciones.

El mismo autor indica también que la principal desventaja es que, en las poblaciones con gran variabilidad, los estratos muchas veces resultan pequeños en extensión.

##### **Muestreo sistemático sin estratificar**

Para realizarlo, se elabora, en primer lugar, el esquema o disposición que tendrán las muestras en la población y, luego, se escoge al azar una unidad de muestreo de la población y, en base a ella, se ubica el resto de unidades en forma sistemática (Malleux 1992; Scheaffer, Mendenhall y Ott 1993).

La principal ventaja de un muestreo sistemático es que puede proporcionar datos suficientes y seguros para la construcción de mapas de la zona, al mismo tiempo que se realiza el inventario. La desventaja más sobresaliente es que, desde el punto de vista estadístico, los diseños sistemáticos no pueden proveer un error exacto de muestreo, cuando es calculado como si fuera al azar, debido a que no cumplen los requisitos de aleatorización.

## Muestreo sistemático estratificado

Para llevarlo a cabo, se estratifica en primer lugar la población, luego se construye el esquema o disposición sistemática de unidades. Se escoge al azar la primera unidad y, en base a ella, se distribuye el resto de unidades que forman el esquema de muestreo.

Las ventajas y desventajas son las mismas que para el diseño sistemático sin estratificar (Malleux 1982).

Para bosques tropicales y subtropicales latifoliados, dentro de los cuales estaría el bosque petenero, Dauber (1995) recomienda que la muestra sea distribuida en forma sistemática, en líneas de levantamiento paralelas equidistantes, ya sea que se hayan considerado estratos o no.

Sánchez (1996) agrega además como ventajas de los muestreos sistemáticos que simplifican la supervisión y poder volver a sitios de muestreo, y facilitan la partición de un predio en subáreas.

## Muestreo por conglomerados o multinivel

Una muestra por conglomerados es una muestra aleatoria en la cual cada unidad de muestreo es una colección, o conglomerado, de elementos (Scheaffer, Mendenhall y Ott 1993; Cochran 1963)

Los conglomerados son las unidades primarias, y los elementos que los conforman se denominan unidades secundarias, y a veces éstas pueden subdividirse en terciarias, y así sucesivamente. Las unidades primarias pueden tener cualquier forma y tamaño, y estar constituidas por dos o más unidades secundarias.

El muestreo puede ser en una o más etapas. En una etapa es cuando se miden todas las unidades secundarias que poseen las primarias, y en dos etapas es cuando solamente se muestrean algunas unidades secundarias de cada unidad primaria. Para facilitar el trabajo, tanto las unidades primarias como las secundarias deben tener una forma regular (John, Moreno y Echeverri 1971).

En este tipo de muestreo, para la estimación de la varianza de la media, se plantea un modelo de efectos aleatorios (Abeyasequera, s.f)

Según John, Moreno y Echeverri (1971), las principales ventajas en este diseño son que se disminuyen los sesgos al facilitarse la supervisión; la concentración de unidades disminuye la necesidad de desplazamiento y, por lo tanto, los costos de un inventario forestal. Además, permite utilizar la estratificación y hacer las asignaciones en forma similar a la del muestreo al azar sin estratificar.

### 4.1.2 Tamaño de la muestra

Según Matteucci y Colma (1982), cuanto mayor sea el número de unidades muestrales, mas precisa será la estimación de la variable considerada. Sin embargo, dado el gran costo de muestreo, es necesario llegar a un compromiso, tal que el esfuerzo invertido sea equivalente a la cantidad y a la calidad de la información recuperada.

De acuerdo a Hutchinson (1992), en la planificación de un inventario, el objetivo real debe ser lograr un número adecuado de parcelas, en función de la variabilidad del recurso, en vez de intentar una intensidad de

muestreo predeterminada (en base al área por ejemplo). Para poblaciones grandes, el tamaño de la muestra es mucho más importante que la intensidad de muestreo.

Según Carrera (1995), para una área como la de San Miguel, habría que levantar 40 parcelas de 1 ha. Este sería el mínimo para alcanzar un error de muestreo de 15% respecto del volumen comercial de todas las especies. Sin embargo, coincide con Hutchinson (1992), al mencionar que si se tiene conocimiento previo de la variabilidad del bosque, los cálculos de tamaño de muestra se deben basar en esa variabilidad.

#### 4.1.3 Tamaño de las unidades muestrales

De acuerdo a Matteucci y Colma (1982), las unidades muestrales deben satisfacer tres requisitos importantes: a) deben distinguirse claramente; b) las reglas de inclusión y exclusión del material vegetal a medir deben establecerse de antemano, y c) una vez seleccionados la forma y el tamaño, deben mantenerse tan uniformes como sea posible a lo largo del trabajo.

Hutchinson (1992) menciona que, como regla empírica, el tamaño de la unidad de muestreo debe presentar una relación directa al tamaño de los individuos a inventariar, e inversa con respecto a la densidad de la vegetación a investigar.

Parcelas pequeñas son fáciles de inventariar. Parcelas de mayor tamaño son más apropiadas para parámetros de menos frecuencia.

Según Loetsch y Haller (1973), el tamaño influye sobre la estimación de la varianza de las variables en forma inversa, o sea que a mayor tamaño menor varianza.

Lamprecht (1990) menciona que el área mínima de las unidades muestrales debe ser de 5000 m<sup>2</sup>, basándose en estudios que realizó en bosques donde el promedio del número de especies era de 42. En bosques más ricos, como sería el caso del bosque de San Miguel La Palotada, el área mínima de las unidades de muestreo debe ser de 10000 m<sup>2</sup> o más.

#### 4.1.4 Forma de las unidades muestrales

Las unidades muestrales pueden ser rectangulares, cuadradas o circulares. Las rectangulares tienen una ventaja: es más fácil evaluar las variables caminando en línea recta, sin necesidad de desplazarse hacia los lados (Matteucci y Colma 1982).

Las parcelas cuadradas y rectangulares se utilizan comúnmente en inventarios forestales y también como parcelas permanentes. Son fáciles de levantar. Cuando se instalan con su eje en forma perpendicular a las curvas de nivel, una parcela rectangular muestra bien la variabilidad de la ocurrencia de especies.

Las parcelas circulares, de un tamaño proporcional a la densidad del bosque, son de una utilidad igual. Por unidad de área, las parcelas circulares tienen menos perímetro que las parcelas rectangulares. Una persona puede levantarlas, pero cuando son grandes, los límites son difíciles de colocar en el terreno (Hutchinson 1992 y Sánchez 1996).

## 4.2 Clasificación de los inventarios forestales

Según Malleux (1982), se clasifican de la siguiente manera.

### 4.2.1 De acuerdo al diseño de muestreo

#### **Inventario 100 %**

Este tipo de inventario significa la medición, control o conteo de todos los individuos o elementos de la población, capaces de ser evaluados o procesados en base a sus características cuantitativas y/o cualitativas. Su planteamiento es bastante simple, pero su ejecución es laboriosa, dependiendo del área a inventariar, y solo se justifica en casos especiales, como por ejemplo: para aprovechamiento y solo para árboles comerciales.

#### **Inventario en base a muestreo**

Pueden aplicarse los esquemas mencionados en el acápite 5.1: muestreo al azar estratificado, muestreo al azar sin estratificar, muestreo sistemático estratificado, muestreo sistemático sin estratificar y muestreo por conglomerados o multinivel.

El inventario en base a muestreo permite obtener información correcta, precisa y a bajo costo de una población, con respecto a la estimación de los parámetros de interés.

### 4.2.2 De acuerdo al objetivo del inventario

#### **Evaluación del potencial maderero**

Su principal objetivo es hacer una evaluación rápida del bosque, con el fin de conocer la disponibilidad volumétrica actual. Puede ser sobre el volumen total, es decir, todas las especies, o sobre determinadas especies de acuerdo a su uso.

#### **Evaluación para un plan de aprovechamiento forestal**

Este tipo de inventario requiere de un trabajo más complejo que en el primer caso. Además de conocer el volumen actual, es necesario conocer o evaluar las características del área, con fines de extracción, es decir, facilidades o dificultades que presenta el área para realizar un programa de aprovechamiento en cuanto a condiciones topográficas y edáficas.

#### **Evaluación para un plan de manejo**

Es el nivel más complejo de evaluación forestal porque además de obtener información sobre las posibilidades de extracción, se deben establecer las condiciones en que el bosque será manejado. Se hace necesario obtener información sobre características silviculturales, estudios de crecimiento y evaluación de la fauna silvestre.

Este es el tipo de inventario recomendable para cuando se quiere orientar el manejo hacia la obtención de productos diversificados, que sería el caso de San Miguel La Palotada.

### 4.2.3 De acuerdo al grado de detalle

#### Reconocimiento general

Consiste en una evaluación rápida del potencial forestal de una determinada superficie, con el fin de calificarla a priori como apta o no apta para cierta actividad económica. No requiere de datos cuantitativos precisos ni órdenes de magnitud, tampoco es importante el error estadístico. Por lo general, no es necesario ningún tipo de muestreo de campo, ya que su ejecución se basa en un juzgamiento rápido del área, que metodológicamente se puede realizar mediante un reconocimiento aéreo, un recorrido por el área o por la revisión del material cartográfico y fotográfico disponible.

#### Inventario exploratorio

Exige datos cuantitativos precisos, sujetos a una cierta confiabilidad estadística, es decir, requiere invariablemente de un muestreo de campo con el fin de obtener información cuali-cuantitativa del recurso forestal. El error de muestreo, que aquí se permite entre 15 y 20% en el volumen maderable, juega un papel importante, ya que la información proporcionada servirá para tomar una decisión sobre el uso más apropiado en cuanto al aprovechamiento del área, pudiéndose utilizar los datos para la elaboración de proyectos o planes preliminares de aprovechamiento.

#### Inventario semidetallado

Proporciona información de mayor confiabilidad, e incluye mayor cantidad de la misma que en el caso anterior. Se garantiza la confianza de establecer o no un complejo industrial. El error de muestreo permitido va de 10 a 15% en el volumen maderable.

Por el tipo de información que se requiere para un manejo integral del bosque, el presente estudio se dirige hacia el diseño de un inventario semidetallado, aunque la precisión en la estimación de algunos productos no responda necesariamente a los niveles de error estipulados arriba.

#### Inventario detallado

Se ajusta a estudios de factibilidad o definitivos. El error de muestreo en este caso no debe ser mayor a 10% sobre la media del volumen. La obtención de este nivel demanda necesariamente un trabajo intensivo de muestreo.

### 4.2.4 De acuerdo al método de muestreo

#### Fajas de muestreo

Consiste en inventariar el bosque mediante parcelas de muestreo de forma rectangular. Es muy popular en trabajos de inventarios en bosques naturales subtropicales y tropicales, debido a que permite una buena distribución de la muestra mediante cortes transversales.

Mediante este procedimiento de muestreo se pueden también elaborar análisis estructurales, subdividiendo las fajas en parcelas más pequeñas de un largo de 100 m.

En condiciones de bosques tropicales y subtropicales, el ancho más comúnmente utilizado en las fajas de muestreo es de 10 m, con largos desde 100 m hasta 2000 m ó más. En condiciones de bosque puros, plantaciones o de fácil acceso, se pueden usar anchos de 20 ó más metros.

### Muestreo de parcelas en línea

Este sistema consiste en establecer líneas de muestreo, que parten generalmente de una línea base. A lo largo de estas líneas se distribuyen parcelas de muestreo distanciadas en forma constante, por ejemplo cada 200 o 300 m.

Estas parcelas pueden ser de diferente forma, cuadradas, rectangulares o circulares, dependiendo del bosque y de las facilidades para controlar los tamaños de los lados o el radio del círculo.

En cuanto a la separación entre líneas de muestreo, Sánchez (1996) se refiere a modelos de inventarios utilizados en Quintana Roo, México, diciendo que no hubo diferencias en la precisión de la estimación del volumen maderables con distancias de 250 m y 500 m.

### 4.3 Muestreo diagnóstico

De acuerdo a Hutchinson (1993), reconociendo que la regeneración exitosa no es función solamente de las existencias, si no también de la distribución espacial y de la calidad de las plantas, el muestreo diagnóstico fue desarrollado e incorporado como una operación silvicultural en el "Sistema Uniforme de Malasia" aplicado después de 1950, por medio del cual se decidía si un estrato de bosque se estaba regenerando satisfactoriamente.

La aplicación práctica del muestreo diagnóstico gira en torno a la selección de un individuo (árbol, latizal o brinjal), dentro de una conveniente unidad de área, como 10 m x 10 m

El mismo autor propone los siguientes pasos para realizarlo:

- a. El cuadrado contiene un árbol que satisface las normas requeridas para ser un deseable sobresaliente. Este árbol debe:
  - ser el mejor (muchas veces el más alto o el de mayor diámetro) entre los árboles comercialmente deseables en el cuadrado;
  - tener un dap de 10 cm o más, pero menos del límite mínimo de corta a aplicar en el bosque;
  - ser de un solo tronco, sano, bien formado, que contenga, o parezca que contendrá, una sección recta de por lo menos cuatro metros de largo, libre de defectos, deformaciones o nudos grandes;
  - tener una copa bien formada y vigorosa.
  
- b. El cuadrado no contiene ningún árbol que sea aceptable como un deseable sobresaliente (ya sea por la especie, dap, mala forma, mala copa, o falta de vigor), pero si contiene un latizal adecuado que cumple con los siguientes requisitos:
  - es una especie de valor comercial;
  - tiene entre 5.0 y 9.9 cm de dap;
  - tiene un solo tronco recto, sano, libre de defectos y deformaciones, y sin ramas pesadas;
  - tiene una copa bien formada y vigorosa.

- c. El cuadrado no contiene ningún árbol, ni latizal, que sea aceptable como deseable sobresaliente, pero si contiene un brinzal apropiado:
  - es una especie comercialmente deseable;
  - de un tamaño entre los 30 cm de altura total y 4.9 cm de dap;
  - y una copa bien formada y vigorosa
- d. El cuadrado no contiene ningún árbol, latizal, o brinzal apropiado que pueda ser seleccionado como deseable sobresaliente. Técnicamente está desocupado.
  - El cuadrado no contiene ninguna planta de ningún tipo que califique como deseable sobresaliente, pero se considera como potencialmente productivo.
  - El cuadrado no contiene ninguna planta de ningún tipo que califique como deseable sobresaliente. Además, por la aparente mala calidad del sitio, el cuadrado se debe considerar como permanentemente improductivo.

Para el muestreo, se debe recopilar información sobre la especie de árbol, clase de calidad del mejor tronco en el tallo del mejor árbol grande en un cuadrado, dap y clase de iluminación de un deseable sobresaliente por cuadrado, el cual debe tener un diámetro inferior al mínimo de corta.

#### 4.4 Características de los principales productos no maderables de interés para el manejo diversificado del bosque natural en Petén

##### Xate (*Chamaedorea* spp.)

En realidad, popularmente como xate se conoce a por lo menos tres especies: el xate propiamente dicho o xate hembra (*Chamaedorea elegans* Martius), jade (*Chamaedorea oblongata*) y pata de vaca (*Chamaedorea ernesti-agustii* Wendl) (Standley y Steyermark 1958). Las tres especies pertenecen a la familia de las palmeras Arecaceae. De las tres especies, lo que se aprovecha son las hojas, que se exportan para ser utilizadas en arreglos florales. En este sentido, Ceballos (1995) indica que las hojas aprovechables son aquellas que, en el caso del jade, poseen un largo mayor o igual a 35 cm, y en el xate hembra, 25 cm; además deben ser de un color verde brillante, sin daños ocasionados por insectos u otros agentes, sin manchas ocasionadas por hongos, y de una textura firme.

*C. elegans* es una planta leñosa de 0.4 a 2 m de altura, con tallos erectos que alcanzan diámetros entre 0.8 y 1.5 cm. Posee hojas gruesas con marcas predominantes. Estas hojas se presentan alternas en número de 5 a 8, con una vaina de 8 a 10 cm de largo y un peciolo de 12 a 27 cm de largo (Reining *et al.* 1992).

*C. oblongata* también es leñosa, con una altura de 1.5 a 3 m. Presenta un solo tallo de 8.5 a 11 mm de diámetro. Cuando las plantas son altas, el tallo permanece en el suelo horizontalmente hasta 2 m y luego se levanta verticalmente para formar una copa llena de hojas. Esta especie posee de 3 a 8 hojas alternas pinadas, la vaina que presentan es de 15.5 a 21.6 cm de largo, y el peciolo de 14 a 32.5 cm de largo (Reining *et al.* 1992 y Mas 1993)

*C. ernesti-agustii* Wendl es una planta de 2 m de alto o más, tallos delgados de 13 mm de diámetro. Presenta hojas simples, ampliamente acuminadas, profundamente partidas en el ápice, con largos entre 22 y 25 cm. La vaina es oblicuamente abierta de en medio, y de 8 a 10 cm de largo. El peciolo es de 8 a 20 cm de largo (Ceballos 1995).

Las tres especies de xate se encuentran en bosque de tierra alta, primario y secundario maduro. Se encuentran juntas, generalmente formando manchas. La densidad de la población de las plantas depende del tipo de suelo, topografía, factores microclimáticos y de la historia de desarrollo del bosque (Reining *et al.* 1992 y Heizman y Reining 1988)

### **Bayal (*Desmoncus* spp.)**

Son varias las especies que pertenecen al género *Desmoncus* y que se conocen comúnmente como bayal. Lundel (1937) menciona que en El Petén se encuentran presentes tres de ellas

Este género pertenece también a la familia Arecaceae, y es la única palma trepadora en América Tropical.

Forma macollas no muy densas con no más de 8 tallos espinosos y delgados que alcanzan las copas del estrato medio del bosque (Chinchilla 1994). Estos tallos proveen una fibra que los artesanos utilizan para la fabricación de sombreros, canastos, revestimiento de muebles, etc. (Marmillod *et al.* 1995).

### **Chicozapote (*Manilkara zapota*)**

*Manilkara zapota* es un árbol que se explota para extraer látex, utilizado para la fabricación de goma de mascar (chicle). El látex blanco y ligoso es extraído por incisiones hechas en el tronco y las ramas primarias CATIE (1994) y CONAP (1995) reportan un rendimiento de 0.9 kg de látex por árbol para el área petenera e indican que un árbol productivo es el que ha alcanzado los 25 cm de dap, sin embargo, árboles más pequeños han sido cosechados, pero su riesgo de morir por del daño causado es alto

Los árboles de esta especie, que pertenece a la familia Sapotaceae, alcanzan hasta 40 m de alto, con una pequeña y asimétrica copa. La corteza es café y áspera; internamente es rosada con un látex abundante y lechoso. La madera es dura y resistente a la pudrición. Las hojas son oscuras, brillantes en la parte de arriba y verde pálido en la parte de abajo, de 5 a 10 cm de largo y de 3.5 a 5.5 cm de ancho (Standley y Steyermark 1958).

### **Pimienta (*Pimenta dioica*)**

*Pimenta dioica* es un árbol del dosel medio, y es muy notable por su agradable aroma. Pertenecer a la familia Mirtaceae y alcanza de 20 a 25 m de alto y entre 30 y 50 cm de dap. Tiene un tronco recto, con una corteza suave de color café a gris, que se pela del tronco en capas delgadas.

Tiene hojas abundantes, opuestas y sencillas, de 10 a 20 cm de largo. La parte de arriba es suave, de color verde oscuro brillante, y la de abajo es verde claro con puntos amarillos.

Las flores están agrupadas en panículas delgadas de 6 a 12 cm de largo. Son bisexuales, pero muchos machos producen solamente unas pocas flores infértiles. Por lo tanto, los árboles machos producen muy poca fruta.

Lo que se aprovecha de los árboles son las frutas, las cuales son verrugosas con glándulas convexas aceitosas. Este producto se conoce en el mercado como pimienta gorda, all spice o pimienta de Jamaica. Para la zona petenera, CATIE (1994) y CONAP (1995) reportan un rendimiento de 1.4 kg de frutos por árbol, considerando como árboles productivos a aquéllos que han alcanzado 15 cm de dap.



## 5. METODOLOGIA

### 5.1 Descripción del área de trabajo

El estudio se orienta básicamente a diseñar un inventario diversificado a ser aplicado en la Unidad de Manejo forestal de San Miguel La Palotada, en el municipio de San Andrés, departamento de Petén. Sin embargo para poder obtener este diseño, se utilizó información proveniente de la Unidad de Manejo de La Pasadita, ubicada también en San Andrés, Petén, y que colinda, en su lado sur, con de la de San Miguel La Palotada. Ambos sitios se encuentran ubicados dentro de la zona de usos múltiples de la Reserva de la Biósfera Maya y forman parte del área piloto del proyecto Olafo en Petén.

Las coordenadas geográficas de la Unidad de Manejo de San Miguel son:

17° 10' 01" a 17° 14' 58" latitud norte y  
89° 52' 53" a 89° 59' 51" longitud oeste

Mientras que las de La Pasadita son:

17° 14' 47" a 17° 21' 58" latitud norte y  
89° 52' 55" a 90° 06' 10" longitud oeste

La ubicación de las dos regiones dentro del área piloto del Proyecto Olafo en Petén, se puede apreciar en la figura 1.

Según el sistema de Holdridge, se encuentran en la Zona de Vida Bosque Húmedo Subtropical Cálido.

Las condiciones climáticas se caracterizan por una precipitación media anual de 1552 mm, una temperatura media anual de 23 °C y una humedad relativa promedio de 77% (CATIE 1994).

En cuanto a geología, el área de la Unidad de Manejo de San Miguel se encuentra en la Plataforma de Yucatán y de acuerdo a Gálvez *et al.* (1990), se diferencian tres regiones fisiográficas: dos que corresponden a planicie, y la otra ubicada en el medio de éstas, donde predominan las colinas. La pendiente llega a valores máximos de 45%. La altura sobre el nivel del mar oscila entre 180 y 300 m (CATIE 1990). Por su lado, en la Pasadita, que también se encuentra en la plataforma de Yucatán, la pendiente máxima es de 32%, pero al rededor del 90% del área es moderadamente plana.

El origen de los suelos es de rocas sedimentarias del cretácico superior y del eoceno, clasificados taxonómicamente como vertisoles y molisoles.

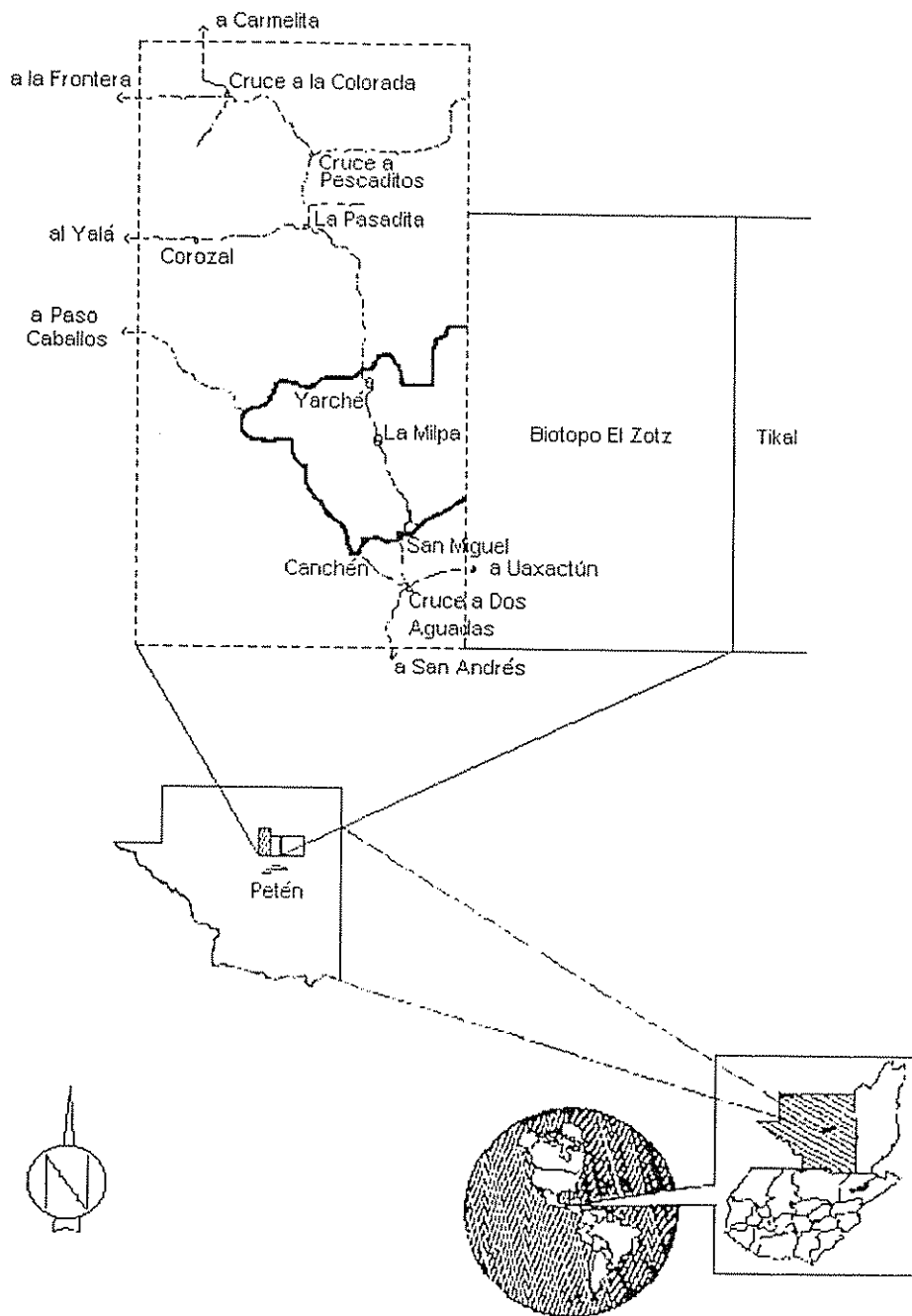


Figura 1. Ubicación de San Miguel La Palotada y La Pasadita, San Andrés, Petén

Fuente: Ceballos (1995)

## 5.2 Antecedentes de inventarios forestales y estudios de especies no maderables realizados en el área piloto del proyecto Olafo en Petén

El proyecto Olafo, con apoyo de otras instituciones en algunos casos, ha llevado a cabo un proceso de investigación de la vegetación existente en su área piloto en el norte de Petén para orientar el manejo forestal.

El presente estudio, se ha basado en gran medida en datos generados por este proceso, y a la vez forma parte de él. Por esta razón, a continuación se presenta un resumen de los principales inventarios forestales y estudios de especies no maderables realizados en la región.

### 5.2.1 Inventario de especies maderables en la Unidad de Manejo de San Miguel

#### a. Inventario realizado por CUDEP/Olafo

Este inventario fue realizado en julio de 1991 por el Centro Universitario de Petén (CUDEP) con el apoyo del proyecto Olafo. Para la realización del mismo, se hizo una estratificación en base a fisiografía y el tipo y densidad de bosque. En total se delimitaron 6 estratos, pero en la Unidad de Manejo de San Miguel solamente se ubicaron los estratos 1, 2 y 5. El análisis se hizo con base en parcelas, cubriendo una superficie de muestreo de 3.5, 6.0 y 3.0 ha, respectivamente (CATIE 1994).

En el cuadro 1 se presentan los datos sobre número de árboles y volumen comercial para los tres estratos.

Cuadro 1. Información del recurso forestal según estratos delimitados en San Miguel La Palotada en 1991

estrato	número de árboles/ha dap $\geq$ 10 cm	volumen comercial (m <sup>3</sup> /ha) dap $\geq$ 10 cm
1	569.4	151.7
2	456.2	157.6
5	611.7	199.2

Según CATIE (1994), la existencia de madera de estos bosques es variable, debido a condiciones naturales y a los aprovechamientos realizados en el pasado.

#### b. Inventario realizado por UNEPET

Este inventario se realizó en todo El Petén a nivel de reconocimiento (AHT-APESA 1992). Según CATIE (1994), ninguno de los 151 puntos medidos cayó dentro de la Unidad de Manejo. Para fines de comparación, sin embargo, se recopiló información de puntos de muestreo de un estrato representado en la Unidad. Para especies maderables de interés comercial se reporta un volumen de 8.32 en árboles con dap mayor o igual a 20 cm.

#### c. Muestreo diagnóstico realizado por Olafo

Se realizó en parcelas de 10 m x 10 m, ubicadas en líneas paralelas, con una distancia de 1 km entre líneas y 50 m entre parcelas. Se muestreó un total de 340 parcelas en seis líneas, representando 0.48% de intensidad de muestreo (CATIE 1994). Los resultados se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Resultados del muestreo diagnóstico en la Unidad de Manejo de San Miguel la Palotada, 1994

clase de deseable	número de individuos según clase de iluminación			total de individuos	%
	abundante	parcial	deficiente		
fustal	96	95	4	195	57
latizal	3	20	11	34	10
brinzal	1	23	57	81	24
unid. vacías					9
total	116	138	72	340	
%	34	41	21		100

fustal: 10-4.9 cm de dap

latizal: 5-9.9 cm de dap

brinzal 0.3 m de altura a 4.9 cm de dap

Según CATIE (1994), el muestreo diagnóstico indica que el bosque está adecuadamente provisto de regeneración natural de especies comerciales, ya que en 96% de las parcelas se encontró por lo menos un individuo deseable sobresaliente. Este potencial indicaría que el manejo de estos bosques, basado en su regeneración natural, es biológicamente factible.

### 5.2.2 Inventario de especies maderables en la Unidad de Manejo de La Pasadita

El proyecto Olafo, en coordinación con el proyecto Producción en Bosque Naturales (PBN) de CATIE, realizó un inventario forestal en la Unidad de Manejo de La Pasadita. El mismo inició en noviembre de 1994, y concluyó en febrero de 1995 (CONAP 1995).

Para llevar a cabo este inventario, el área se dividió en dos estratos, en base a la topografía y al estado boscoso, siguiendo la propuesta de estratificación de UNEPET. El primer estrato se denominó plataforma kárstica baja ondulada, y el segundo karst cónico quebrado.

En el estrato de plataforma kárstica se midieron 39 parcelas de 1 ha cada una, y en el karst cónico se midieron 14 parcelas de ese mismo tamaño.

Los resultados muestran que para árboles mayores a 25 cm de dap, existe un volumen de 32.9 m<sup>3</sup>/ha en la plataforma kárstica, y 29.9 m<sup>3</sup>/ha en el karst cónico. Esta información se obtuvo con un error de muestreo de 9%.

La información utilizada para el diseño del inventario de la presente investigación proviene principalmente de este inventario.

### 5.2.3 Inventario de xate (*Chamaedorea* spp.) realizado por el proyecto Olafo

En la Unidad de Manejo de San Miguel, para el caso del xate, se hizo un inventario en un área de 40 ha, que corresponde al primer cuartel elegido para extracción de madera. Según Ceballos (1995), el tamaño de la

muestra lo constituyeron 320 parcelas de 5 m x 5 m, utilizando el método de muestreo sistemático. Las variables registradas fueron:

- a. número de plantas presentes por parcela
- b. altura de las plantas: desde la base del suelo hasta la altura de la hoja de mayor longitud
- c. número total de hojas
- d. número de hojas aprovechables

El total del área muestreada fue de 8 mil metros cuadrados, que corresponde a una intensidad de muestreo de 2%.

Los resultados reportan que se encuentran 397 hojas aprovechables por ha, cantidad que se considera relativamente baja

#### **5.2.4 Desarrollo de una metodología de incorporación de recursos no maderables en sistemas de manejo del bosque**

De acuerdo con Ling *et al* (1996), a través de diferentes experiencias de investigación, el Proyecto Olafo ha definido una metodología de incorporación de productos no maderables al manejo forestal. Las etapas se describen a continuación.

##### **i Acercamiento inicial a la especie**

En esta etapa se deben contestar las preguntas: ¿Cuáles variables podrán ser relevantes para diferenciar estados de desarrollo de los individuos? ¿Qué elementos biológicos, que eventualmente condicionan estas variables, deben considerarse en el diseño de las investigaciones siguientes?

##### **ii Desarrollo de las herramientas suficientes para caracterizar la estructura poblacional de la especie**

en cuanto a estados de desarrollo y capacidad de producción de los individuos

En esta etapa se deben contestar las preguntas: ¿Cuáles características biológicas permiten diferenciar en el conjunto de individuos de una especie, por lo menos las subpoblaciones juvenil y productiva? ¿Qué observar y/o medir en cada individuo para poder asignarlo a un estado de desarrollo?

##### **iii Desarrollo de las herramientas suficientes para estimar el producto cosechable en una población**

determinando la relación entre variables de medición práctica en la subpoblación productiva y la cantidad de producto cosechable

Aquí se deben contestar las preguntas: ¿Cómo se define el producto a cosechar? ¿Cuáles variables de los individuos de la subpoblación productiva de una especie se revelan suficientes para estimar de manera fiable las existencias de producto cosechable? ¿Cuál es la relación entre las variables observadas y/o medidas y la cantidad de producto cosechable?

#### iv Desarrollo de una propuesta de sistema silvicultural

basada en conocimientos ecológicos de la especie y que considere su comportamiento ante diferentes prácticas de manejo forestal diversificado. Se debe contestar a: ¿Cuáles son los requisitos de la especie en relación con la disponibilidad de luz y agua? ¿Cuál es el ciclo fenológico de la especie y sus condicionantes? ¿Cuál es el sistema de cosecha óptimo considerando el hábito de la especie? ¿Cuál es la reacción de la especie al conjunto de tratamientos silviculturales aplicados al bosque? ¿Cuál es el crecimiento productivo de la especie sometida al sistema silvicultural?

#### v Diseño de un plan de aprovechamiento sostenible de la especie dentro de una unidad de manejo

con base en el sistema silvicultural propuesto, el crecimiento de la especie y las existencias del recurso en la unidad de manejo. Se deben contestar las preguntas: ¿Cuál es la ubicación y superficie del área naturalmente productiva? ¿Cuál es la distribución y cuáles son las existencias del recurso dentro de esta área? ¿Cuál es la posibilidad de cosecha sostenible?

Una de las principales especies no maderables, cuyo estudio se ha desarrollado de acuerdo a esta estrategia, es el bayal (*Desmoncus* spp.). Los resultados que se han obtenido son los siguientes:

##### Estructura demográfica (Marmillod *et al.* 1995)

Para diferenciar los estados de desarrollo de la planta, se utilizaron las variables número y largo de los tallos en cada macolla.

Los tallos se clasificaron como:

- retoño: que es aquel tallo cuyo largo no excede 1 m;
- tierno: su largo está entre 1 y 5 m;
- maduro: presenta más de 5 m de largo

De acuerdo a esta clasificación de tallos, se reconocen los siguientes estados de desarrollo:

- plantas de regeneración: son aquéllas en las cuales el tallo más desarrollado es un retoño que no pasa de 0.5 m;
- plantas juveniles establecidas: son aquéllas, cuyo tallo más desarrollado es un tierno;
- plantas adultas en crecimiento: son las que están compuestas por lo menos de un retoño o tallo tierno y de un tallo maduro;
- plantas adultas en reposo: son las que poseen solamente tallos maduros

##### Estimación del producto (Marmillod *et al.* 1995)

De acuerdo con los requerimientos de los artesanos que utilizan el bayal para la fabricación de diversos objetos, tales como sombreros, canastas, etc., el producto de interés se definió como el largo de los tallos aprovechables por unidad de área.

Asumiendo que en futuros inventarios se contará el número de tallos aprovechables por macolla, se determinó como "función de estimación del producto" el largo promedio útil del tallo maduro aprovechable, siendo este de 9.7 m.

## **Diseño de inventario para estimación de las existencias (Pineda et al. 1995)**

De acuerdo al procedimiento de conglomerados en dos etapas, se diseñó un inventario que permite estimar el volumen de madera y a la vez las existencias de bayal. Con base en esta metodología, se determinó la proporción de subparcelas de cada parcela grande donde debe muestrearse el bayal para respetar un error prefijado en la estimación del producto (largo aprovechable de tallo).

Además se hizo un análisis para determinar el patrón de distribución de las macollas de bayal en las parcelas.

Los resultados en esta tercera etapa, establecen que la muestra más pequeña para obtener un error menor a 20% en la estimación del largo aprovechable de bayal, está representada por 21 parcelas de 1 ha, y en cada una se miden 20 subparcelas de 10 m x 10 m. De acuerdo a la información del inventario forestal de la Unidad de Manejo de La Pasadita, con estas 21 parcelas de 1 ha, el volumen maderable quedaría estimado con un error de muestreo inferior a 15%.

Las macollas de bayal presentaron un patrón espacial aglomerado en tamaños de subparcelas de 100, 200 y 400 m<sup>2</sup>. Esto indica que la superficie de 400 m<sup>2</sup> es inferior al tamaño de los aglomerados, y que en el muestreo de bayal, las subparcelas pueden tener este tamaño como máximo.

### **5.3 Diseño del inventario**

El presente trabajo de investigación está constituido de dos eventos bien diferenciados: el primero consistió en diseñar el inventario, y el segundo, en la aplicación de este diseño para la realización del inventario forestal de la Unidad de Manejo de San Miguel.

En la figura 2 aparece el diagrama de flujo que representa el camino seguido para llevar a cabo los dos eventos, hasta llegar al análisis de los datos generados por el inventario y al análisis de costos de su ejecución. Las flechas de línea continua indican la secuencia de las diferentes etapas, mientras que las de línea intermitente indican que el elemento de donde vienen, se tomó en cuenta para tomar decisiones en la etapa a donde llegan.

En este inciso, se hablará específicamente del diseño del inventario, ya que posteriormente, se hablará de su aplicación en San Miguel La Palotada.

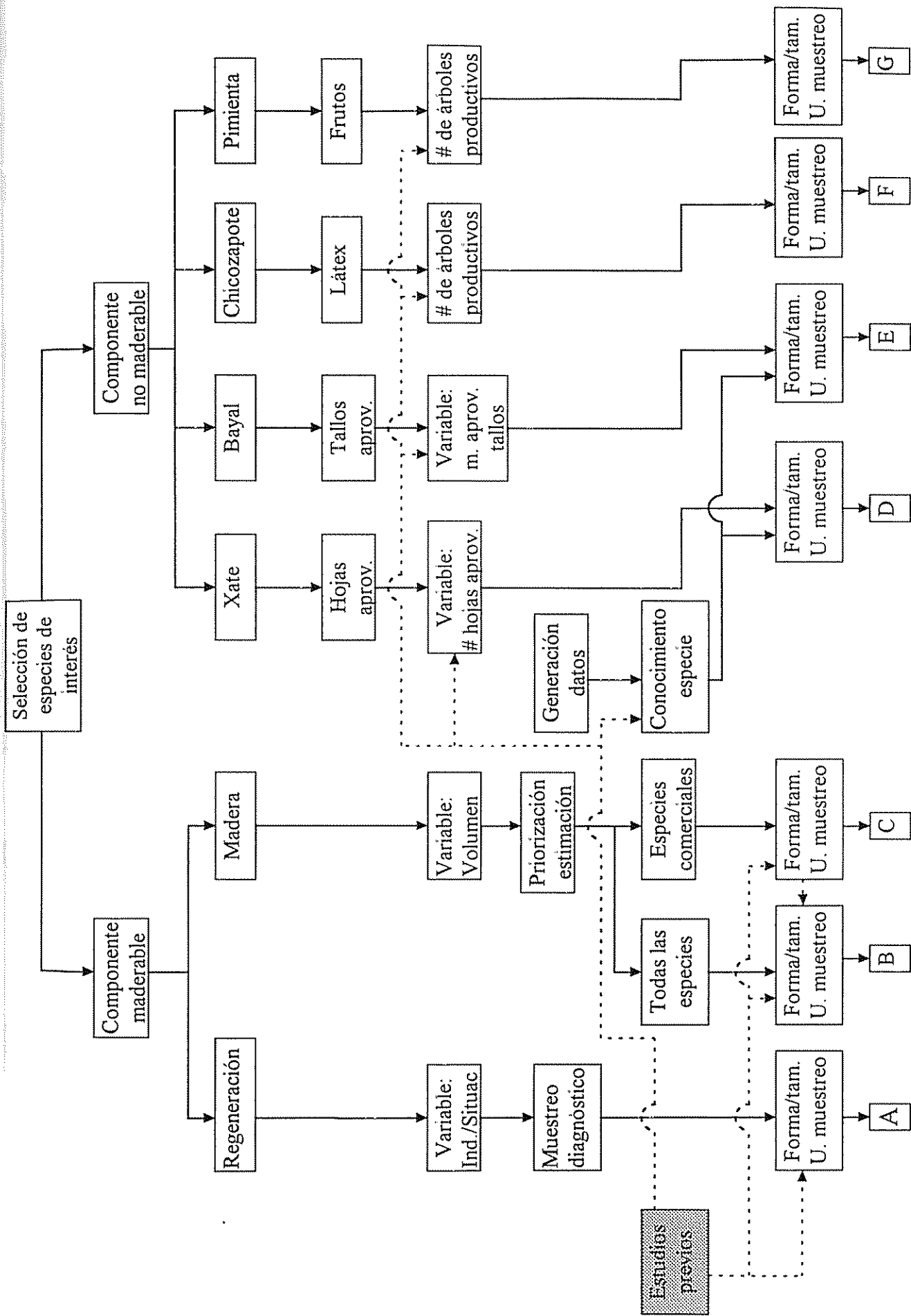


Figura 2. Diagrama de flujo seguido para el diseño y aplicación del inventario forestal diversificado en San Miguel La Palotada, Petén, 1996

...(Continúa)



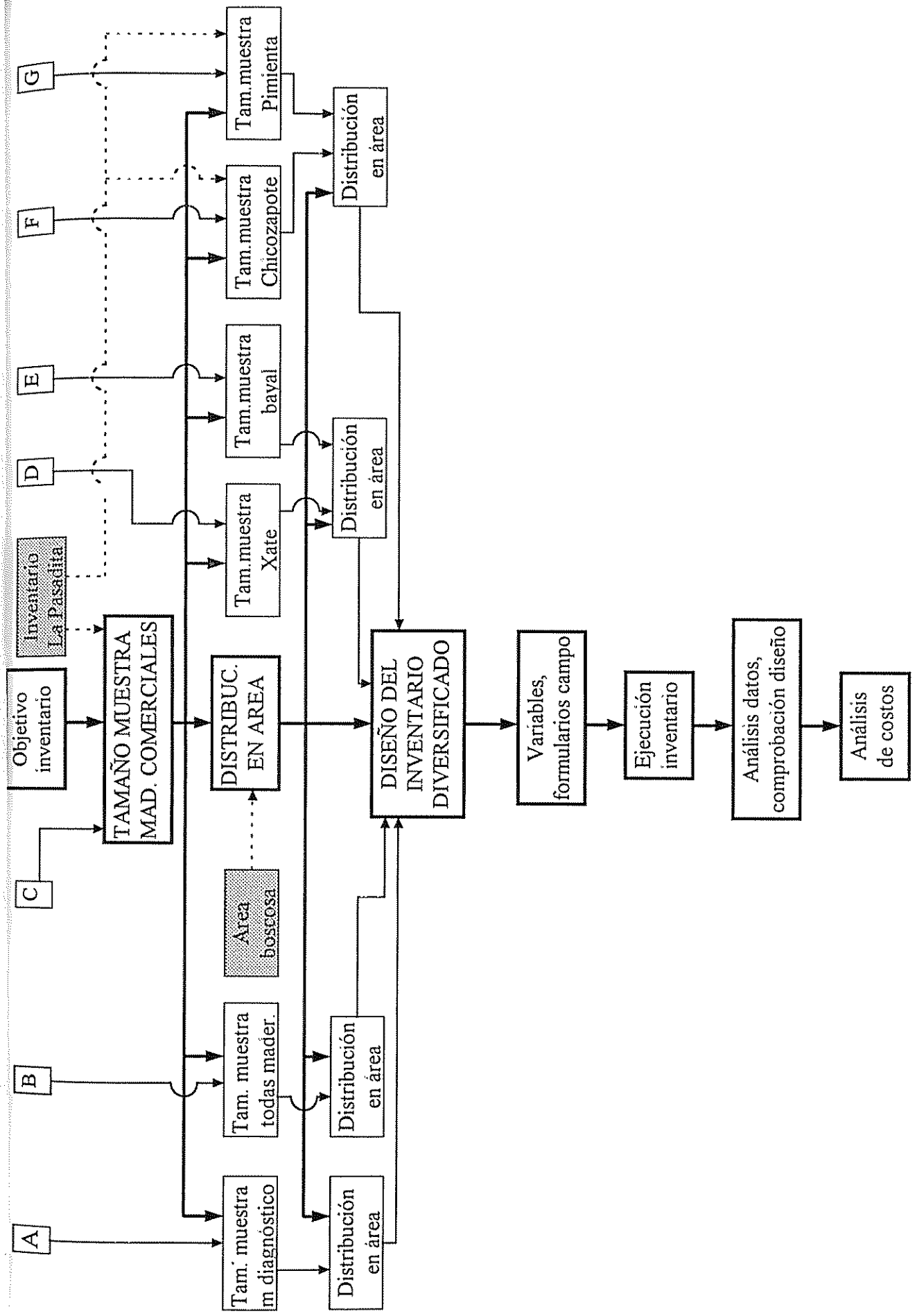


Figura 2. Diagrama de flujo seguido para el diseño y aplicación del inventario forestal diversificado en San Miguel La Palotada, Petén, 1996

El evento de diseño básicamente consistió en determinar la forma y tamaño de las unidades de muestreo, el tamaño de la muestra, o sea el número de estas unidades a levantar para obtener una estimación de los principales productos de interés del bosque con niveles de error aceptables, para posteriormente establecer su distribución en el campo. Después de esto, se determinaron otras variables a medir, además de las necesarias para estimar los productos. Por último, se diseñaron los formularios adecuados para levantar estas variables en el campo.

### 5.3.1 Componentes del bosque considerados en el diseño

Tomando en cuenta el enfoque diversificado que se quería dar al inventario, se consideraron los dos componentes principales en los cuales se basa el manejo forestal de los bosques de la región:

#### a. Componente maderable

Este componente incluye a todas aquellas especies arbóreas cuyo producto utilizado es la madera. Se considera fundamental para un plan de manejo, tener información sobre el volumen de madera propiamente dicho, área basal y presencia de regeneración incluyendo sus condiciones de desarrollo. En este sentido, el diseño del inventario se orientó a estimar las existencias de los tres elementos.

En cuanto al volumen de madera, se consideró su estimación en árboles con dap mayor o igual a 25 cm y el área basal en árboles con dap mayor o igual a 10 cm. Se tomaron en cuenta las especies maderables que se reportan como componentes de la flora del área. De acuerdo a Gálvez (1996) y CONAP (1995), estas especies se clasifican en siete grupos en base al uso que actualmente tienen en Petén, y a continuación se presenta la descripción de cada uno y el número de especies que posee

- **AAACOM**: son especies de uso maderable principalmente en ebanistería, actualmente muy valiosas y cotizadas dentro del mercado nacional e internacional. En este grupo se encuentran 2 especies
- **AAANOM**: son especies muy valiosas, cuyo producto es diferente de la madera. Pueden ser arbóreas, pero su uso como madera está vedado por ley. Este grupo posee 2 especies.
- **AAAVED**: son especies maderables de uso en artesanía fina, extremadamente valiosas y muy demandadas, por lo que son protegidas por ley. Posee 2 especies.
- **ACTCOM**: son especies maderables, actualmente comerciales, pero con valor menor al grupo AAACOM. Posee 9 especies.
- **PALMA**: en este grupo aparece una sola especie, de la cual se utilizan las hojas
- **POTCOM**: son las especies maderables potencialmente comerciales. Posee 31 especies
- **SNVAL**: son aquellas maderables sin valor comercial. Es el grupo más numeroso, con 68 especies

En el cuadro 15 del anexo 2 aparecen los nombres de las especies que pertenecen a cada grupo

Aceptando que para el propietario del bosque interesa básicamente una estimación confiable del volumen de madera de las especies de interés comercial, el diseño se orientó en primera instancia a: 1) estimar el volumen de madera de las especies de interés comercial con un nivel de error aceptado por el propietario; 2) brindar una imagen local del bosque aceptable en términos fitosociológicos; 3) estimar el volumen de madera del conjunto de todas las especies con el nivel de error que exige la ley (15%).

En este sentido, en el grupo de especies maderables de interés comercial, se incluyeron a las AAACOM y ACTCOM. En futuros inventarios, se debe incluir también al grupo AAAVED, ya que, aunque actualmente se encuentran protegidas, bajo un manejo sostenido, se puede considerar su aprovechamiento, pues son especies muy valiosas

En cuanto a la estimación de la presencia de regeneración, se hizo por medio de la metodología del muestreo diagnóstico que propone Hutchinson (1993). Este muestreo se dirige a determinar la presencia de individuos deseables sobresalientes de las especies maderables de interés comercial. En el presente estudio, tomando en cuenta que se quería un inventario que proporcionara información para planificar un manejo diversificado, se incluyeron también en el grupo de especies de interés comercial, a las del grupo AAANOM, al que pertenecen las dos principales especies arbóreas no maderables que se extraen del bosque del área

En el muestreo diagnóstico también se consideró la estimación del volumen de los árboles cortables de las especies maderables de interés comercial, y la estimación del número de árboles aprovechables de las especies no maderables de interés comercial. En este sentido, en caoba y cedro, se consideran como árboles cortables a aquéllos con un dap igual o mayor a 60 cm; y en el grupo ACTCOM, a aquéllos con dap igual o mayor a 45 cm. Para el grupo AAANOM, en cuanto a chicozapote, se consideran aprovechables los árboles con dap igual o mayor a 25 cm, y en pimienta, a aquéllos con dap igual o mayor a 15 cm

#### **b. Componente no maderable**

Tradicionalmente en San Miguel, los habitantes extraen del bosque para la comercialización principalmente cuatro especies no maderables: xate (*Chamaedorea* spp.), bayal (*Desmoncus* spp.), Chicozapote (*Manilkara zapota*) y pimienta gorda (*Pimenta dioica*). De acuerdo a este interés de la población, que determina en gran medida el camino que debe seguir el manejo forestal, el diseño del inventario se orientó a estimar las existencias de los cuatro productos.

En el caso de *Chamaedorea* spp., el diseño del inventario se orientó a estimar el número de hojas aprovechables que hay en el área, tomando en cuenta para definir a una hoja como aprovechable los criterios descritos por Ceballos (1995).

En *Desmoncus* spp., se debe estimar el largo de tallos aprovechables. En el diseño del inventario se consideró la estimación del número de tallos aprovechables, y multiplicándolos por su largo promedio se obtuvo la cantidad total aprovechable. Este largo promedio fue estimado por Marmillod *et al.* (1995) en 9.77 m.

En *Manilkara zapota* interesa saber la cantidad de látex que puede rendir el área. Para esto, se consideró estimar el número de árboles aprovechables, ya que CATIE (1994) y CONAP (1995) reportan un rendimiento por árbol 0.9 kg de látex, con el que se puede obtener la producción en el área. Además, de cada árbol, se decidió registrar el número de años que han transcurrido desde que fue aprovechado la última vez. Considerando que un árbol puede volverse a aprovechar transcurridos 5 años (Heisman *et al.* 1992) con esta variable se puede establecer el número de árboles en producción para cada uno de los próximos cinco años.

En *Pimenta dioica* interesa saber la cantidad de frutos que puede rendir el área. De acuerdo a esto, se consideró estimar el número de árboles aprovechables, que multiplicado por el rendimiento por árbol, da la cantidad de frutos. Para el rendimiento por árbol se consideró el promedio para la zona dado por CATIE (1994) y CONAP (1995) el cual es de 1.4 kg de frutos.

En esta especie también se decidió registrar de cada árbol, el número de años que han transcurrido desde que fue cosechado la última vez. Con esta información, al igual que para el chicozapote, se puede obtener la producción para los siguientes cinco años, ya que para la pimienta, el tiempo que hay que esperar para volver a cosechar un árbol, también es de 5 años.

### c. Especies de interés para la producción

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, la lista de las especies de interés para la producción en la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada corresponde a la que se presenta en el cuadro 3. Las arbóreas aparecen en el orden de prioridad que se les asignó en el muestreo diagnóstico.

Cuadro 3. Especies de interés comercial para la producción en la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada

No.	Nombre común	Nombre científico	Hábito
1	Granadillo *	<i>Dalbergia tucurensis</i>	árbol
2	Hormigo *	<i>Platymiscium dimorphandrum</i> Donn. Sm.	árbol
3	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	árbol
4	Cedro	<i>Cedrela odorata</i> Roem.	árbol
5	Amapola	<i>Pseudobombax ellipticum</i> (HBK) Dugan	árbol
6	Santa María	<i>Calophyllum brasiliense</i> (Camb.) Standl.	árbol
7	Jobillo	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	árbol
8	Malerio blanco	<i>Aspidosperma stegomeres</i>	árbol
9	Malerio colorado	<i>Aspidosperma megalocarpon</i> Muell. Arg.	árbol
10	Canxán	<i>Terminalia amazonia</i> Liebm.	árbol
11	Cola de coche	<i>Pithecolobium arboreum</i>	árbol
12	Danto	<i>Vatairea lundellii</i> Killip.	árbol
13	Manchiche	<i>Lonchocarpus castilloi</i> Standl.	árbol
14	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i> (L.) van Royen	árbol
15	Pimienta	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill	árbol
16	Xate	<i>Chamaedorea</i> spp.	sotobosque
17	Bayal	<i>Desmoncus</i> spp.	sotobosque

\* no consideradas como de interés comercial en el presente estudio

### 5.3.2 Determinación del tamaño de las unidades de muestreo

En la presente investigación, para las únicas especies que se desarrolló un proceso para determinar el tamaño y forma más adecuado de las unidades de muestreo a utilizar en el inventario, fue para xate y bayal, ya que en las otras, se tomó de base tamaños utilizados en inventarios realizados anteriormente en la región

#### a. Para el conjunto de especies maderables de interés comercial

Para este grupo de especies se tomó de base el diseño del inventario de la Unidad de Manejo de La Pasadita (CONAP 1995), en donde las unidades de muestreo utilizadas fueron de 1 ha con dimensiones de 500 m x 20 m, dividiendo cada una en 20 subparcelas de 10 m x 50 m. Se midieron los árboles a partir de 10 cm de dap.

### b. Para el conjunto de todas las especies maderables

El tamaño de las unidades de muestreo para inventariar este grupo de especies fue de 10 m x 50 m, que corresponde al tamaño de las subparcelas en que se dividieron las unidades de muestreo para inventariar el grupo de las especies arbóreas de interés comercial. Se midieron todos los árboles a partir de 10 cm de dap.

### c. Muestreo diagnóstico

Se tomó de base la metodología de Hutchinson (1993), que esta orientada a establecer la presencia de un individuo deseable sobresaliente en cuadrados de 10 m x 10 m, agrupados en fajas.

### d. Xate (*Chamaedorea* spp.)

Cuando una especie se distribuye en forma aglomerada, es muy difícil establecer los límites de los aglomerados en el campo, por lo que los muestreos se realizan sin tomarlos en cuenta. Para minimizar el efecto que esto podría tener en el aumento de la varianza de la variable de interés en un muestreo sistemático o aleatorio, se recomienda que el tamaño de parcela a utilizar en el inventario, sea el que presente el menor grado de aglomeración.

Para conocer la distribución espacial del xate, se utilizó la prueba de bondad de ajuste  $\chi^2$ . Se analizaron los patrones de distribución aleatoria y aglomerada, a través de la determinación de su ajuste a una distribución de probabilidad Poisson o Binomial Negativa, respectivamente.

El análisis se hizo para los tamaños de subparcela de 25, 50, 100, 200, 400, 600 y 1200 m<sup>2</sup>, con los datos tomados en la primera etapa de campo en las 18 parcelas de 1200 m<sup>2</sup>.

Después de conocer la distribución espacial de los individuos en los diferentes tamaños de subparcela, la elección final del tamaño con menor grado de aglomeración, se hizo a través del valor de la varianza relativa del número de plantas. Este valor está en relación directa a la aglomeración, o sea que interesan los valores bajos. Para el cálculo se utilizó la siguiente ecuación:

$$vr = \frac{s^2}{\bar{y}}$$

donde

$vr$  = varianza relativa

$s^2$  = varianza del número de plantas por subparcela

$\bar{y}$  = media del número de plantas por subparcela

Complementariamente, se hizo el cálculo del factor  $k$ , que es inverso a la aglomeración de los individuos y está relacionado a la distribución binomial negativa.

$$k = \frac{\bar{y}^2}{s^2 - \bar{y}}$$

Los datos utilizados para todos estos análisis, provienen de la medición de 18 parcelas de 20 m x 60 m, realizada en una primera etapa de campo. La ubicación de estas parcelas se basó en los grupos de parcelas

permanentes que el proyecto Olafo ha establecido en la región. De esta manera, 6 de las subparcelas fueron ubicadas en un sitio a 2 km al norte de la comunidad de San Miguel, 6 en el sitio denominado Yarché que corresponde a la primera unidad de corta en San Miguel La Palotada, y las 6 restantes en el sitio denominado Cambranes, en la Unidad de Manejo de La Pasadita. El hecho de elegir 18 subparcelas de 1200 m<sup>2</sup>, fue porque, al dividir las por la mitad, se tienen 36 parcelas de 600 m<sup>2</sup>, y así el análisis de distribución espacial es válido realizarlo para ese tamaño, ya que el número mínimo es de 30 elementos para que sea válido.

#### e. Bayal (*Desmoncus* spp.)

Como en el xate, a través del análisis de la distribución espacial con la prueba de bondad de ajuste  $\chi^2$  y el cálculo de la varianza relativa en el número de individuos, se obtuvo una aproximación del tamaño de subparcela que presenta el menor grado de aglomeración y que es el más recomendable a utilizar en el inventario.

En el análisis solo se consideraron los individuos establecidos, que de acuerdo a los estados de desarrollo descritos por Marmillod *et al.* (1995), corresponden a las plantas juveniles, adultas en crecimiento y adultas en reposo. La prueba se realizó para los tamaños de subparcela de 100, 200, 400, 800, 1600 y 2500 m<sup>2</sup>.

Complementariamente, aquí se hizo también el cálculo del factor k.

Los datos utilizados provienen de la medición de 10 parcelas de 50 m x 50 m, realizada en la primera etapa de campo de la presente investigación. Para ubicar estas parcelas, al igual que para el xate, se tomaron de base los grupos de parcelas permanentes que el proyecto Olafo ha ubicado en la región. Es por eso que 5 de las parcelas se ubicaron en el sitio a 2 km de la comunidad de San Miguel, y las otras 5 en Cambranes.

Estos datos fueron complementados con los generados en la medición de 20 parcelas iguales, realizada por el proyecto Olafo en 1995 en el sitio denominado Yarché. En realidad, medir otras 10 parcelas, fue para poder hacer el análisis de distribución espacial en el tamaño de 2500 m<sup>2</sup>, atendiendo al número mínimo de 30 elementos que debe existir para que sea válido.

#### f. Chicozapote (*Manilkara zapota*)

Inicialmente la unidad básica era de una forma rectangular de 10 m x 50 m, pero posteriormente, como se verá en los resultados, pasó a ser una parcela de 1.5 ha. En cada unidad se midieron los individuos de esta especie a partir de 10 cm de dap.

#### g. Pimienta (*Pimenta dioica*)

Al igual que en chicozapote, inicialmente, la unidad básica era de una forma rectangular de 10 m x 50 m, pero posteriormente pasó a ser una parcela de 1.5 ha. Los individuos medidos en cada una también fueron aquéllos a partir de 10 cm de dap.

### 5.3.3 Determinación del tamaño de muestra

El objetivo del inventario es:

*Proporcionar información confiable de la masa, el estado silvicultural y la existencia de productos no maderables de interés comercial en la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, necesaria para la revisión del plan de manejo forestal actual.*

De acuerdo con este objetivo, se diseñó un inventario por muestreo, en donde el tamaño de muestra se orientó a estimar los principales productos de interés para el plan de manejo, con niveles de error aceptables. Se tomó de referencia el área cubierta con bosque para marzo de 1995.

En aplicación de los principios enunciados en la sección 5.3.1 y 5.3.2, la muestra básica del inventario fue la definida para el grupo de las especies maderables de interés comercial; por esta razón, a las unidades que la conforman se les denominó parcelas principales (PP, 1 ha). El diseño para estimar los otros productos tomó como base esa muestra y determinó la proporción de cada parcela principal donde debía muestrearse cada uno de ellos para respetar un error prefijado (número de subparcelas por PP). Este procedimiento es un muestreo por conglomerados en dos etapas, descrito por Scheaffer, Mendenhall y Ott (1993), y ejemplificado para el bayal en Pineda *et al.* (1995).

#### a. Especies maderables de interés comercial

El procedimiento normal para calcular el número de unidades de muestreo, es realizar un premuestreo para poder estimar la varianza de la variable de interés, en este caso el volumen. Sin embargo, en la presente investigación se tomaron de base los datos del inventario que realizó el Proyecto Olafo y el Proyecto PBN en la Unidad de Manejo de La Pasadita, que posee una vegetación semejante a la de San Miguel La Palotada

De acuerdo a Scheaffer, Mendenhall y Ott (1993), se calculó el número de parcelas necesarias para estimar el total del volumen comercial con un nivel de confianza de 0.95

$$n = \frac{4s^2}{\left(\frac{e\bar{y}}{100}\right)^2}$$

donde

$s^2$  = varianza en el volumen de madera

$e$  = error de muestreo (prefijado), en porcentaje

$\bar{y}$  = media del volumen en  $m^3$  por parcela

La ecuación está dada para un muestreo simple aleatorio, pero igualmente se puede utilizar para un muestreo sistemático, que fue el que se aplicó en el inventario. Según Carrera (1996), no existe problema alguno en utilizar las mismas fórmulas, pues los resultados que se obtienen son confiables

Se utilizó un muestreo simple, ya que a priori no se tenía información consistente para delimitar estratos en el área. Inicialmente los estratos delimitados en la realización del inventario de La Pasadita se habían considerado para definirlos en San Miguel, pero tomando en cuenta que se basaban en volumetría y no en comunidades vegetales, que son las que interesan para un manejo silvicultural, esa posibilidad fue descartada. Se decidió en su lugar, levantar variables en el inventario que permitan una estratificación posterior.

## b. El conjunto de todas las especies maderables

Las unidades de muestreo de 10 m x 50 m para inventariar este grupo de especies fueron integradas a las parcelas de 1 ha definidas para el muestreo de las especies comerciales. Esta situación se convierte entonces en un muestreo por conglomerados en dos etapas (Cochran 1963), en donde la unidad primaria es la parcela de 1 ha, y la secundaria la unidad de 10 m x 50 m, convirtiéndose esta última, en subparcela

Para determinar el número de unidades secundarias o subparcelas ( $m$ ) que se necesita medir en cada parcela de 1 ha, para estimar el volumen de los árboles a partir de 25 cm de dap, con error de muestreo aceptable, se utilizó la ecuación siguiente:

$$m = \frac{s^2}{n(\hat{v}(\bar{y})) - s_n^2 + \frac{s^2}{M}}$$

donde

$s^2$  = varianza dentro de parcelas

$s_n^2$  = varianza entre parcelas

$\hat{v}(\bar{y})$  = varianza estimada de la media del volumen

$n$  = número de parcelas de 1 ha

$M$  = número total de subparcelas por parcela (en este caso 20)

Esta ecuación se despejó de la ecuación de la varianza de la media en un muestreo por conglomerados en dos etapas, que propone Cochran (1963). En el presente caso, solo se consideró la corrección por población finita del número de subparcelas en la parcela grande  $(M-m)/M$ .

También aquí, la información que se tomó de base para el cálculo, proviene del inventario de La Pasadita

La varianza de la media  $\hat{v}(\bar{y})$  se estimó basada en el error prefijado ( $e$ ) expresado en porcentaje y con un nivel de confianza de 0.95

$$\hat{v}(\bar{y}) = \left( \frac{e}{200n} \sum_{i=1}^n \bar{y}_i \right)^2$$

donde

$\bar{y}_i$  = media del volumen en las subparcelas de la  $i$ -ésima parcela

$n$  = número total de parcelas en el inventario de La Pasadita

Las varianzas dentro y entre parcelas se estimaron utilizando el procedimiento GLM de SAS, igualando los cuadrados medios entre y dentro de parcelas con los correspondientes cuadrados medios esperados, que se obtienen del análisis de varianza.

La varianza dentro de parcelas  $s^2$  se estimó a partir del cuadrado medio dentro de parcelas, y la varianza entre parcelas se estimó como sigue:



$$s_n^2 = \frac{\text{cuadrado medio entre parcelas} - s^2}{k}$$

donde

$k$  = número de subparcelas en cada parcela

Además de estimar el volumen del conjunto total de especies a partir de 25 cm de dap, interesaba estimar el área basal de sus individuos a partir de 10 cm de dap, con un error de muestreo aceptables. Para determinar el número de subparcelas necesario ( $m$ ), se utilizó el mismo procedimiento que para el volumen, descrito arriba.

### c. Muestreo diagnóstico

Con el muestreo diagnóstico se pretende determinar la presencia de regeneración de las especies de interés comercial y su estado de iluminación de acuerdo a 5 categorías, situación que corresponde a muestreo de una proporción multinomial.

Thompson (1987) propone que, para muestrear este tipo de proporción, el número de unidades se debe calcular con la siguiente ecuación, que asume una varianza máxima en la población:

$$n = \frac{\max_m z^2 \left( \frac{1}{m} \right) \left( 1 - \frac{1}{m} \right)}{d^2}$$

donde

$m$  = entero que maximiza el numerador de la ecuación

$z$  = función de  $(1 - \alpha/2m)$

$d$  = error de muestreo

$\alpha$  = nivel de significancia

El muestreo diagnóstico generalmente se realiza por fajas que agrupan a determinado número de cuadros de 10 m x 10 m. Para la función de Thompson (1978),  $n$  en realidad, representa el número de fajas y no el número de cuadros de 10 m x 10 m, si se quiere asumir una máxima varianza.

En el presente estudio, el número de fajas lo determinó el número de parcelas de 1 ha utilizadas para el muestreo de las especies arbóreas de interés comercial, ya que por cada una de ellas se ubicó una faja de muestreo diagnóstico.

Entonces, no se determinó el número de fajas necesarias para realizar el muestreo diagnóstico para estimar las proporciones con un error de muestreo predeterminado, si no que se calculó el error que se obtendría con un número de fajas igual al número de parcelas de 1 ha, despejándolo de la ecuación de  $n$

$$d = \sqrt{\frac{\max_m z^2 \left( \frac{1}{m} \right) \left( 1 - \frac{1}{m} \right)}{n}}$$

#### d. Xate (*Chamaedorea* spp.)

Las unidades para el muestreo de xate, al igual que las unidades para el muestreo del conjunto de todas las especies maderables, fueron integradas a la parcelas de 1 ha definidas como unidades de muestreo de las especies arbóreas de interés comercial.

El muestreo del xate se convierte entonces, en un muestreo por conglomerados en dos etapas, en donde la unidad primaria es la parcela de 1 ha, y la secundaria, la unidad para el muestreo de xate, que pasa a ser subunidad o subparcela.

Se determinó el número de subparcelas ( $m$ ) a medir en cada parcela de 1 ha para estimar, con niveles de error aceptables, el número de hojas aprovechables. Este procedimiento se repitió para todos los tamaños de subparcela que se utilizaron para el análisis de la distribución espacial, descrito en el inciso de determinación del tamaño de unidad de muestreo, aunque al final para el inventario, se eligió el dato correspondiente al tamaño que presentaba el menor grado de aglomeración.

Los datos de la variable número de hojas aprovechables, necesarios para encontrar  $m$ , provienen de la medición de las 18 parcelas de 1200 m<sup>2</sup> que se mencionan en la determinación del tamaño y forma de la unidad de muestra.

#### e. Bayal (*Desmoncus* spp.)

Las unidades para el muestreo de esta planta también fueron integradas a las parcelas de 1 ha definidas para el muestreo de las especies arbóreas de interés comercial. El procedimiento de muestreo se realizó entonces, por conglomerados en dos etapas, en donde la unidad primaria corresponde nuevamente a la parcela de 1 ha, y la unidad secundaria a la unidad de muestreo para el bayal. De acuerdo al procedimiento descrito en la determinación del tamaño de muestra para el conjunto de todas las especies maderables, se determinó el número de unidades secundarias o subparcelas ( $m$ ) a medir en cada parcela de una 1 ha. El cálculo se repitió para los tamaños de subparcela de 100, 200, 400, 800, 1600 y 2500 m<sup>2</sup>, aunque al final se eligió el dato correspondiente al tamaño con menor grado de aglomeración, reportado por el análisis de distribución espacial.

Los datos de la variable largo de tallos aprovechables, necesarios para encontrar  $m$ , provienen de la medición de las 30 parcelas permanentes de 2500 m<sup>2</sup> que se mencionan en la determinación del tamaño y forma de la unidad de muestra. Para obtenerlos, el número de tallos aprovechables se multiplicó por la media de su largo, que Marmillod *et al.* (1995) la estimaron en 9.77 m.

#### f. Chicle (*Manilkara zapota*)

Nuevamente, las unidades para el muestreo de esta especie fueron integradas a las unidades de 1 ha, definidas para el muestreo de las especies arbóreas de interés comercial.

Aplicando siempre el procedimiento de muestreo por conglomerados en dos etapas, se determinó el número de subparcelas de 10 m x 50 m a medir en cada parcela de 1 ha para estimar la producción de látex de árboles aprovechables con niveles de error aceptables.

### g. Pimienta gorda (*Pimenta dioica*)

Al integrar las unidades para el muestreo de esta especie, dentro de las parcelas de 1 ha, definidas para el muestreo de las especies arbóreas de interés comercial, corresponde nuevamente a un muestreo por conglomerados en dos etapas

Se determinó el número de subparcelas de 10 m x 50 m a medir en cada una de las parcelas de 1 ha, para estimar con niveles de error aceptables la producción de frutos de los árboles en edad de aprovechamiento de esta especie.

#### 5.3.4 Distribución de las unidades de muestreo en el área

Inicialmente se ubicaron las unidades de 1 ha para el muestreo de las especies maderables de interés comercial, y en base a esta ubicación, se distribuyeron las unidades de muestreo de los otros componentes a inventariar.

La ubicación de las unidades de 1 ha, se hizo en forma sistemática sobre la imagen del satélite Landsat del área, tomada en marzo de 1995, y sobre un mapa de uso actual interpretado de la misma imagen. Se colocaron de acuerdo a una cuadrícula, y para calcular la distancia entre los puntos de la misma, se utilizó la siguiente ecuación:

$$d = \sqrt{\frac{A}{n}}$$

donde

$d$  = distancia entre los puntos centrales (km)

$A$  = superficie total del bosque a inventariar (km<sup>2</sup>)

$n$  = número de unidades de muestreo

Para la ubicación definitiva se consideraron únicamente las áreas que mostraban la existencia de bosque.

La distribución de los cuadros de 10 m x 10 m para el muestreo diagnóstico, se hizo en grupos, formando fajas, las cuales se ubicaron en forma perpendicular a las parcelas de 1 ha.

La ubicación de las unidades de muestreo para inventariar el conjunto de todas las especies maderables, las unidades para xate y las unidades para bayal, se hizo en una forma sistemática dentro de las parcelas de 1 ha.

La unidad de muestreo para los árboles aprovechables de chicle y pimienta, como se verá en los resultados, fue extendida a toda la parcela de 1 ha y a la faja de muestreo diagnóstico, por lo que su ubicación correspondió a la de éstas dos.

#### 5.3.5 Definición de variables a medir en el campo

Además de las variables necesarias para la estimación de los principales productos de interés, atendiendo al objetivo del inventario, se definieron otras variables, cuyo conocimiento se considera necesario para la revisión del plan de manejo actual de la Unidad de San Miguel La Palotada.

En este sentido, se incluyeron variables propias de las unidades de muestreo, y variables específicas a medir en cada uno de los individuos de las especies consideradas. Se consideraron aspectos que permitan en el futuro, hacer una estratificación consistente en cuanto a comunidades vegetales.

También se definieron las variables necesarias para poder realizar un análisis de costos de la ejecución del inventario.

### 5.3.6 Formularios de campo

Los formularios fueron elaborados para recabar la información de cada una de las variables a ser medidas en el inventario, pero además, para que sirvieran como una guía en el campo, se agregaron esquemas de las unidades de muestreo.

## 5.4 Aplicación del diseño del inventario

Este evento consistió en la realización del inventario de la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, de acuerdo con el diseño elaborado.

Con ayuda de GPS, se ubicaron puntos en los caminos principales dentro de la Unidad de Manejo, y a partir de ellos, se trazaron brechas para llegar al inicio de cada unidad de muestreo. Posteriormente, se procedió a levantar dichas unidades y a medir los individuos de las respectivas especies en cada una.

Se contó con dos brigadas de campo, formada cada una por el personal siguiente:

- 1 jefe de brigada
- 1 reconocido (baquiano)
- 1 asistente del jefe de brigada (alineador de brecha)
- 2 brecheros

Cada brigada utilizó el equipo y materiales siguientes:

- 1 mapa de uso actual con la ubicación de las parcelas
- 1 imagen de satélite del área, impresa, con la ubicación de las parcelas
- formularios y libreta de campo
- 1 brújula
- 1 clinómetro
- 1 cinta diamétrica
- 1 cinta métrica
- machetes
- equipo de primeros auxilios

## 5.5 Análisis de la información proporcionada por el inventario y comprobación del diseño

La comprobación del diseño se basó en una comparación del error de muestreo obtenido, con aquel fijado *a priori*, para cada uno de los productos.

### a. Volumen y área basal de las especies maderables de interés comercial

Con la siguiente ecuación, se calculó el volumen de madera de los árboles con  $dap \geq 25$  cm, y el área basal de aquellos con  $dap \geq 10$  cm, de las especies maderables de interés comercial encontradas en el inventario.

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$$

donde

$\bar{y}$  = media del volumen o área basal por ha

$n$  = número de parcelas de 1 ha

$y_i$  = volumen o área basal en la  $i$ -ésima parcela de 1 ha

Con un nivel de confianza de 0.95, se calculó la estimación mínima significativa

$$\bar{y} - 1.64\sqrt{\hat{v}(\bar{y})}$$

donde

$\hat{v}(\bar{y})$  = varianza de la media estimada

$$\hat{v}(\bar{y}) = \frac{s^2}{n}$$

donde

$s^2$  = varianza del volumen o área basal por parcela

El porqué de calcular una estimación mínima significativa y no un intervalo de confianza, es que, para términos de manejo y análisis económico o financiero, interesa más un valor a partir del cual es posible encontrar la media, y no un rango con un valor superior que no se usa.

Se calculó el error de muestreo en porcentaje (e)

$$e = \frac{1.64\sqrt{\hat{v}(\bar{y})}}{\bar{y}}$$

### b. Volumen y área basal del conjunto de todas las especies maderables

Para el cálculo del volumen y área basal del conjunto de todas las especies, se utilizó la siguiente ecuación

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m y_{ij}}{nm}$$

donde

$y_{ij}$  = volumen o área basal en la j-ésima subparcela de 10 m x 50 m de la i-ésima parcela de 1 ha

$n$  = número de parcelas de 1 ha

$m$  = número de subparcelas por parcela, donde se midieron todas las especies maderables

A partir de la media por subparcela, se hizo la relación para encontrar el valor por ha

Posteriormente, de la misma manera que para el volumen y área basal de las especies comerciales, se calculó la estimación mínima significativa con un nivel de confianza de 0.95, y el error de muestreo.

Para el cálculo del error de muestreo, la varianza de la media se calculó de la siguiente manera:

$$\hat{v}(\bar{y}) = \frac{s_n^2}{n} + \left( \frac{M-m}{M} \right) \frac{s^2}{mn}$$

donde

$M$  = número total de subparcelas por parcela de 1 ha

Las varianzas entre ( $s_n^2$ ) y dentro ( $s^2$ ) se estimaron con el procedimiento GLM de SAS, como se describe en la determinación del tamaño de muestra para estimar el volumen del conjunto de todas las especies maderables

### c. Muestreo diagnóstico

El muestreo diagnóstico fue realizado en fajas que agrupaban a cuadros de 10 m x 10 m. Esta situación corresponde a un muestreo por conglomerados en una etapa.

Se calculó la proporción del área en cada una de las cinco categorías de iluminación. También se obtuvo la proporción del área potencialmente productiva, o sea la que no tiene deseable sobresaliente, pero que en ella pueden crecer las especies.

La ecuación utilizada utilizada fue

$$\hat{p} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{nm}$$

donde

$a_i$  = número de cuadros de 10 m x 10 m que presentan determinada iluminación o potencialmente productivos, en la i-ésima faja de muestreo diagnóstico

$n$  = número de fajas

$m$  = número de cuadros por faja

Con la información de las proporciones, se hizo la estimación mínima significativa, a través de la siguiente diferencia:

$$\hat{p} - 1.64 \sqrt{\hat{v}(\hat{p})}$$

donde

$$\hat{v}(\hat{p}) = \frac{\sum_{i=1}^n (p_i - \hat{p})^2}{n(n-1)}$$

donde

$$p_i = \frac{a_i}{m}$$

El error de muestreo corresponde a:  $1.64\sqrt{\hat{v}(\hat{p})}$

#### **d. Volumen de árboles aprovechables de las especies de interés comercial**

Utilizando las mismas ecuaciones que para el volumen de las especies maderables de interés comercial, se analizó el volumen de los árboles aprovechables (arriba del dap mínimo de corta) de estas especies. Se hizo el análisis considerando únicamente la parcela de una ha, y se comparó con los resultados obtenidos considerando también a los árboles medidos en la faja de muestreo diagnóstico. Esta comparación permitió ver si el hecho de medir los árboles aprovechables en las fajas de muestreo diagnóstico disminuye el error de muestreo.

#### **e. Hojas aprovechables de *Chamaedorea* spp.**

Con las mismas ecuaciones utilizadas para el análisis del volumen del conjunto de todas las especies maderables, se estimó el número de hojas aprovechables de xate por ha, su estimación mínima significativa y el error de muestreo.

Consultando los archivos de la acopiadora de xate Follajes del Trópico S.A. ubicada en San Benito, Petén, se obtuvo una aproximación del porcentaje de hojas que son desechadas del total que ingresa a las bodegas. Estas hojas son desechadas por no cumplir con los requisitos de calidad y que sin embargo el xatero corta en el bosque para aumentar sus ingresos. Con esta información, se calcula el número de hojas que el xatero realmente cortaría y sobre las cuales habría que operar el cálculo de sus ingresos monetarios que obtiene por dedicarse a esta actividad.

#### **f. Largo de tallos aprovechables de *Desmoncus* spp.**

Se calculó el largo de tallos aprovechables de bayal por ha, su estimación mínima significativa y el error de muestreo. Aquí también se utilizaron las mismas ecuaciones que para la estimación del volumen del conjunto de todas especies maderables.

#### **g. Látex de *Manilkara zapota***

Se hizo la estimación de los árboles aprovechables de chicozapote por ha, la estimación mínima significativa y el error de muestreo. El cálculo se hizo con las mismas ecuaciones utilizadas en la estimación del volumen de las especies comerciales maderables. Se consideraron los árboles medidos en la parcela de 1 ha así como los medidos en la faja de muestreo diagnóstico.

La producción de látex se obtuvo multiplicando el número de árboles estimado, por la producción promedio por árbol.

#### **h. Frutos de *Pimenta dioica***

Similarmente al chicozapote, con las ecuaciones utilizadas en la estimación del volumen de las especies maderables de interés comercial, se calculó el número de árboles aprovechables de pimienta gorda por ha, la estimación mínima significativa y el error de muestreo, considerando también a los medidos en la faja de muestreo diagnóstico.

Para la zona, Reining *et al.* (1992) reportan 15 árboles machos por un árbol hembra. Aplicando esta proporción a los datos obtenidos, se tiene una aproximación de la cantidad de árboles realmente productivos, ya que solamente los árboles hembra producen fruto.

Para el cálculo de la producción de frutos, se utilizó el promedio 1.4 kg por árbol.

### **5.5 Afinamiento final del diseño del inventario**

El afinamiento consistió en comparar los errores de muestreo prefijados en el diseño del inventario, con los obtenidos en la ejecución del mismo. Principalmente fue para hacer un replanteamiento del tamaño de muestra, en los casos donde estos errores no coincidieron diferentes.

### **5.6 Análisis de costos de la ejecución del inventario**

Para el análisis de costos, se utilizó la base del cuadro 16 del anexo 2.

Se calculó el costo de realización del inventario para varios escenarios:

- a. muestreo únicamente de las especies arbóreas para estimar su volumen maderable
- b. solo el muestreo diagnóstico
- c. muestreo únicamente de las especies xate y bayal
- d. muestreo de las especies arbóreas y las especies no maderables xate y bayal
- e. muestreo de las especies arbóreas y muestreo diagnóstico
- f. muestreo de las especies arbóreas, muestreo diagnóstico, xate y bayal (el presente inventario).

Se hicieron comparaciones entre algunos escenarios para ver la eficiencia, en cuanto a reducción de costos, que se obtiene al realizar el inventario de más de un componente a la vez. Las comparaciones hechas corresponden a las siguientes:

- i. los costos de los escenarios a + b + c con el escenario f
- ii. los costos de los escenarios a + b con el escenario e
- iii. los costos de los escenarios a + c con el escenario d.



## 6. RESULTADOS Y DISCUSION

### 6.1 Diseño del inventario

#### 6.1.1 Tamaño de las unidades de muestreo

##### a. Xate (*Chamaedorea* spp.)

De acuerdo a la prueba de  $\chi^2$ , el número de individuos presenta una distribución aglomerada en todos los tamaños de subparcela analizados: 25, 50, 100, 200, 400, 600 y 1200 m<sup>2</sup>, ya que hubo un ajuste a la distribución Binomial Negativa y no a la de Poisson.

La determinación del tamaño a usar en el inventario, que corresponde al que presenta el menor grado de aglomeración, se hizo por medio del valor de la varianza relativa del número de plantas, cuyo comportamiento a través de los diferentes tamaños de subparcela se aprecia en la figura 3. En todos los casos fue mayor a uno. En esta figura también aparece el comportamiento del coeficiente de variación de la media del número de plantas en los diferentes tamaños de subparcela

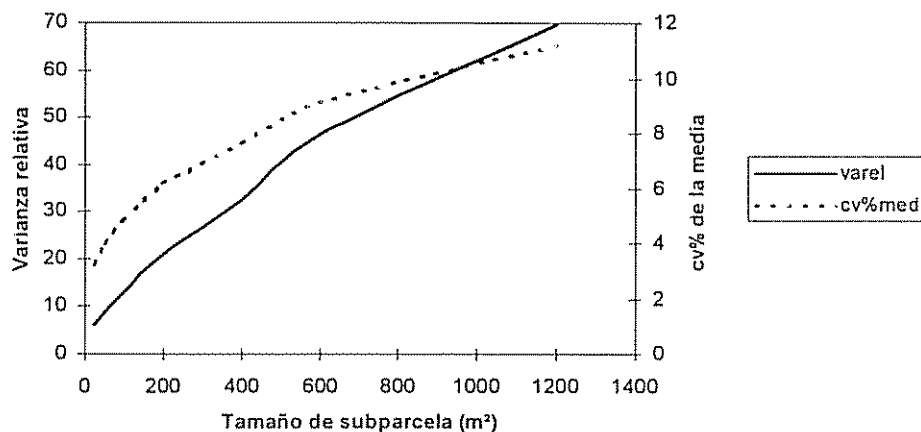


Figura 3. Varianza relativa y cv% de la media del número de plantas de xate, en diferentes tamaños de subparcela

De acuerdo a estos resultados, el tamaño de subparcela que presenta el menor grado de aglomeración es el de 25 m<sup>2</sup>, y además es el que posee el valor más bajo de coeficiente de variación de la media. Sin embargo, por razones prácticas (facilidad de instalación en el campo), para el inventario se eligió el tamaño de 50 m<sup>2</sup> y una forma rectangular de 5 m de ancho por 10 de largo. Aunque éste no es el que posee el menor grado de aglomeración, aún presenta un coeficiente de variación de la media aceptable.

El comportamiento del factor k en los diferentes tamaños de subparcela se aprecia en la figura 4, donde aparece nuevamente la varianza relativa del número de plantas, a manera de comparación. Considerando que el factor k es inverso a la aglomeración y que la varianza relativa es directa, k debiera mostrar una tendencia descendente conforme aumenta el tamaño de subparcela. Como no es este el caso, se puede decir entonces que no es un buen comparador del grado de aglomeración entre diferentes

tamaños. Sin embargo, cuando se comparan grupos de subparcelas del mismo tamaño, si es un comparador aceptable, ya que a valores mayores de varianza relativa, sí corresponden menores valores de  $k$ . Esto se comprobó haciendo 8 grupos de las subparcelas de 25 m<sup>2</sup> y calculando  $k$  y la varianza relativa del número de plantas en cada uno. Los resultados se presentan en la figura 5, donde se puede ver que, a excepción de los valores cercanos entre sí, la tendencia general es que  $k$  disminuye conforme aumenta la varianza relativa.

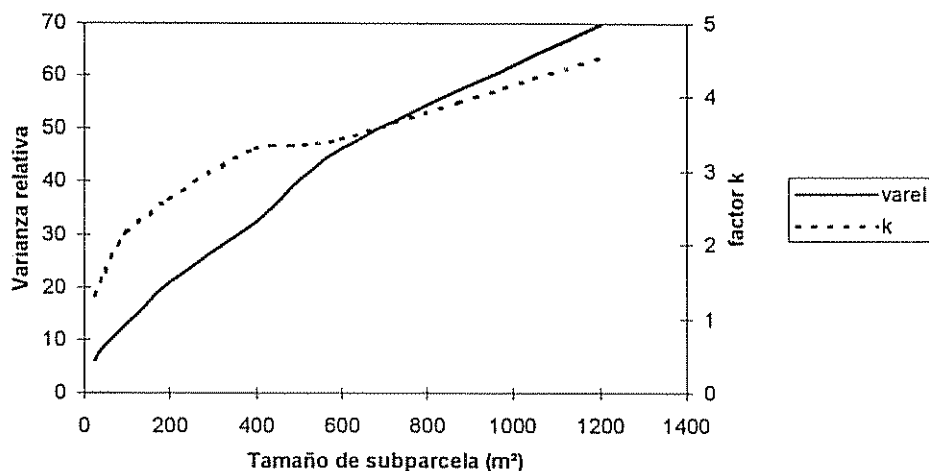


Figura 4. Varianza relativa y el factor de agregación  $k$  para plantas de xate, en diferentes tamaños de subparcela

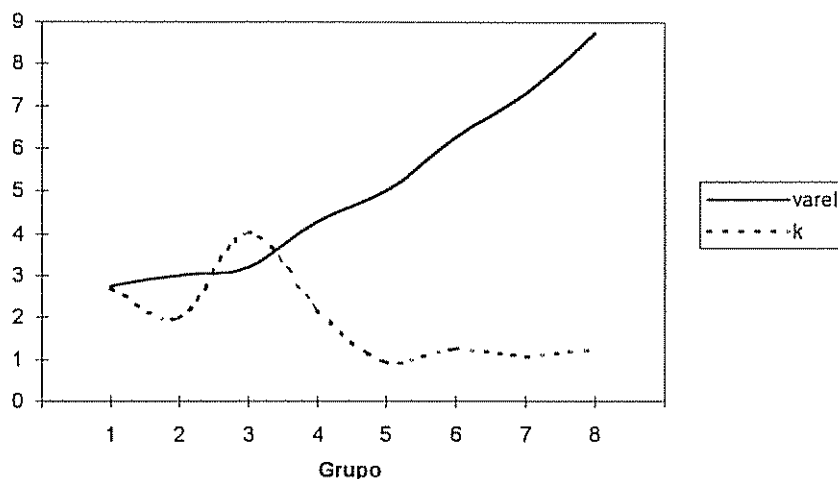


Figura 5. Varianza relativa y el factor de agregación  $k$  para el número de plantas de xate en ocho grupos de subparcelas de 25 m<sup>2</sup>.

#### b. Bayal (*Desmoncus* spp.)

De acuerdo a la prueba de  $\chi^2$ , el bayal se distribuye en forma aglomerada en todos los tamaños de parcela analizados (100, 200, 400, 800, 1600 y 2500 m<sup>2</sup>).

Al igual que para *Chamaedorea* spp., la determinación del grado de aglomeración se hizo a través de la varianza relativa del número de plantas, cuyo comportamiento a través de los diferentes tamaños, se aprecia en la figura 6., en la que además se presenta el coeficiente de variación de la media.

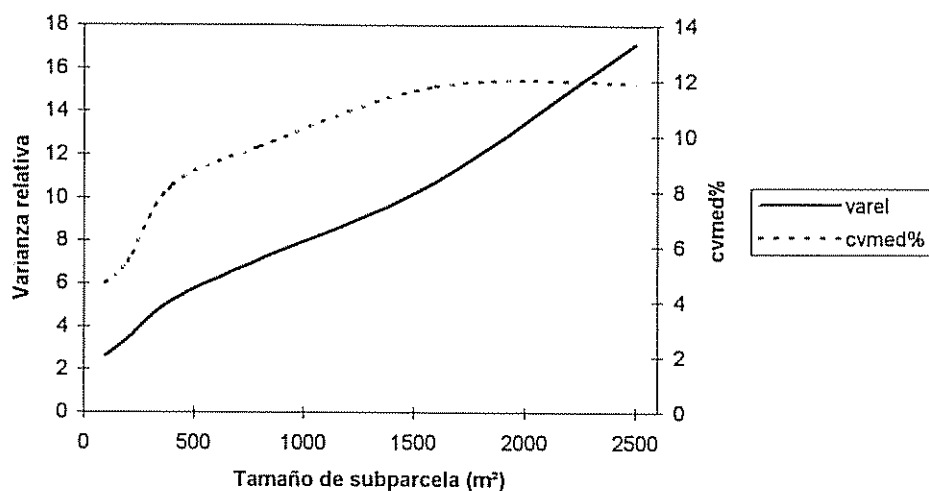


Figura 6. Varianza relativa y cv% de la media del número de plantas de bayal, en diferentes tamaños de subparcela

Para el inventario se eligió el tamaño de subparcela de 100 m<sup>2</sup> con una forma cuadrada de 10 m x 10 m, ya que presenta el menor grado de aglomeración y el menor coeficiente de variación de la media.

El comportamiento del factor de aglomeración  $k$ , comparado con la varianza relativa en los diferentes tamaños de subparcela, se aprecia en la figura 7. Los dos coeficientes aumentan conforme el tamaño es mayor, lo que nuevamente dice que  $k$  no es un buen comparador del grado de aglomeración entre subparcelas de diferente tamaño. Sin embargo, sí lo es cuando se comparan subparcelas iguales. Esto se comprobó, haciendo cuatro grupos de las subparcelas de 100 m<sup>2</sup> y calculando para cada uno, ambos coeficientes. Bajo esta situación,  $k$  sí disminuye conforme la varianza relativa aumenta (figura 8).

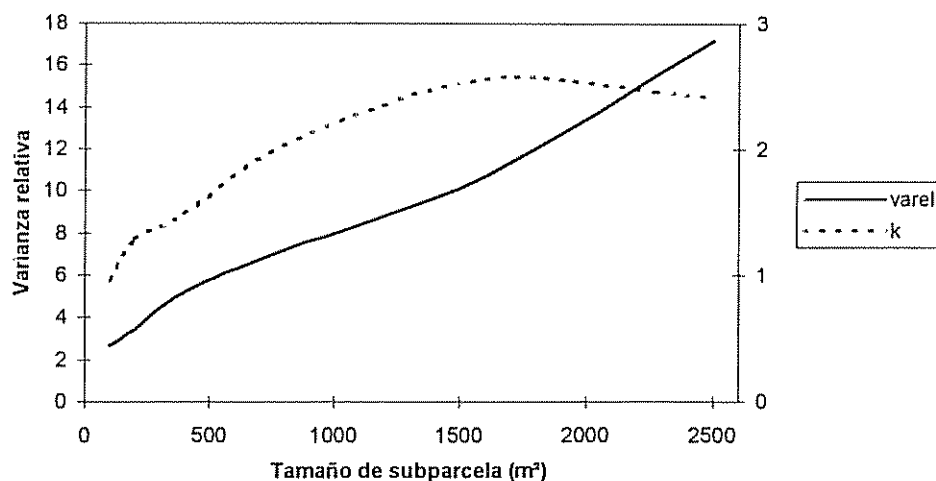


Figura 7. Varianza relativa y el factor de agregación  $k$  para el número de plantas de bayal, en diferentes tamaños de subparcela

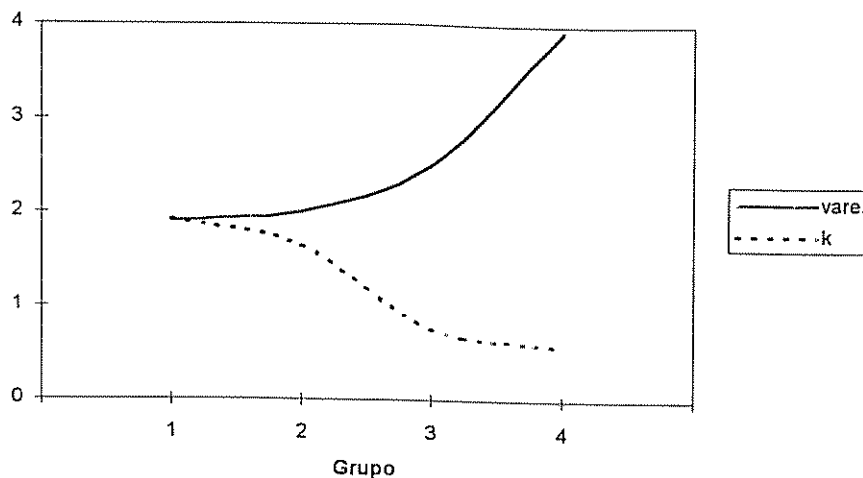


Figura 8 Varianza relativa y el factor de agregación  $k$  para plantas de bayal, en cuatro grupos de subparcelas de 100 m<sup>2</sup>

### 6.1.2 Tamaño de muestra

El área boscosa que se tomó de base para el cálculo del tamaño de muestra es de 6286.5 ha, la cual se obtuvo del mapa de cobertura de la tierra de la zona que Leclerc (1996) elaboró en base a la imagen del satélite Landsat del 23 de marzo de 1995.

#### a. Conjunto de las especies maderables de interés comercial

Se determinó un tamaño de muestra de 32 parcelas de 1 ha, tomando de base un error de muestreo de 20% para la estimación del volumen de los árboles a partir de 25 cm de dap.

Con este número de unidades, el error de muestreo prefijado para el área basal de los árboles de especies comerciales a partir de 10 cm de dap fue de 34%.

La intensidad de muestreo con respecto al área cubierta de bosque en 1995, corresponde a 0.51%

Este tamaño de muestra fue el que se tomó de base al calcular las unidades necesarias para el muestreo de las otras especies consideradas. Por esta razón, a las 32 parcelas de 1 ha se les llamó parcelas principales.

#### b. conjunto de todas las especies maderables

Se determinó como tamaño necesario 5 subparcelas de 10 m x 50 m en cada una de las 32 parcelas principales, basándose en un error de muestreo de 15% en el volumen maderable de los árboles a partir de 25 cm de dap (cuadro 4)

Cuadro 4. Número de subparcelas de 10 m x 50 m a muestrear en parcelas de 1 ha, para respetar un error prefijado en la estimación del volumen de árboles de especies comerciales, a partir de 25 cm de dap

$s^2$	$s_n^2$	error prefijado [%]	subparcelas por levantar $m$
524.74	86.23	15	5
524.74	86.23	20	2
524.74	86.23	25	2

$s^2$  = varianza del volumen dentro de parcelas

$s_n^2$  = varianza del volumen entre parcelas

$m$  = subparcelas por levantar en cada parcela de 1 ha

La superficie total de la muestra para este grupo de especies, es de 8 ha, que equivale a una intensidad de muestreo de 0.13% con respecto al área cubierta con bosque para marzo de 1995. Este tamaño de muestra es inferior a las 40 ha que de acuerdo a Carrera (1995), habría que levantar en una superficie total como la de San Miguel La Palotada.

Para muestrear el área basal de los individuos a partir de 10 cm de dap, se había elegido un tamaño de muestra de 2 subparcelas de 10 m x 50 m en cada parcela principal, basándose en un error de muestreo prefijado de 10%. Sin embargo, considerando que el porcentaje del área a muestrear era muy bajo para el conocimiento de la estructura poblacional, se aumentó el número a 5 subparcelas. De esta manera, el error de muestreo disminuyó de 10% a 7% (cuadro 5).

Cuadro 5. Número de subparcelas de 10 m x 50 m a muestrear en parcelas de 1 ha para respetar un error prefijado en la estimación del área basal de los árboles de las especies comerciales, a partir de 10 cm de dap

$s^2$	$s_n^2$	error prefijado [%]	subparcelas por levantar $m$
5.80	2.06	6	12
5.80	2.06	7	5
5.80	2.06	10	2
5.80	2.06	15	1
5.80	2.06	20	1

$s^2$  = varianza del volumen dentro de parcelas

$s_n^2$  = varianza del volumen entre parcelas

$m$  = subparcelas por levantar en cada parcela de 1 ha

### c. Muestreo diagnóstico

El tamaño de muestra elegido fue de 50 cuadros de 10 m x 10 m por cada parcela principal. Considerando a cada grupo de cuadros como una sola unidad, de acuerdo a Thomson (1987), para la proporción multinomial de las 5 categorías de iluminación se tiene un error máximo de 20%.

La intensidad de muestreo equivale a 0.25% con respecto al área de bosque

#### d. Xate (*Chamaedorea* spp.)

Con la información sobre hojas aprovechables de xate, obtenida en las mediciones de la primera etapa de campo, se pudo comprobar que debido a la varianza existente entre unidades primarias (del muestreo por conglomerados en dos etapas), aún muestreando esta especie en toda el área de cada una de las 32 parcelas principales, el error de muestreo prefijado no se podía bajar más allá de 30% (cuadro 6). Para poder reducirlo, se aumentó el número de unidades primarias, considerando que fueran del mismo tamaño y forma que las parcelas principales, o sea, de 1 ha de 20 m x 500 m. De acuerdo a la ubicación de las parcelas principales y el área boscosa, se pudieron instalar 15 más, llegando a un total de 47.

Cuadro 6. Número de subparcelas de 5 m x 10 m para muestrear xate (*Chamaedorea* spp.) en parcelas de 1 ha, respetando un error prefijado en la estimación del número de hojas aprovechables

# parcelas 1 ha <i>n</i>	$s^2$	$s_n^2$	error mínimo [%]	error prefijado [%]	subparcelas por levantar <i>m</i>
32	5.56	3.59	30	31	25
32	5.56	3.59	30	35	5
32	5.56	3.59	30	40	3
32	5.56	3.59	30	45	2
32	5.56	3.59	30	50	1
47	5.56	3.59	25	25	97
47	5.56	3.59	25	26	16
47	5.56	3.59	25	27	10
47	5.56	3.59	25	30	4
47	5.56	3.59	25	35	2
47	5.56	3.59	25	40	1

$s^2$  = varianza del número de hojas aprovechables dentro de parcelas

$s_n^2$  = varianza del número de hojas aprovechables entre parcelas

*m* = subparcelas por levantar en cada parcela de 1 ha

Finalmente se decidió medir el xate en 10 subparcelas de 100 m<sup>2</sup> en cada una de las 47 parcelas de 1 ha donde se incluye a las 32 principales, basándose en un error de muestreo prefijado de 27%. Este tamaño de muestra corresponde a una intensidad de 0.037%.

#### e. Bayal (*Desmoncus* spp.)

De acuerdo a la información de las mediciones previas de bayal en 30 parcelas permanentes, debido a la varianza encontrada en el largo de tallos aprovechables de bayal (cuadro 7), para disminuir el error de muestreo era más conveniente aumentar el número unidades primarias o parcelas, que aumentar el número de unidades secundarias o subparcelas a levantar en cada una.

Considerando que con solo las 32 unidades principales, el porcentaje a muestrear en cada una era muy alto para obtener un error de muestreo aceptable, se decidió medir el bayal en las 47 parcelas de 1 ha definidas anteriormente para el xate, levantando en cada una 10 subparcelas de 100 m<sup>2</sup>. Con este tamaño de muestra, el error de muestreo prefijado correspondía a un 28%, teniéndose una intensidad de muestreo de 0.075% con respecto al área boscosa.

Cuadro 7. Número de subparcelas de 10 m x 10 m para muestrear bayal (*Desmoncus* spp.) en las parcelas de 1 ha, respetando un error prefijado en la estimación de los metros de tallos aprovechables

# parcelas 1 ha $n$	$s^2$	$s_n^2$	error mínimo [%]	error prefijado [%]	subparcelas por levantar $m$
32	558.30	79.61	25	26	72
32	558.30	79.61	25	30	16
32	558.30	79.61	25	35	8
32	558.30	79.61	25	40	5
32	558.30	79.61	25	45	4
32	558.30	79.61	25	50	3
32	558.30	79.61	25	55	2
32	558.30	79.61	25	60	2
32	558.30	79.61	25	65	2
32	558.30	79.61	25	70	2
32	558.30	79.61	25	75	1
47	558.33	79.61	21	21	127
47	558.33	79.61	21	25	16
47	558.33	79.61	21	27	11
47	558.33	79.61	21	28	9
47	558.33	79.61	21	30	7
47	558.33	79.61	21	35	4
47	558.33	79.61	21	40	3
47	558.33	79.61	21	45	2
47	558.33	79.61	21	50	2
47	558.33	79.61	21	55	2
47	558.33	79.61	21	60	1

$s^2$  = varianza del largo aprovechable de los tallos de bayal dentro de parcelas

$s_n^2$  = varianza del largo aprovechable de los tallos de bayal entre parcelas

$m$  = subparcelas por levantar en cada parcela de 1 ha

#### f. Chicozapote (*Manilkara zapota*)

Tomando de base los datos de árboles aprovechables de chicozapote del inventario de la Unidad de Manejo de La Pasadita, de acuerdo al procedimiento de muestreo de conglomerados en dos etapas (cuadro 8), se tiene, por ejemplo, que para un error de muestreo prefijado de 25% se deben medir 9 subparcelas de 10 m x 50 m en cada una de las 32 parcelas principales.

Para mejorar la estimación, se decidió medir a estos individuos en toda la parcela principal 1 ha y en la faja de muestreo diagnóstico, teniendo entonces, un tamaño de muestra formado por 32 unidades de 1.5 ha. Esta situación ya no corresponde a un muestreo de conglomerados en dos etapas, sino a un muestreo simple, que determina un error de muestreo prefijado de 23%.

Las 32 unidades de 1.5 ha corresponden a un 0.76% de intensidad de muestreo.

Cuadro 8. Número de subparcelas de 10 m x 50 m para muestrear chicozapote (*Manilkara achras*), en parcela de 1 ha, respetando un error prefijado en el número de árboles aprovechables

$s^2$	$s_n^2$	error prefijado [%]	subparcelas por levantar $m$
0.71	0.10	25	9
0.71	0.10	30	5
0.71	0.10	35	4
0.71	0.10	40	3
0.71	0.10	45	2
0.71	0.10	50	2
0.71	0.10	55	2
0.71	0.10	60	1

$s^2$  = varianza del número de árboles aprovechables dentro de parcelas

$s_n^2$  = varianza del número de árboles aprovechables de entre parcelas

$m$  = subparcelas por levantar en cada parcela de 1 ha

### g. Pimienta (*Pimenta dioica*)

Tomando de base los datos del inventario de la unidad de manejo de La Pasadita y de acuerdo al procedimiento de muestreo de conglomerados en dos etapas (cuadro 9), se tiene que, por ejemplo, para un error de muestreo de 40% en la estimación del número de árboles aprovechables de esta especie, se deben medir 14 parcelas de 10 m x 50 m en cada una de las 32 parcelas principales.

Cuadro 9. Número de subparcelas de 10 m x 50 m para muestrear pimienta (*Pimenta dioica*) en la parcela de 1 ha, respetando un error prefijado en el número de árboles aprovechables

$s^2$	$s_n^2$	error prefijado [%]	subparcelas por levantar $m$
0.15	0.02	40	14
0.15	0.02	45	9
0.15	0.02	50	6
0.15	0.02	55	5
0.15	0.02	60	4
0.15	0.02	65	3
0.15	0.02	70	3
0.15	0.02	75	2
0.15	0.02	80	2
0.15	0.02	85	2
0.15	0.02	90	2
0.15	0.02	95	2
0.15	0.02	100	2
0.15	0.02	105	1

$s^2$  = varianza del número de árboles aprovechables dentro de parcelas

$s_n^2$  = varianza del número de árboles aprovechables entre parcelas

$m$  = subparcelas por levantar en cada parcela de 1 ha



Al igual que para el chicozapote, para mejorar la precisión en la estimación, se decidió realizar la medición en toda la parcela principal y en la faja de muestreo diagnóstico, teniendo entonces, 32 unidades de muestreo de 1.5 ha. Ante esta situación, el muestreo pasa de ser por conglomerados en dos etapas a muestreo simple, y el error de muestreo prefijado baja a 21%.

### **6.1.3 Distribución de las unidades de muestreo en el área**

#### **a. Especies maderables de interés comercial**

La distribución de las 32 parcelas principales, se hizo de acuerdo a una cuadrícula de 1.5 km x 1.5 km. La ubicación se hizo descartando los puntos de la cuadrícula que cayeron en sitios sin bosque, y orientando de norte a sur el lado más largo de las unidades.

Para la realización del inventario, las 20 subparcelas de 10 m x 50 m en que se dividió cada parcela, se identificaron con números del 1 al 20.

El diseño de las parcelas de inventario diversificado fue concebido para iniciar la medición en la subparcela 1 ubicada en el extremo sur a lado derecho, y yendo hacia el norte, llegar a la subparcela 10. Luego, en sentido norte-sur medir las subparcelas de la 11 a la 20 en el lado izquierdo de la parcela. El esquema que representa esta situación se plasmó en el formato INV96-10 para que sirviera como guía de campo.

#### **b. Todas las especies maderables**

Las unidades de muestreo de este grupo de especies se hicieron corresponder con las subparcelas 1, 5, 9, 13 y 17 en cada una de las 32 parcelas principales.

#### **c. Muestreo diagnóstico**

Aprovechando las brechas de ingreso a las parcelas principales, las unidades del muestreo diagnóstico se distribuyeron formando una faja rectangular, ubicada en forma externa y perpendicular a una parcela principal y contigua a ésta. La ubicación contigua fue la que permitió considerar a la parcela principal y a la faja de muestreo diagnóstico como una sola unidad de muestreo para los árboles aprovechables de las especies arbóreas de interés comercial, donde se incluye al chicozapote y a la pimienta.

La decisión de colocar las unidades de muestreo diagnóstico afuera de la parcela principal se tomó porque hacerlo adentro aumentaba el riesgo de cometer errores al levantar los datos, ya que se tendría que hacer juntamente con la medición de los árboles, xate y bayal.

En el formato INV96-20D del anexo 3 aparece la forma en que se ubicaron las fajas de muestreo diagnóstico cuando la brecha de ingreso a la parcela principal llevaba orientación este. Los cuadros de 10 m x 10 m quedaban a lado derecho de la brecha.

Cuando la brecha de ingreso llevaba orientación oeste, las fajas de muestreo diagnóstico se ubicaron en la manera que lo muestra el formato INV96-20I del anexo 3. Los cuadros de 10 m x 10 m quedaban a lado izquierdo de la brecha.

Debido a que, en algunos casos, la brecha de ingreso era muy corta o estaba ubicada en áreas sin bosque, 6 de las fajas fueron ubicadas en el extremo de dicha brecha. No siendo estas seis fajas, recorrido obligado para llegar a las parcelas principales, se diseñaron como una doble hilera de 260 m de longitud, para medir 26 de los cuadros de 10 m x 10 m, partiendo del punto de inicio y al regresar, medir los restantes 24 (ver formato INV96-20C del anexo 3).

#### d. Xate (*Chamaedorea* spp)

La ubicación de las subparcelas de 5 m x 10 m para la medición de xate, se hizo al inicio de las subparcelas pares de 10 m x 50 m de las parcelas de 1 ha, tanto en las 32 principales como en las 15 extras. Se hizo coincidir el lado de 10 m de la subparcela de xate con el ancho de la subparcela de 10 m x 50 m. Aunque en las 15 parcelas de 1 ha extras no se midieron los árboles, también se dividieron en 20 subparcelas de 10 m x 50 m para poder ubicar las unidades de xate de acuerdo a la numeración par.

La ubicación de las 15 parcelas extras se hizo sobre las brechas de ingreso a las parcelas principales, orientando su lado más largo con sentido este-oeste. Se tomó en cuenta que para considerarlas en el muestreo por conglomerados en dos etapas como unidades primarias diferentes no debían hacer contacto con las parcelas principales, por lo que se les ubicó haciendo contacto con las fajas de muestreo diagnóstico. La medición se realizó en un solo sentido, ya sea este-oeste u oeste-este (ver formato INV96-30 del anexo 3).

#### e. Bayal (*Desmoncus* spp)

La ubicación de las subparcelas para la medición de bayal también se hizo al inicio de las subparcelas pares de 10 m x 50 m de las 47 parcelas de 1 ha. Con esta ubicación, la subparcela de bayal contenía completamente a la subparcela de xate.

### 6.1.4 Síntesis del diseño del inventario

Para cumplir con los siguientes errores de muestreo:

- volumen de árboles a partir de 25 cm de dap de las especies maderables de interés comercial: 20%
- área basal de árboles a partir de 10 cm de dap de especies maderables de interés comercial: 34%
- volumen de árboles a partir de 25 cm de dap de todas las especies maderables: 15%
- área basal de árboles a partir de 10 cm de dap de todas las especies maderables: 7%
- muestreo diagnóstico, peso relativo de las condiciones de iluminación en que se encuentran los deseables sobresalientes: 20%
- árboles aprovechables de chicle: 23%
- árboles aprovechables de pimienta: 21%
- hojas aprovechables de xate: 27%
- largo de tallos aprovechables de bayal: 28%

se necesita instalar en el área boscosa de la Unidad de Manejo de San Miguel:

**a. 32 parcelas principales de 20 m x 500 m para el muestreo de árboles y productos no maderables xate y bayal**

Que se haría en cada una:

- en los 10000 m<sup>2</sup> se medirían las especies arbóreas de interés comercial a partir de 10 cm de dap
- en 5 subparcelas de 10 m x 50 m se medirían todas las especies arbóreas a partir de 10 cm de dap
- en 10 subparcelas de 5 m x 10 m se medirían las plantas de xate
- en 10 subparcelas de 10 m x 10 m se medirían las plantas de bayal.

El diseño de una parcela principal aparece en la figura 9.

**b. 32 fajas de muestreo diagnóstico, dividiendo cada una en 50 unidades de 10 m x 10 m.**

Que se haría en cada faja:

En cada unidad de 10 m x 10 m se elegiría al deseable sobresaliente y se medirían los árboles aprovechables de las especies de interés comercial.

**c. 15 parcelas suplementarias de 1 ha para el muestreo de xate y bayal**

Estas fueron las parcelas que se tuvo que aumentar en la medición de xate y bayal para hacer una mejor estimación de los dos, ya que con solo las 32 principales el error prefijado era muy grande.

Que se haría en cada una:

- en 10 subparcelas de 5 m x 10 m se medirían las plantas de xate
- en 10 subparcelas de 10 m x 10 m se medirían las plantas de bayal.

La ubicación de las subparcelas se hizo en la misma forma que en las parcelas principales

En la figura 10 aparece la representación de un segmento de la secuencia de como se ubicaron las parcelas principales, fajas de muestreo diagnóstico y parcelas donde se muestreó solamente xate y bayal.

Para utilizar como guía en el campo, la ubicación de todas las unidades se plasmó en el mapa de cobertura de la tierra que aparece en la figura 11, así como en la imagen del satélite Landsat de 1995 de la figura 12.

La importancia y a la vez la diferencia del diseño de inventario propuesto con los inventarios tradicionales es que en un mismo evento de medición se están integrando los varios productos de interés en el bosque, basando el tamaño de muestra para cada uno en errores de muestreo aceptables y conocidos.

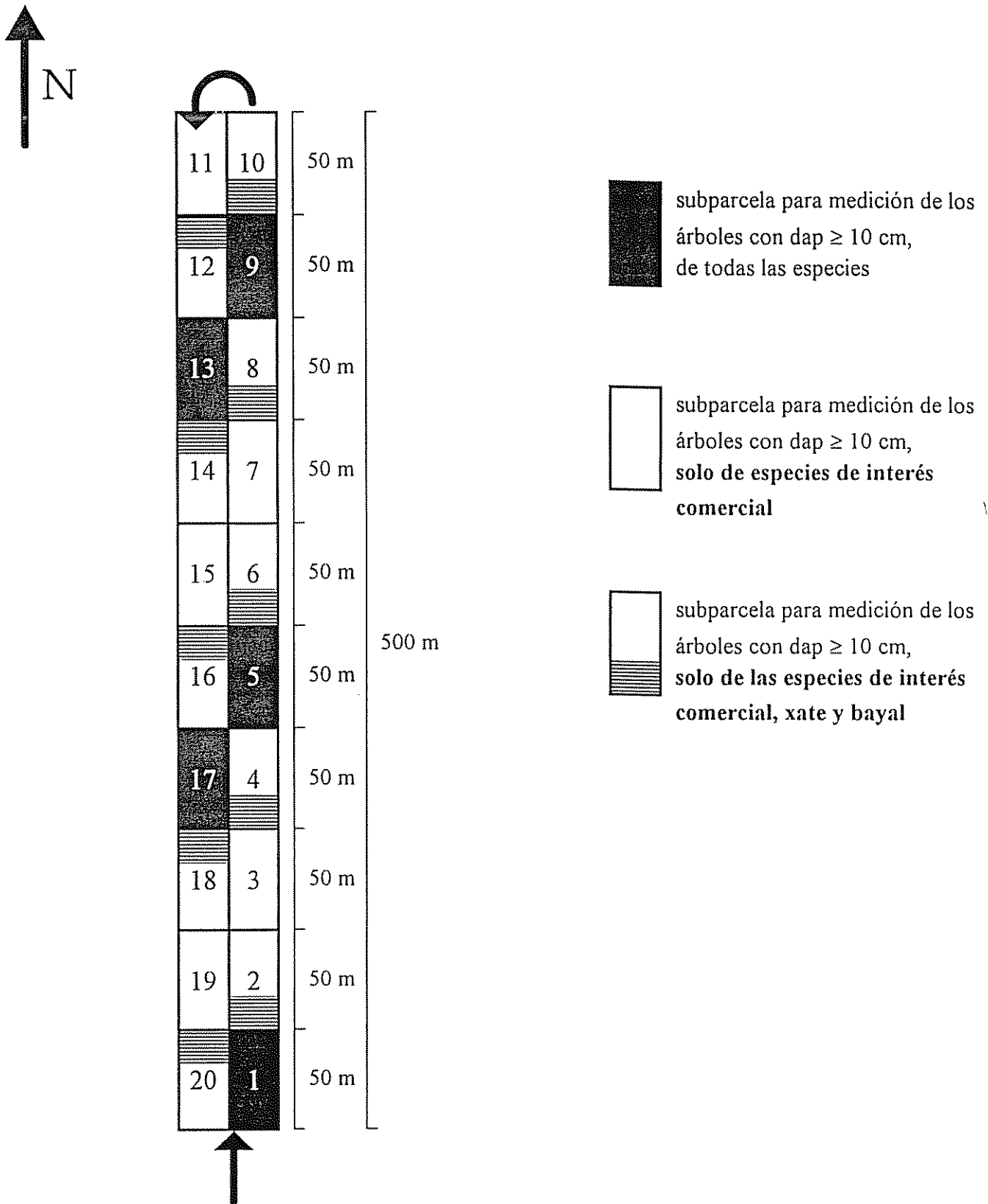


Figura 9. Diseño de una parcela principal, inventario de San Miguel La Palotada, 1996

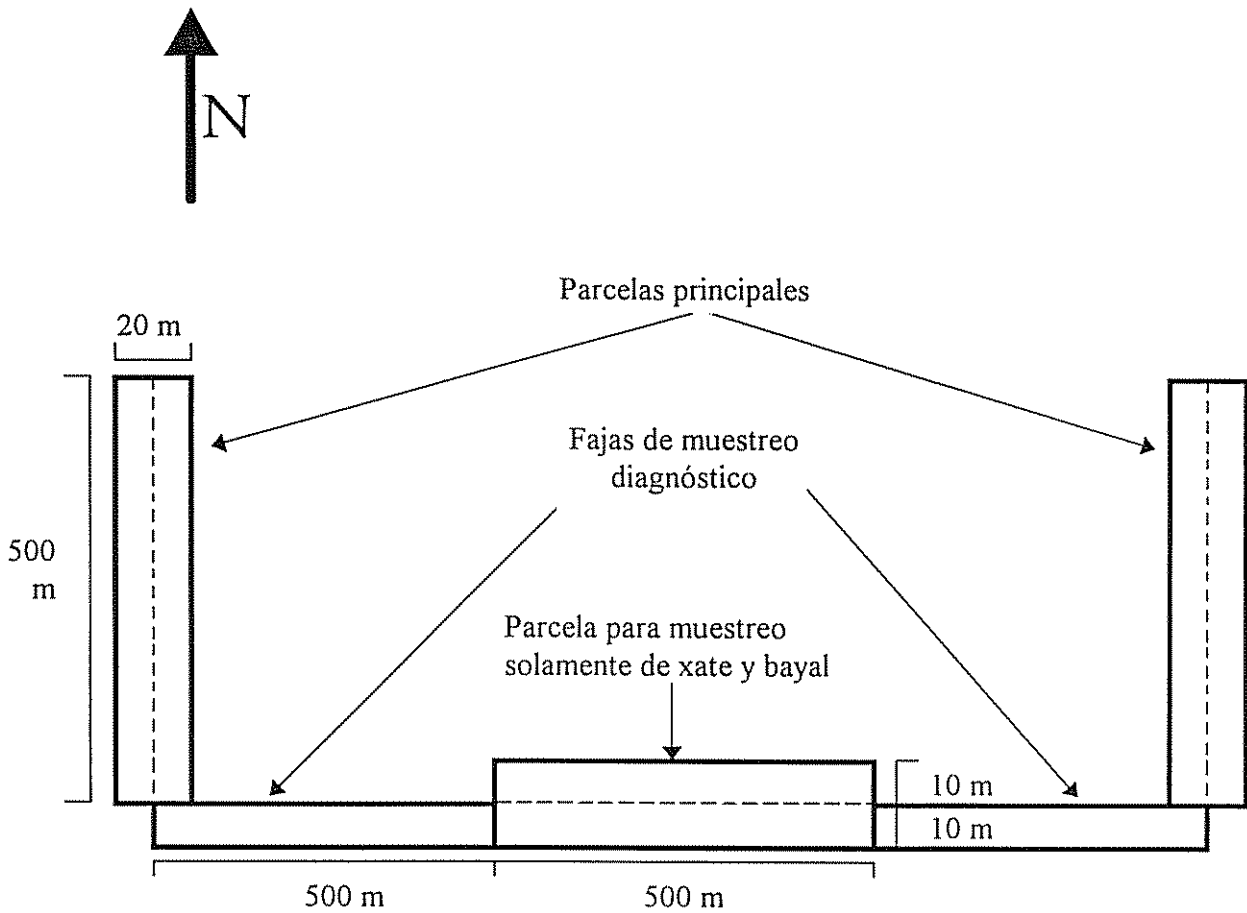
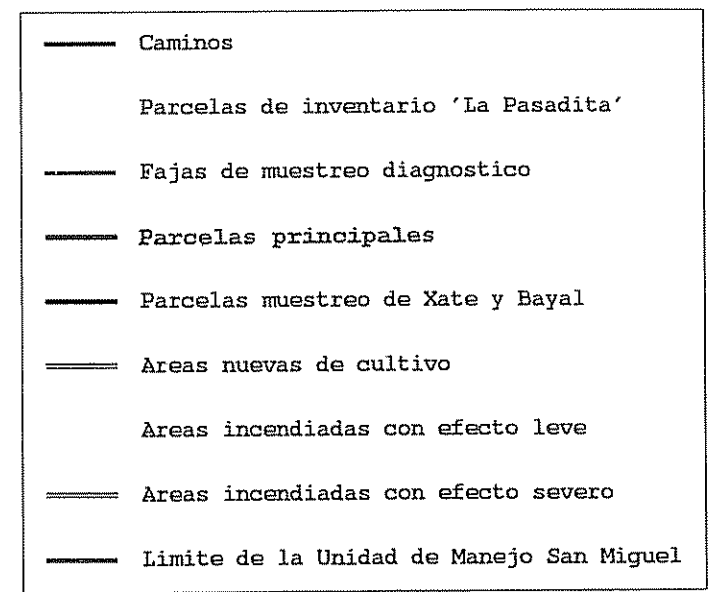
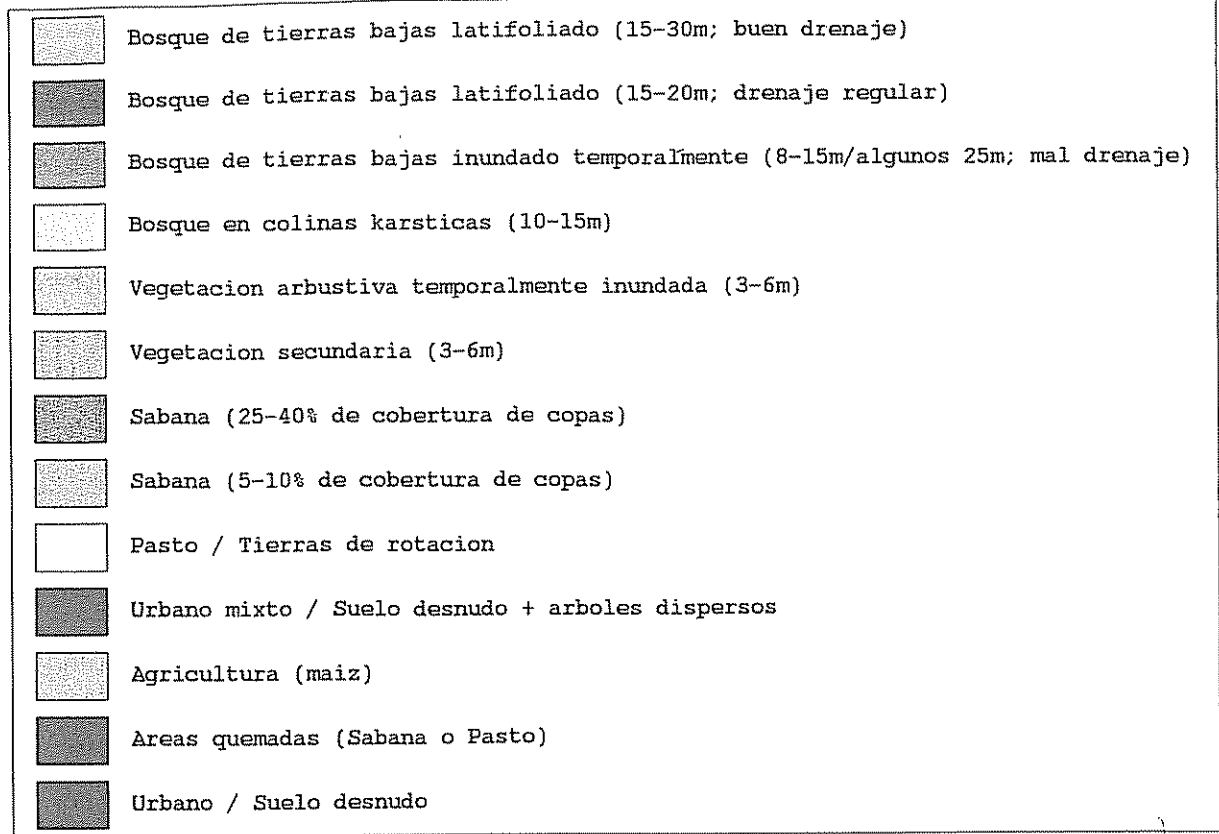
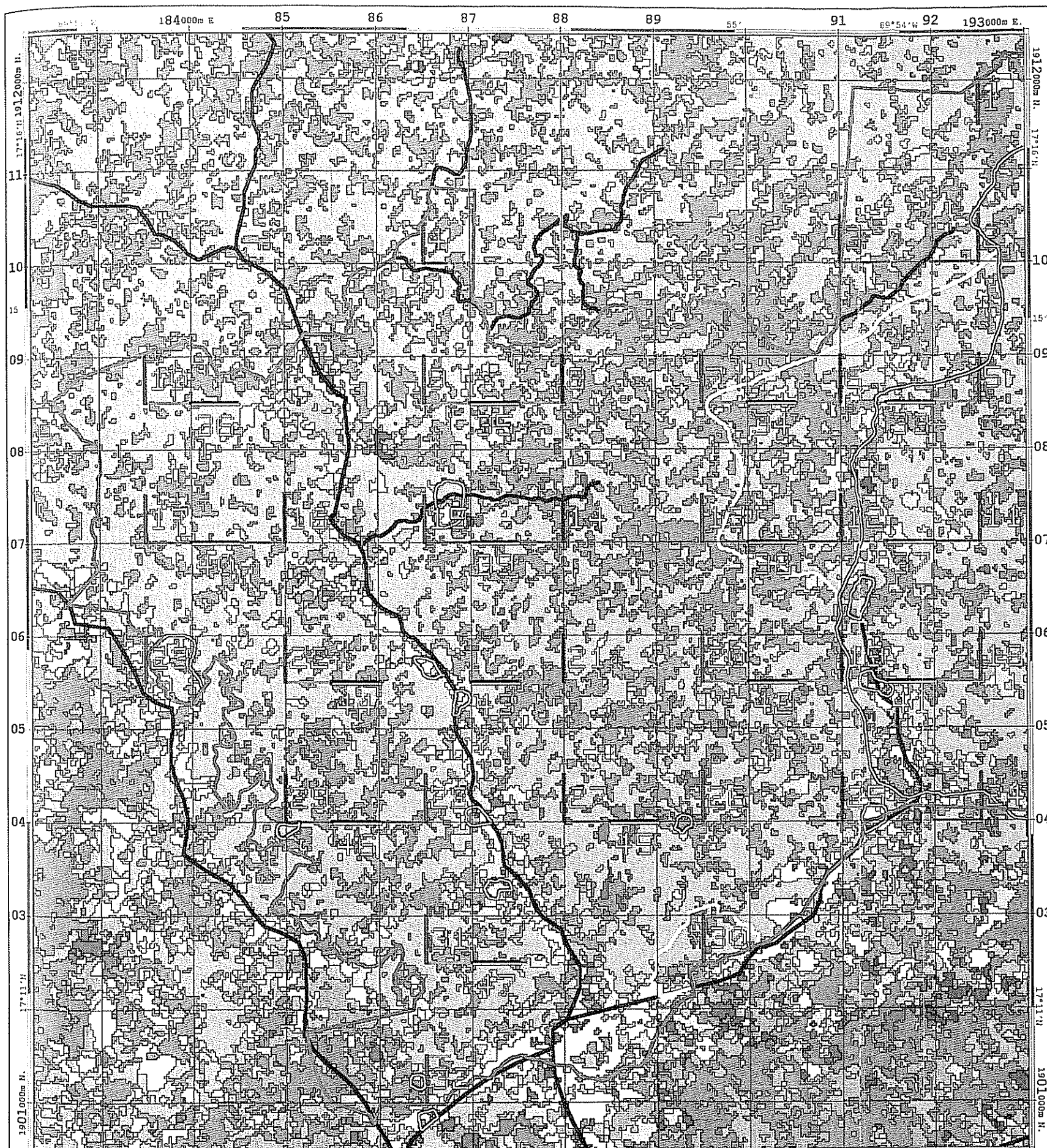
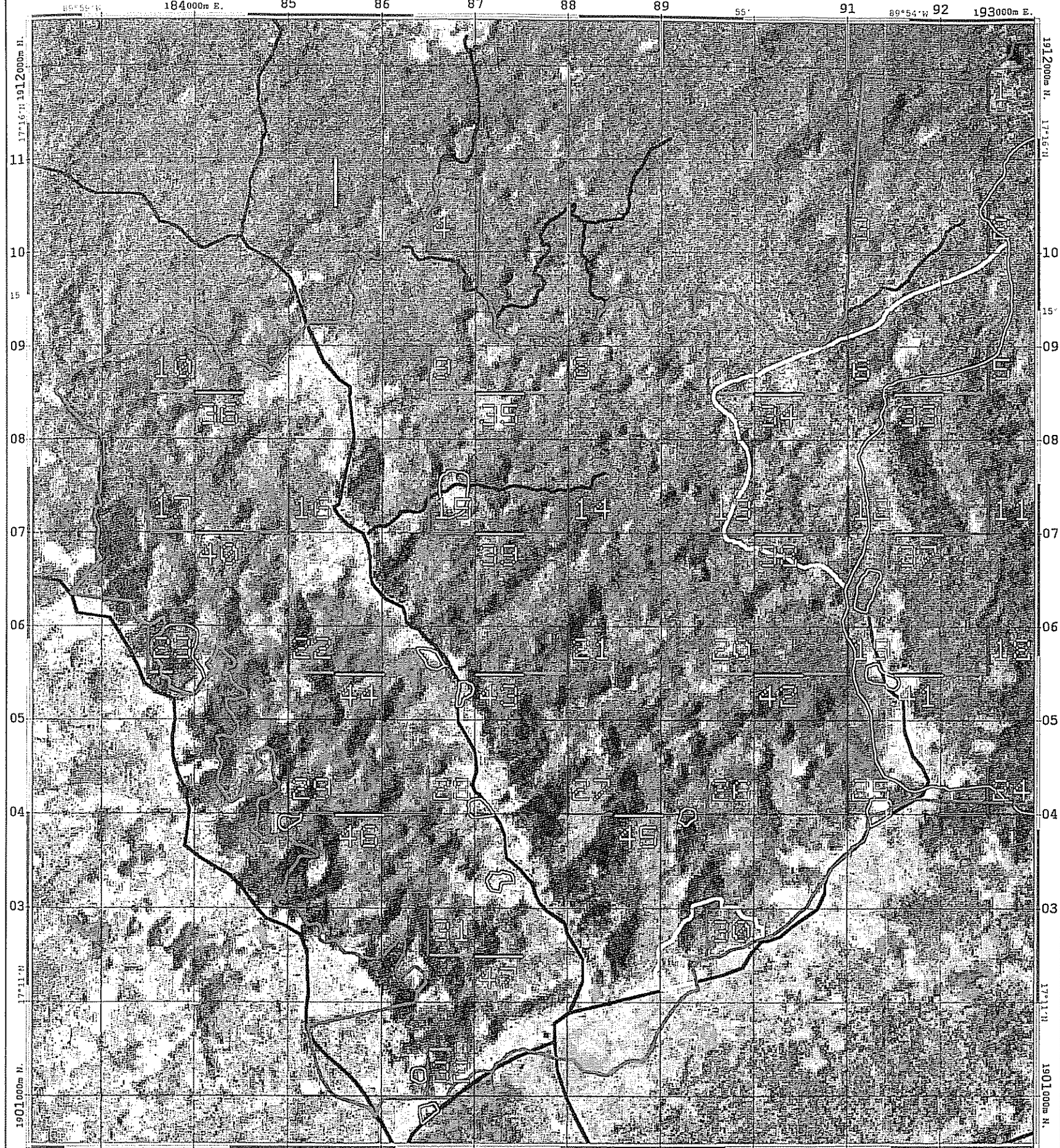


Figura 10. Secuencia de ubicación de las parcelas principales, fajas de muestreo diagnóstico y parcelas para el muestreo solamente de xate y bayal, en el inventario de San Miguel La Palotada, 1996

En los inventarios tradicionales realizados en Petén y en otras áreas, generalmente el tamaño de muestra se basa únicamente en un error conocido y aceptable para el volumen de todas las especies maderables. A veces se realiza simultáneamente el muestreo de especies no maderables y muestreo diagnóstico, pero asignando, tanto tamaño de unidades de muestreo como tamaño de muestra, en forma arbitraria sin ninguna base estadística. La medición que se hace en los no maderables es solo de número de individuos y no del producto que se utiliza.





- Caminos
- Parcelas de inventario 'La Pasadita'
- Fajas de muestreo diagnostico
- Parcelas principales
- Parcelas muestreo de Xate y Bayal
- Areas nuevas de cultivo
- Areas incendiadas con efecto leve
- Areas incendiadas con efecto severo
- Limite de la Unidad de Manejo San Miguel

### 6.1.5 Descripción de las variables medidas, simbología usada y formularios de campo

#### a. Subparcelas de 10 m x 50 m

- Número de parcela: correlativo de 1 a 47
- Número de subparcela: correlativo de 1 a 20
- Cuadrilla: nombre del jefe de cuadrilla
- Fecha: se escribía cada día
- Topografía:
  - 1 plana
  - 2 ondulada
  - 3 accidentada
- Drenaje:
  - 1 excesivo (donde existen suelos arenosos o laderas que permiten un rápido escurrimiento del agua)
  - 2 bueno (suelos cuya estructura física o pendiente moderada permiten un escurrimiento del agua en pocas horas)
  - 3 pobre (suelos con alto porcentaje de arcilla, nivel de agua cerca de la superficie y pendientes suaves o planas que por varios días impiden el escurrimiento)
  - 4 nulo o anegado (suelo con el nivel de agua a ras o por encima, durante períodos de varias semanas a meses. El color del suelo es generalmente gris)
- Tipo de bosque:
 

		Altura (m)	Cobertura arbórea (%)
1	alto denso	>25	60-100
2	alto ralo	“	<60
3	medio denso	15-25	60-100
4	medio ralo	“	<60
5	bajo denso	<15	60-100
6	bajo ralo	“	<60



- Estado del bosque:
  - 1 bosque natural ( sin señales de intervención)
  - 2 bosque natural con señales de poca intervención ( aprovechamiento de productos no maderables)
  - 3 bosque natural con señales de madereo (uno ó más árboles cortados y/o caminos de extracción)
  - 4 bosque natural socolado
  - 5 guamil (bosque secundario)
  - 6 otro
- Sitios arqueológicos:
  - 1 pirámides grandes (más de 10 m)
  - 2 pirámides menores (menos de 10 m)
  - 3 tumbas grandes (mayores de 10 m)
  - 4 tumbas menores (menores de 10 m)
  - 5 estelas
  - 6 chultunes
  - 7 otros
  - 8 no hay

En las subparcelas 1, 5, 9, 13, y 17, de las 32 parcelas principales, las variables descritas arriba, fueron levantadas en el formato INV96-11a ubicado en el anexo 3. En el resto de subparcelas, o sea en la 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 19, y 20, se utilizó el formato formato INV96-13 del anexo 3

En el caso de las 15 parcelas para muestreo solamente de xate y bayal, se utilizó el formato INV96-30 también ubicado en el anexo 3.

#### **b. Árboles con dap $\geq$ 10 cm**

- Número de árbol: número correlativo ascendente a partir de 1, en cada subparcela
- Nombre común: aportado por el baquiano
- Diámetro: medido en centímetros con cinta diamétrica a una altura de 1.3 m o estimado por encima de las gambas

- Calidad de fuste
  - 1 actualmente comercial
  - 2 comercial en el futuro
  - 3 comercial en el futuro pero base podrida
  - 4 deformado
  - 5 dañado por fuego
  - 6 dañado por otra causa
  - 7 podrido
- Altura comercial: largo del fuste sin defectos en metros (solo para árboles con dap igual o mayor a 25 cm)
- Cosechabilidad: solo en chicozapote y pimienta
  - nc no ha sido cosechado
  - años estimación de los años que han transcurrido desde la última vez que fue cosechado
  - ync por su deterioro avanzado se trata de un árbol que ya no se podrá cosechar
- Observaciones

En el caso de las subparcelas 1, 5, 9, 13 y 17 de las parcelas principales, estas variables fueron registradas en los formatos INV96-11a y INV96-11b del anexo 3. El máximo número de árboles que pueden registrar entre estos dos formatos, es de 60, cantidad que cubre la máxima frecuencia aparecida en el Inventario de La Pasadita en este tipo de subparcelas, la cual fue de 50.

Para las restantes subparcelas, el formato utilizado fue el INV96-13, en el cual se puede registrar un número máximo de 24 árboles, con lo que se cubre la frecuencia máxima de árboles comerciales a partir de 10 cm que apareció en La Pasadita, la cual fue de 12.

### c. Muestreo diagnóstico

#### i. Deseable sobresaliente

- Número de parcela
- Número de cuadro de 10 m x 10 m
- Tipo de bosque
- Quema
  - si
  - no

- Nombre común: aportado por el baquiano. Si no hay deseable sobresaliente en el cuadrado, anotar pp: potencialmente productivo, o pi: permanentemente improductivo.
- DAP (poner 0 si es menor a 5 cm)
- Iluminación de la copa
  - 1 emergente
  - 2 plena iluminación superior
  - 3 alguna iluminación superior
  - 4 luz principalmente lateral
  - 5 sin iluminación directa

Para la asignación de estas categorías en el campo, se utilizó la figura 15 del anexo 3

- Lianas
  - 1 no existen
  - 2 sueltas en el fuste, ausentes en la copa y no requiere tratamiento
  - 3 sueltas en el fuste, ausentes en la copa y requiere tratamiento
  - 4 sueltas en el fuste, presentes en la copa y no requiere tratamiento
  - 5 sueltas en el fuste, presentes en la copa y requiere tratamiento
  - 6 apretando el fuste, presentes en la copa

## ii. Árboles cortables

- Número de árbol: ascendente, correlativo de 1 en adelante, en cada faja
- Número de cuadro de 10 m x 10 m en el que se encuentra
- Nombre común: aportado por el baquiano
- DAP
- Calidad de fuste
- Altura comercial
- Lianas
- Cosechabilidad: solamente para chicozapote y pimienta
- Observaciones

Tanto para el deseable sobresaliente, como para los árboles cortables, las variables se registraron en los formatos INV96-21a, INV96-21b e INV96-21c del anexo 3. El número máximo de árboles cortables que se puede registrar entre los 3 formatos es de 60, que cubre la máxima frecuencia encontrada en La Pasadita en 0.5 ha, que fue de 32.

#### **d. Bayal (*Desmoncus* spp.)**

- Número de planta: ascendente, correlativo a partir de 1 en cada una de las subparcelas de 100 m<sup>2</sup> donde se medió
- Tipo de planta
  - r regeneración (tallo más largo: retoño)
  - j juvenil (tallo más largo: tierno)
  - ac adulta en crecimiento (tallo más largo: maduro, y tiene retoños y/o tiernos)
  - ar adulta en reposo (solo tiene tallos maduros)

(tallo retoño: el largo es menor o igual a 99 cm;  
 tallo tierno: su largo va de 1 m a menos de 5 m;  
 tallo maduro: su largo es mayor o igual a 5 m)
- Número de tallos aprovechables: son los tallos maduros que no poseen daño considerable que pueda impedir su utilización por los artesanos

En el caso de las 32 parcelas de inventario diversificado, estas variables se registraron en el formato INV96-31D del anexo 3.

En las 15 parcelas de muestreo específico de xate y bayal, se utilizó el formato anterior para las subparcelas 2, 4, 6, 8 y 10, y el INV96-31I para las 12, 14, 16, 18 y 20. Se utilizó este segundo formato, ya que la medición se hizo sin retornar dentro de cada parcela, y las subparcelas de la 11 a la 20 quedaban siempre a lado izquierdo de la brecha.

La cantidad máxima de individuos que registra cada formato es de 28, la cual cubre el número 24, que fue la máxima frecuencia por subparcela de 100 m<sup>2</sup> encontrada en las parcelas permanentes que se midieron en la primera etapa de campo.

#### **e. Xate (*Chamaedorea* spp.)**

- Número de planta: ascendente, correlativo a partir de 1 en cada una de las subparcelas donde se medió

- Especie
  - j jade
  - h xate hembra
  - p pata de vaca
  - c cambray
- Número de hojas vivas
- Número de hojas aprovechables: que cumplan con los requisitos de color y largo exigidos por el mercado, y que no posean daños
- Tipo de planta
  - p productiva (con hojas aprovechables o cortadas recientemente)
  - i improductiva (sin hojas aprovechables, no le han cortado recientemente, o si le han cortado ya no se recupera)
- Altura: medida en centímetros, desde el suelo hasta la punta de la hoja más larga.

Al igual que para el bayal, en el caso de las 32 parcelas de inventario diversificado, estas variables se registraron en el formato INV96-31D.

En las 15 parcelas de muestreo específico de xate y bayal, se utilizó el formato anterior para las subparcelas 2, 4, 6, 8 y 10, y el INV96-31I para la 12, 14, 16, 18 y 20.

El número máximo de individuos que registra cada formato es de 64, el cual cubre a 57, que representa la frecuencia acumulada a 99.7% del número de individuos por subparcela de 50 m<sup>2</sup>, encontrado en las mediciones de la primera etapa de campo.

Las variables, tanto de información específica de las subparcelas como de las especies consideradas, fueron resumidas en el formato INV96-60, para utilizarlo como guía de campo.

#### **f. Análisis de costos del inventario**

La información de campo necesaria para el análisis de costos del inventario, se recabó en el formato INV96-50, ubicado en el anexo 3.

Por cada día de trabajo, el jefe de brigada utilizó uno de estos formatos para registrar la información de las actividades desarrolladas por su grupo. Los datos registrados fueron:

- número de integrantes de la cuadrilla
- tarea desarrollada en el día
- herramientas utilizadas: machetes, brújula, cinta métrica, cinta diamétrica, clinómetro, hipsómetro, etc.
- insumos utilizados: formularios, lápices, cinta plástica de colores, pintura en spray y marcadores.

Además, de cada actividad específica, llevada a cabo para cumplir con la tarea del día, se registró lo siguiente:

- nombre de la actividad: medición parcela, caminata, traslado en vehículo, apertura de brecha, etc.
- hora de inicio cambio de actividad
- tiempo en minutos
- observaciones

## 6.2 Realización del inventario

Para las 32 parcelas principales, el inventario se realizó sin ninguna modificación en cuanto a la forma y número, establecidos en el diseño. La única modificación fue con respecto al recorrido de medición. Estaba previsto caminar con sentido sur-norte para medir las subparcelas de la 1 a la 10, y regresar con sentido norte-sur para medir las subparcelas de la 11 a la 20. La modificación consistió en que, en algunos casos, la parcela fue medida únicamente con sentido sur-norte, recorriendo al mismo tiempo las parcelas de la 1 a la 10 y de la 20 a la 11.

Las fajas de muestreo diagnóstico, en cuanto a su número no hubo ninguna modificación. Sin embargo, por razones de facilidad de acceso al punto inicial, se modificó el sentido del recorrido en la medición. En algunas de ellas estaba previsto medirlas con sentido este-oeste, y se cambió a oeste-este, y también ocurrió el caso contrario.

En cuanto a la forma, la faja número 23 pasó de ser una hilera doble de cuadros de 10 m x 10 m, con una longitud de 260 m, a una hilera simple con longitud de 500 m.

En las 15 parcelas para la medición específica de xate y bayal, la única modificación consistió en el sentido de medición. En algunas de ellas estaba planificado hacer el recorrido con sentido este-oeste, y se cambió a oeste-este, y también ocurrió el caso contrario. Este cambio también fue por facilidad de acceso.

De acuerdo a las observaciones hechas en los recorridos, se hicieron anotaciones sobre un mapa de campo, del efecto del incendio forestal ocurrido en la Unidad de Manejo en marzo de 1995. Además, se registraron los cambios detectados en cuanto al uso de la tierra de 1995 a 1996, principalmente áreas boscosas que fueron convertidas a áreas de cultivo de maíz y/o frijol. Estas modificaciones al área boscosa se presentan en los mapas de las figuras 11 y 12, ambas en la sección 6.1.4.

Las áreas de bosque que se detectó que de 1995 a 1996 fueron convertidas en cultivos, ascienden a 33.25 ha.

El área fuertemente afectada por el incendio, fue de 907.2 ha, de las cuales 809.8 corresponden a bosque. Además, se detectó un área donde el efecto fue solo a nivel del sotobosque, que asciende a 440.5 ha, de las cuales 412.25 corresponden a bosque.

De acuerdo con estos cambios, para 1996 en San Miguel La Palotada, hay 5443.5 ha de bosque.

### 6.3 Análisis de la información proporcionada por el inventario, y comprobación del diseño

#### a. Volumen maderable y área basal de las especies de interés comercial

Del análisis de los datos del inventario se obtuvo un promedio de  $6.3 \text{ m}^3/\text{ha}$  en los árboles con un dap igual o mayor a 25 cm. La estimación mínima significativa es de  $5.4 \text{ m}^3/\text{ha}$ , con lo que se tiene un error de muestreo de 14%. Este error es inferior al prefijado en el diseño del inventario, el cual fue de 20%. Esto indica que, en cuanto al volumen de las especies comerciales, el área de San Miguel es más homogénea que el área de La Pasadita, que fue de donde se tomó la información para el diseño del inventario.

De acuerdo a la varianza encontrada, para el error de 20% prefijado en el diseño, bastaba con levantar 16 parcelas de 1 ha, que equivalen a 50% del área levantada.

La distribución por clase diamétrica del volumen/ha de este grupo de especies, se aprecia en el cuadro 17 del anexo 4

En realidad, San Miguel La Palotada posee un mayor volumen de especies de interés comercial que la Unidad de Manejo de La Pasadita, pues en esta última CONAP (1995) reporta la existencia de solamente  $2.44 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Sin embargo, el área de San Miguel se puede considerar pobre en cuanto a la existencia de madera comercial, si se quiere basar el manejo en su extracción

En cuanto al área basal, se obtuvo un promedio de  $2.3 \text{ m}^2/\text{ha}$  para los árboles con dap igual o mayor a 10 cm, con una estimación mínima significativa de  $1.9 \text{ m}^2/\text{ha}$ . El error de muestreo fue de 15% que es inferior al 34% prefijado en el diseño. Al igual que para el volumen, también para esta variable se puede decir que San Miguel es más homogéneo que La Pasadita

De acuerdo a la varianza encontrada, bastaba con levantar 18 parcelas de 1 ha para estimar el área basal con un error de muestreo de 34% que fue el que se propuso en el diseño.

La distribución por clase diamétrica del área basal/ha, se presenta en el cuadro 18 del anexo 4.

#### b. Volumen y área basal del conjunto de todas las especies maderables

El volumen que se obtuvo fue de  $34 \text{ m}^3/\text{ha}$  para los árboles con dap igual o mayor a 25 cm, con una estimación mínima significativa de  $30 \text{ m}^3/\text{ha}$ . El error de muestreo en este caso es de 11% que es inferior al 15% prefijado en el diseño. Para este 15%, hubiera bastado con levantar 18 parcelas de 1 ha, midiendo siempre a los individuos en 5 subparcelas de 10 m x 50 m.

La distribución por clase diamétrica del volumen de todas las especies maderables, a excepción de las AAACOM, ACTCOM, y PALMA aparece en el cuadro 19 del anexo 4. El grupo PALMA no presentó árboles con dap mayor o igual a 25 cm, razón por la cual no se le calculó volumen.

El área basal que se obtuvo de los árboles, cuyo dap es igual o mayor a 10 cm, fue de 19.5 m<sup>2</sup>/ha, con una estimación mínima significativa de 18 m<sup>2</sup>/ha. El error de muestreo fue de 8%, que es superior al 7% prefijado en el diseño. Aparentemente es una diferencia mínima, pero al haber realizado el muestreo de los árboles de todas las especies de acuerdo al esquema de conglomerados en dos etapas, en donde solo 5 subparcelas de 10 m x 50 m se levantaban en cada parcela principal, se necesitaría medir otras 8 parcelas de 1 ha bajo el mismo esquema para bajar el error a 7%.

La distribución por clase diamétrica del área basal de las especies de los grupos AAANOM, AAAVED, PALMA, POTCOM y SNVAL, se presenta en el cuadro 20 del anexo 4

San Miguel Posee una menor área basal a partir de 10 cm de dap que La Pasadita, ya que para esta Unidad de Manejo CONAP (1995) reportan la existencia de 23.04 m<sup>2</sup>/ha. Sin embargo, en cuanto a volumen a partir de 25 cm de dap, en La Pasadita existen un promedio de 32.5 m<sup>3</sup>/ha que es muy similar a los 34 m<sup>3</sup> de San Miguel. Esta situación sugiere que en San Miguel existen árboles con diámetros un tanto mayores en promedio que La Pasadita

En términos generales, el volumen y el área basal del conjunto de todas las especies encontradas en San Miguel se puede considerar bajo.

En cuanto a riqueza florística, se encontraron 118 especies de árboles, que es inferior a las 156 encontradas en La Pasadita. Esto explica en parte la mayor homogeneidad que presenta San Miguel en cuanto a volumen y área basal.

### c. Muestreo diagnóstico

De acuerdo a la distribución binomial, en el cuadro 10 aparece el peso relativo de las condiciones de iluminación en que se encuentran los deseables sobresalientes, así como el área vacía. Además, aparece la estimación mínima significativa, el error de muestreo propuesto en el diseño y el error encontrado en el inventario.

Cuadro 10. Peso relativo de las condiciones de iluminación en que se encuentran los deseables sobresalientes y área vacía, encontrados en el muestreo diagnóstico de la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, Petén, 1996

	proporción [%]	ems [%]	error prefijado [%]	error obtenido [%]
Iluminación 1	6.7	4.2	20	2.4
Iluminación 2	7.8	4.8	20	3.0
Iluminación 3	8.9	7.0	20	1.8
Iluminación 4	14.5	12.4	20	2.1
Iluminación 5	62.1	44.9	20	7.0
Area vacía	19.7	15.0	20	4.7

ems = estimación mínima significativa



- iluminación 1: iluminación vertical plena, además de lateral (emergente)
- iluminación 2: iluminación vertical plena
- iluminación 3: iluminación vertical parcial
- iluminación 4: iluminación oblicua únicamente
- iluminación 5: sin ninguna iluminación directa

En ninguno de los casos, el error de muestreo encontrado supera al prefijado en el diseño del inventario, por lo que se puede decir que el tamaño de la muestra fue bien concebido.

El mayor peso relativo corresponde a la categoría de iluminación tipo 5, o sea sin ninguna iluminación directa, con 62,1%, que sumado a la categoría 4 asciende a 76,9%. Esta situación podría ser una primera indicación que en el manejo forestal se debiera realizar una liberación, sin embargo, para tomar esta decisión, se debe realizar un análisis más profundo de los gremios ecológicos a los que pertenecen las especies.

Tomando de base a la misma categoría 5 por presentar el mayor error de muestreo, se determinó que para alcanzar el 20% de error propuesto en el diseño, bastaba con levantar únicamente 18 cuadros de 10 m x 10 m en cada faja. Esto indica que el método de Thompson (1987), al asumir una varianza máxima, conduce a sobreestimar el número de parcelas requeridas.

Los resultados de iluminación obtenidos con este inventario difieren de los obtenidos con el muestreo diagnóstico realizado por el Proyecto Olafo en 1994, ya que para ese entonces se reporta la existencia de solamente un 21% del área con una iluminación deficiente. Esto se puede deber a que en 1994 la lista de especies a muestrear era diferente, ya que se incluyeron otras como el ramón (*Brosimum* spp.) que es muy abundante y su situación de iluminación es favorable. Otra causa puede ser la diferencia en los diseños utilizados.

En cuanto al área vacía también se reporta una diferencia, ya que para 1994 existía un 9% sin deseable sobresaliente, y en esta oportunidad se encontró un 19,7%. Las causas de la diferencia se considera que pueden ser las mismas que para las diferencias en la iluminación.

Se debe considerar que en el presente estudio, a diferencia de 1994, se incluyeron en el muestreo diagnóstico al chicozapote y a la pimienta. Si no se hubieran incluido, las diferencias fueran mayores.

Se puede decir que con el 80% del área con deseable sobresaliente, un tratamiento consistente en enriquecimiento con especies maderables valiosas no necesariamente es prudente, considerando que en la actualidad se habla de un manejo donde el componente maderable está compartiendo su importancia con otros elementos del bosque.

#### **d. Volumen y número de árboles aprovechables de las especies maderables de interés comercial**

Se debe recordar que los árboles aprovechables o cortables, se midieron, tanto en las parcelas principales, como en las fajas de muestreo diagnóstico.

Para el número de árboles, al considerar únicamente a los medidos en la parcela principal, se obtuvo un promedio de 3,7 árboles/ha, con una estimación mínima significativa de 2,8 y un error de muestreo de 24%.

Tomando en cuenta los árboles medidos, tanto en la parcela principal, como en la faja de muestreo diagnóstico, se obtuvo un promedio de 3.3 árboles/ha, con una estimación mínima significativa de 2.6. En cuanto al error de muestreo, hubo mayor precisión, ya que se obtuvo un error de muestreo de 22%, por lo que para asuntos de planificación, se deben tomar estos valores.

Para el volumen se presenta una situación similar. Considerando únicamente a la parcela principal como unidad de muestreo, se obtuvo un promedio de 3.4 m<sup>3</sup>/ha, una estimación mínima significativa de 2.6 y un error de muestreo de 23%. Cuando se consideró también a la faja de muestreo diagnóstico, se obtuvo un promedio de 3.4 m<sup>3</sup>/ha, una estimación mínima significativa de 2.7 y un error de muestreo de 21%, de lo que se deduce que, para asuntos de planificación, es mejor tomar estos valores.

#### e. Xate (*Chamaedorea* spp.)

Se obtuvo información de cuatro especies de xate. Los valores estimados del número de hojas aprovechables de cada una, así como el error de muestreo, aparecen en el cuadro 11.

En la acopiadora de xate “Follajes del Trópico”, ubicada en el área central de San Benito, Petén, se recopiló información sobre la cantidad de hojas que son desechadas y el porcentaje que es seleccionado para exportación (aprovechables). Aplicando este porcentaje a las hojas que realmente corta el xatero en el bosque, que son las que ingresan a las bodegas, se obtiene la cantidad de hojas aprovechables estimadas en el inventario.

Cuadro 11. Estimación en xate (*Chamaedorea* spp.) del número de hojas aprovechables y hojas que en realidad cortaría el xatero, por ha

Especie	Hojas cortadas en el bosque		Aprovechables [%]	Hojas aprovechables		Error de muestreo [%]
	media	ems		media	ems	
Jade ( <i>C. oblongata</i> )	244	191	89	217	170	22
Hembra ( <i>C. elegans</i> )	117	90	44	52	39	23
Cambray ( <i>Chamaedorea</i> spp.)	3	-2	71	2	-1	133
Pata de vaca ( <i>C. ernesti-augusti</i> )	2	-1	71	2	-1	160
Total	366	292	74	272	217	20

ems= estimación mínima significativa

Las hojas que corta el xatero son las que realmente comercializa y que representan el ingreso monetario que obtiene por dedicarse a esta actividad.

El porcentaje de hojas aprovechables para el total es un valor ponderado por la media de las cuatro especies. Como se puede ver, el porcentaje mayor es para el jade, y el menor para el xate hembra.

Para el número total de hojas aprovechables se tenía un error de muestreo prefijado de 27%. Comparándolo con el obtenido en el inventario, que es de 20%, se puede decir que la precisión en la estimación mejoró sustancialmente. De acuerdo a esto era necesario levantar únicamente 27 parcelas de 1 ha para obtener el 27% prefijado.

Otra situación que se puede visualizar es que, considerando a las especies por separado, el error de muestreo es mayor que tomándolas en conjunto.

Considerando la cantidad de hojas aprovechables encontradas, de acuerdo con Ceballos (1995), el bosque de San Miguel se puede catalogar como pobre en cuanto a este recurso. Más bien se trata de un área que se debería dejar regenerar naturalmente por un período mínimo de 6 meses, suficientes para que surjan nuevas hojas que pueden ser aprovechadas.

#### **f. Bayal (*Desmoncus spp.*)**

Para esta especie, en cuanto al largo de tallos aprovechables, el promedio estimado fue de 890 m/ha, con estimación mínima significativa de 644 m. El error de muestreo fue de 28%, que es el mismo que se prefijó en el diseño. Esta cantidad de producto podría ser suficiente para poder sostener a una pequeña industria artesanal a nivel local, sin embargo, se necesitan datos de crecimiento y comportamiento biológico en general para poder establecer las cantidades disponibles a mediano y largo plazo.

En comparación al xate, el número de individuos de esta especie no es muy abundante, y los tallos largos generalmente se concentran en un número reducido de plantas adultas. De acuerdo con esta observación, cosechar bayal significa caminar menos dentro del bosque en comparación a cortar hojas de xate.

#### **g. Chicozapote (*Manilkara zapota*)**

El número de árboles aprovechables de chicozapote encontrado fue de 10/ha, con una estimación mínima significativa 8 y un error de muestreo de 17%.

El error de muestreo prefijado en el diseño fue de 23%, basado en los datos del inventario forestal de La Pasadita. Se puede decir entonces que San Miguel es más homogéneo que La Pasadita en cuanto a árboles aprovechables de chicozapote, y hubiera bastado con levantar únicamente 18 parcelas de 1.5 ha para obtener el error prefijado.

Considerando la producción de 0.9 kilogramos de látex por árbol que reportan CATIE (1994) y CONAP (1995), se tiene una cantidad de 8.6 kilogramos/ha como promedio, y 7.2 como estimación mínima significativa.

Considerando las 6286.5 ha de bosque, se tiene una producción total de 54063.9 kg equivalente a 54 06 toneladas métricas. Al dividir esta cantidad por los 5 años del ciclo de cosecha del chicozapote, se obtendría una producción anual promedio de 10.8 toneladas métricas. Esta cantidad es superior a la reportada por AHT-APESA (1992), sin embargo se debe recordar que ninguno de los puntos del inventario realizado por UNEPET estuvo dentro de la Unidad de Manejo de San Miguel.

#### **h. Pimienta (*Pimenta dioica*)**

Para los árboles de pimienta aprovechables, o sea aquéllos con dap a partir de 15 cm, se obtuvo una media de 1 árbol por ha con una estimación mínima significativa de 0.7. El error de muestreo fue de 31%, que es superior al 21% prefijado en el diseño.

Se puede decir que para esta variable San Miguel es más heterogéneo que La Pasadita, que fue de donde se tomaron los datos para el diseño.

Si se quisiera mejorar la precisión en la estimación del número de árboles a partir de 15 cm de dap, es necesario levantar 36 parcelas más de 1.5 ha para obtener el error prefijado de 21%

Los árboles hembra son los únicos que producen semilla, y para el área, Reining *et al.* (1992) reportan uno por cada 15 machos. Aplicando esta proporción a los datos obtenidos, se tiene un promedio de 0.07 árboles productivos por ha, con una estimación mínima significativa de 0.05.

CATIE (1994) y CONAP (1995) reportan para la zona una producción de 1.4 kilogramos de frutos de pimienta por árbol. Con la estimación del número de árboles productivos, se tiene entonces un promedio de 0.1 kilogramos de frutos/ha, con una estimación mínima significativa de 0.07 kg

Considerando las 6286.5 ha de bosque, se tiene una producción total de 628.6 kg que dividido entre los 5 años del ciclo de cosecha de la pimienta, equivale a una producción promedio anual de 125.73 kg que es muy inferior a la reportada por Mollinedo *et al.* (1991). De acuerdo a estas cantidades, en realidad, se puede considerar que la pimienta no es una alternativa de producción en San Miguel La Palotada

### **i Reflexión sobre el funcionamiento del diseño del inventario**

Los resultados de la aplicación del diseño en los bosques de San Miguel muestran en general errores obtenidos menores a los predefinidos -aquellos que sirvieron de base al diseño, lo que sugiere que hubiera sido posible cumplir con los errores metas del diseño con menos parcelas de muestreo. Así, la confiabilidad requerida por ley en la estimación del volumen maderero de todas las especies (error de 15%) hubiera podido ser alcanzada instalando solo 18 parcelas, en vez de las 32 -lo que representaría menos de la mitad de las parcelas propuestas por Carrera (1995) para inventarios forestales en Unidades de 5000 ha de la Reserva de la Biósfera Maya

Sin embargo, y como se indicó en la metodología, el cumplimiento de los requisitos legales no es lo principal en un inventario para manejo diversificado de los bosques, importa más la estimación confiable de los productos de interés, entre otros el volumen de madera de las especies comerciales. Es en este marco que debe analizarse el resultado anterior. Al disminuir a 18 parcelas la muestra básica, el error sobre este último producto hubiera alcanzado 19%, lo que queda inferior a la meta del diseño, y el error sobre el volumen maderero de los árboles aprovechables hubiera ascendido a 29%. Por otro lado, para mantener los errores en xate y bayal, será necesario instalar 29 parcelas principales suplementarias, en vez de las 15. Esta propuesta alternativa es seductora, y probablemente la más eficiente para San Miguel específicamente

Los resultados del inventario sugieren también que los bosques de San Miguel son más homogéneos que los de La Pasadita -cuya información fue tomada como premuestreo, lo que plantea la pregunta de su representatividad para El Petén. Tomando en consideración que San Miguel tiene una extensión equivalente a un tercio de la superficie de La Pasadita, la pregunta anterior no es tan fácil de contestar: ¿No será más homogénea porque es más pequeña, y por lo tanto pudiera ser representativa de unidades de manejo de tamaño similar? No es objetivo del presente trabajo resolver esta cuestión, que pone en tela de juicio la práctica de recomendar una muestra básica para 5000 hasta 100000 ha con base en el estudio de una única área.

#### 6.4 Análisis de los costos de ejecución del inventario

Previo a realizar el análisis de los costos, se resumió la información obtenida en el campo a cerca de los tiempos de medición de parcelas, apertura de brechas y caminatas en el bosque.

El tiempo promedio para la medición de las parcelas fue el siguiente:

- parcela principal (árboles más xate y bayal): 179.55 minutos
- parcela de 1 ha para muestreo solamente de xate y bayal: 112.18 minutos
- faja de muestreo diagnóstico de 0.5 ha: 111.82 minutos
- parcela de 1 ha muestreando únicamente especies maderables: 73.12 minutos

El tiempo promedio para la apertura de 1 m de brecha fue de 0.37 minutos. Mientras que para caminar 100 metros por una brecha ya hecha, el tiempo promedio fue de 3 minutos.

Es importante mencionar que para los anteriores promedios se excluyeron las primeras 4 parcelas principales que se midieron con su respectiva faja de muestreo diagnóstico, ya que se consideraron como entrenamiento de las brigadas, en donde los tiempos no corresponden directamente a la actividad de medición.

El análisis se hizo para ver cuanto cuesta realizar el inventario muestreando solamente un componente del bosque o varios a la vez. A cada uno de los casos considerados se les llamó escenarios, y los mismos aparecen a continuación:

- a. muestreo solo de las especies arbóreas
- b. solo el muestreo diagnóstico
- c. muestreo solo de los productos no maderables xate y bayal
- d. muestreo de las especies arbóreas y productos no maderables xate y bayal
- e. muestreo de las especies arbóreas y muestreo diagnóstico
- f. muestreo de las especies arbóreas, muestreo diagnóstico y productos no maderables xate y bayal

Los costos para cada uno de los escenarios aparecen en el cuadro 12. Se presentan los costos por ha de bosque inventariado, así como el total para San Miguel La Palotada.

Cuadro 12. Costos de ejecución del inventario de San Miguel La Palotada para diferentes escenarios, en 1996

Escenario	Costo por ha de bosque	Costo total en Quetzales
solo el muestreo diagnóstico	1.17	7332.38
muestreo solo de las especies arbóreas	1.42	8926.94
muestreo solo de los productos no maderables xate y bayal	1.57	9885.65
muestreo de las especies arbóreas y muestreo diagnóstico	1.88	11822.60
muestreo de especies arbóreas y no maderables xate y bayal	2.08	13072.35
muestreo especies arbóreas, muestreo diagnóstico y xate y bayal.	2.35	14785.97

Tasa de cambio: Q6.00 por US\$1.00

El detalle de los costos para cada uno de los escenarios, aparece en los cuadros del 21 al 26 ubicados en el anexo 5.

Para ver la eficiencia en la reducción de costos que representa realizar el inventario para varios componentes a la vez, se hicieron algunas comparaciones.

Realizar el inventario por separado para los escenarios a, b y c representa un costo de Q 4.16/ha. Al realizarlo bajo el escenario f, se estaría obteniendo información de los mismos escenarios simultáneamente a un costo de Q2.35, lo que representa una reducción de 43.5%.

Cuando se realiza el inventario por separado para los escenarios a y b, el costo es de Q2.59/ha. El escenario e cubre los mismos componentes, y el costo de realización es de Q1.88, existiendo una reducción de 27.4%.

Para los escenarios a y c, realizar el inventario por separado cuesta Q2.99/ha. El escenario d, que engloba a los dos, solo cuesta realizarlo Q2.08/ha, existiendo una reducción de 30.4%.

## 7. CONCLUSIONES

### Inventario de productos no maderables

El presente trabajo demostró que es factible desarrollar inventarios que permiten estimar de manera estadísticamente confiable los productos no maderables de interés en el bosque; inventarios que no se limitan a la estimación de un número de individuos, sino que realmente determinan la cantidad de producto aprovechable. La aplicación de tales inventarios en unidades de manejo pone en evidencia las limitaciones de la práctica convencional para estimar la cantidad de producto aprovechable no maderable, que suele conducir a sesgos. Por ejemplo, en la unidad de manejo de San Miguel, para la elaboración del plan de manejo actual, en cuanto a los principales productos no maderables, se utilizó información que provenía de una estimación tradicional. En el cuadro 13 se hace una comparación de esta información con la obtenida en el inventario diversificado del presente estudio. Se puede notar que existe, tanto subestimación como sobrestimación.

Cuadro 13. Comparación entre la estimación tradicional de los productos no maderables y el inventario diversificado de 1996, en San Miguel La Palotada

producto	cantidad de producto	
	estimación tradicional	inventario diversificado
xate, hojas aprovechables/ha	200	272
bayal, largo aprov. de tallo (m/ha)	381	890
chicle, látex cocinado (kg/ha)	3.6	8.6
pimienta, frutos secos (kg/ha)	8.4	0.1

### Estimación de productos maderables

Para el propietario del bosque interesa básicamente un buen nivel de precisión en la estimación del volumen de madera del conjunto de las especies de interés comercial. De acuerdo a esto, es conveniente que el diseño del inventario se oriente a:

- 1) estimar el volumen de madera de las especies de interés comercial con un nivel de error aceptado por el propietario,
- 2) brindar una imagen local del bosque aceptable en términos fitosociológicos,
- 3) estimar el volumen de madera del conjunto de todas las especies con el nivel de error que exige la ley

En el presente estudio, la aplicación de estos principios a la unidad básica de muestreo estipulada por el Consejo Nacional de Areas Protegidas (1 ha) permitió:

- bajar el diámetro mínimo de medición a 10 cm en toda la unidad,
- reducir sin embargo el levantamiento de todas las especies arbóreas a un cuarto de la unidad

Se gana así, precisión en la estimación de las maderables de interés comercial, a menor costo, y sin descuidar el conocimiento de todo el bosque en relación a un inventario tradicional. En la figura 13 se presenta la comparación del error de muestreo del el número de árboles por clase diamétrica de las especies de interés comercial obtenido simulando un inventario tradicional, con el obtenido en el inventario del presente estudio realizado en San Miguel La Palotada. En todas las clases diamétricas el error es mayor con el inventario tradicional.

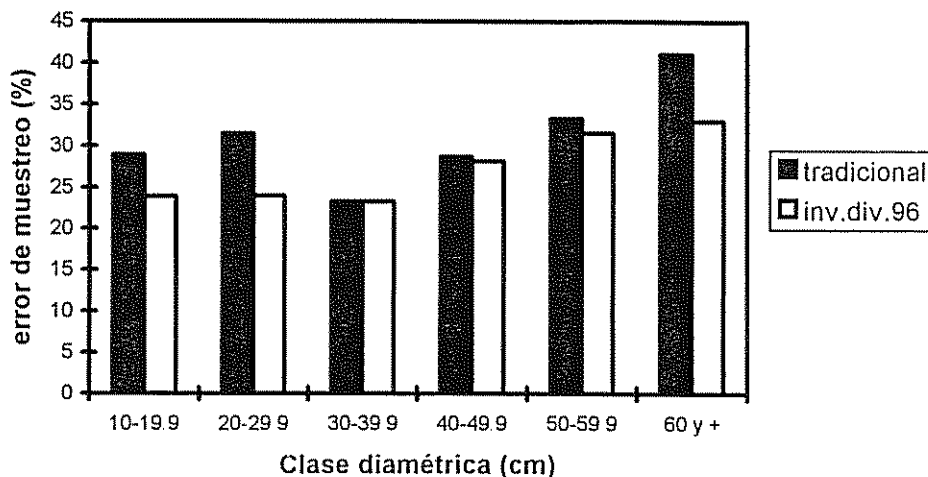


Figura 13. Comparación del error de muestreo en el número de arboles aprovechables por clase diamétrica de las especies de interés comercial, con el diseño tradicional y el diversificado, en San Miguel La Palotada, 1996

Situación similar ocurre al considerar a una sola especie, lo que se demostró, analizando al chicozapote. En todas las clases diamétricas, a excepción de la mayor, el error de muestreo del número de árboles es más grande en el inventario tradicional (figura 14).

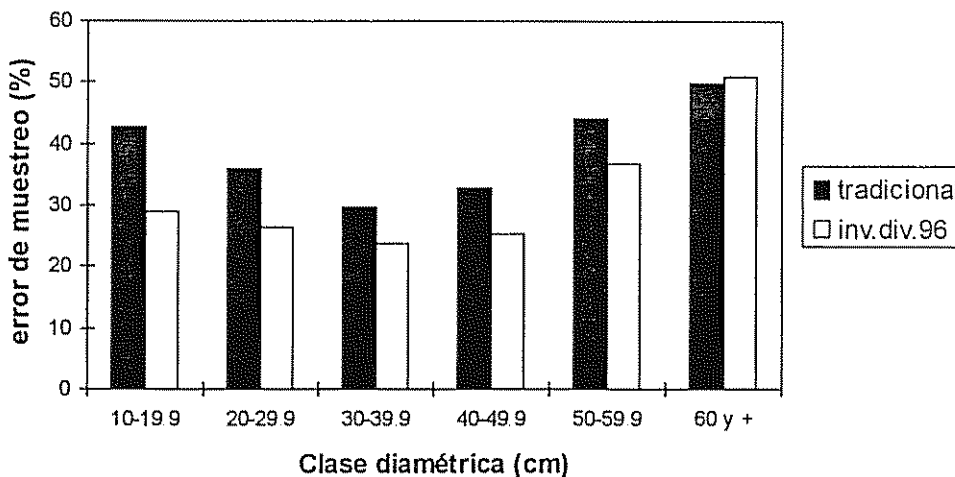


Figura 14. Comparación del error de muestreo en el número de arboles aprovechables por clase diamétrica de chicozapote (*Manilkara zapota*), con el diseño tradicional y el diversificado, en San Miguel La Palotada, 1996



Otra mejora para estimar el número y el volumen maderero o producto cosechable de los árboles aprovechables de las especies de interés comercial, consiste en integrar el muestreo diagnóstico y el inventario maderable en la unidad básica de muestreo, dos actividades que se realizan tradicionalmente sin ninguna coordinación. En el cuadro 14 se nota que, con el inventario integrado (el del presente estudio), el error de muestreo del producto cosechable fue menor en comparación a si se considera únicamente a la parcela principal (diseño tradicional).

Cuadro 14. Comparación de la estimación del producto cosechable de los árboles de las especies de interés comercial mediante el diseño tradicional (parcela de 1 ha) y el diseño integrado (parcela de 1 ha y faja de muestreo diagnóstico)

producto cosechable	diseño del inventario	
	tradicional	integrado
	[producto (error)]	
volumen maderable (m <sup>3</sup> /ha)	3.4 (23%)	3.4 (21%)
chicle, látex cocido (kg/ha)	9.9 (21%)	9.0 (17%)

### *Muestreo diagnóstico*

La presente investigación demostró que es factible calcular el error de muestreo en la estimación del peso relativo de las condiciones de iluminación en las que se encuentran los deseables sobresalientes, lo que permitirá en futuros diseños determinar el número de cuadrados que deberán levantarse en la unidad básica de muestreo para cumplir con un error aceptado por el silvicultor. El enfoque novedoso de considerar como especies arbóreas de interés no solo a las maderables, sino también a las no maderables (chicozapote y pimienta) y a las mal llamadas vedadas, ya que estos dos grupos de especies ocupan realmente un espacio en producción, permitió ganar una visión más objetiva de la situación de la regeneración de interés.

### *Inventario diversificado*

Realizar el inventario simultáneamente para más de un producto cuesta menos, en comparación a si se hace por separado. La mayor reducción corresponde al inventario realizado como en el presente estudio, donde se muestrearon árboles, xate, bayal y se hizo el muestreo diagnóstico; el costo por ha fue de Q 2.35, un 43.5% menor a hacerlo por separado.

## 9. RECOMENDACIONES

Realizar la revisión del plan de manejo de San Miguel La Palotada, ya que los resultados del inventario demuestran que existen diferencias con los datos que se utilizaron de base para la planificación inicial. Para esto se debe utilizar la estimación mínima significativa de las diferentes variables (volumen, área basal, etc), pues proporciona cantidades más conservadores.

Utilizando la información generada por el inventario diversificado, desarrollar las herramientas para mejorar el actuar silvicultural, como

- identificar los tipos de bosque presentes y su distribución espacial;
- mejorar el conocimiento sobre las exigencias de las especies por luz y suelo.

## 10. LITERATURA CITADA

- AHT-APESA. 1992. Plan de desarrollo integrado de Petén: Inventario forestal del departamento de Petén (Convenio Gobiernos Alemania-Guatemala). Petén, Guatemala 95 p.
- ABEYASEQUERA, S. s.f. Multi-Level sampling using SAS. *In Meeting of the International Biometric Society for the Caribbean, Central American, Colombian and Venezuelan Network* (3., s f., Readind, Road); *Proceedings*. The British Council and Sociedad Venezolana de Biometría y Estadística
- CARRERA, F. 1995. Guía para la planificación de inventarios forestales en la zona de usos múltiples de la Reserva de la Biósfera Maya, Petén, Guatemala. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie técnica-Informe técnico 275. 40 p.
- CEBALLOS, R. 1995. Caracterización ecológica del xate (*Chamaedorea* spp) y propuesta del mejoramiento al manejo tradicional que se le da en la Unidad de Manejo forestal San Miguel, San Andrés, Petén. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 85 p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1994. Plan de manejo forestal para la Unidad de Manejo San Miguel, El Petén, Guatemala. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Documento de trabajo Olafo 9. 27 p.
- CHINCHILLA, A. 1994. Caracterización de las poblaciones de bayal (*Desmoncus* spp.), con fines de aprovechamiento artesanal, en la Unidad de Manejo Forestal de San Miguel, San Andrés, Petén. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 134 p.
- COCHRAN, W. 1963. *Sampling Techniques*. 2 ed. New York, John Wiley & Sons, Inc. 413 p.
- CONSEJO NACIONAL DE AREAS PROTEGIDAS. 1995. Plan de manejo forestal para la Unidad de Manejo La Pasadita, San Andrés, Petén, Guatemala. Guatemala, CONAP. 111 p.
- DAUBER, E. 1995. Guía práctica y teórica para el diseño de un inventario forestal de reconocimiento. Santa Cruz, Bolivia, Proyecto BOFOR. s p.
- GALVEZ, J. 1996. Elementos técnicos para el manejo forestal diversificado de bosques naturales tropicales en San Miguel, Petén, Guatemala. Tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- GALVEZ, J. *et al.* 1990. Estudio preliminar de los recursos naturales renovables y caracterización socioeconómica de las comunidades en el área de influencia aledaña al límite oeste del biotopo San Miguel La Palotada. Cursos especializados de sistemas. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía/CATIE. 215 p.
- HEIZMAN, R. y REINING, C. 1988. Desarrollo rural sostenido: Reservas forestales de extracción en el norte de El Petén en Guatemala. Trad. Edna de Branson. Tesis M. Sc. EE UU., Yale, Escuela para las Ciencias Forestales y Estudios Ambientales. 74 p.

- HUTCHINSON, I. 1992. Planificación para la silvicultura y el manejo de los bosques naturales. In Curso Intensivo Internacional (5, 1992; Turrialba, Costa Rica); trabajos presentados. Turrialba Costa Rica, CATIE. 54 p.
- HUTCHINSON, I. 1993. Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie técnica-Informe técnico 204. 32 p.
- JOHN, H.; MORENO, R. y ECHEVERRI, R. 1971. Cursillo de inventario de bosques. Medellín, Colombia, Universidad Nacional, FAO. 75 p.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Trad Antonio Carrillo. Alemania, GTZ. 335 P.
- LECLERC, G. 1996. Cobertura de la tierra en Petén. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1:50000. Color.
- LING, F.; VILLALOBOS, R.; MARMILLOD, D.; ROBLES, G. 1996. Aprovechamiento de productos no maderables del bosque. Área demostrativa de Talamanca. In Curso Intensivo Internacional, 1996, Turrialba, Costa Rica. Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales. Turrialba, Costa Rica, CATIE. V. 2, P. 53-54.
- LOETSCH, F. and HALLER, K. 1973. Forest Inventory. 2 ed. Germany, BLV Verlagsgesellschaft München Bern Wien. V. 1. 436 p.
- LUNDELL, C. 1937. The vegetation of Petén. Washington, Carnegie Institution. pp. 107-149.
- MALLEUX, J. 1982. Inventarios forestales en bosques tropicales. Lima, Perú, UNA. 414 p.
- MARMILLOD, D.; OCAMPO, R.; ROBLES, G. y CHINCHILLA, M. 1995. La evaluación de recursos no maderables en el marco del manejo diversificado de bosques tropicales: las experiencias de CATIE-OLAFO en América Central. In: KÖHL, M.; BACHMANN, P.; BRASSEL, P.; PRETO, G. (eds) 1995. The Monte Verità Conference on Forest Survey Designs. "Simplicity versus Efficiency" and Assessment of Non-Timber Resources. Birmensdorf, Switzerland, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research. pp. 132-140.
- MAS, C. 1993. Caracterización de los factores ecológicos relevantes en las comunidades donde el shate (*Chamaedorea* spp.) es componente, en San Miguel La Palotada, Petén. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 108 p.
- MATTEUCCI, S. y COLMA, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Ed. Eva V. Chesneau. EE.UU, OEA. 168 p.
- MOLLINEDO, P.; MANZANERO, M.; GUZMAN, N.; RUBALLOS, E. 1991. Inventario forestal del Biotopo "El Zotz", San Miguel La Palotada (área de amortiguamiento), San Andrés, Petén. Universidad de San Carlos de Guatemala/CUDEP-CATIE. 100 P.

- PINEDA, P.; MARMILLOD, D.; FERREIRA, P. y OCAMPO, R. 1995. Elementos de muestreo para el diseño de un inventario del bayal (*Desmoncus* spp.) en el bosque petenero. *In* Semana científica (2., 1995, Turrialba, Costa Rica). Resúmenes. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 103-107.
- REINING, C.; HEIZMANG, R.; CABRERA, M.; LOPEZ, S. y SOLORZANO, A. 1992. Productos no maderables de la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Washington, USA, Fundación Conservación Internacional. 163 p.
- SANCHEZ, F. 1996. Modelos de inventarios en el Plan Piloto Forestal de Quintana Roo. Mexico, s n t. 24 p.
- SCHEAFFER, R.L.; MENDENHALL, W. y OTT, L. 1993. Elementos de muestreo. Trad. G. Rendón y J. R. Gómez. México, Grupo Editorial Iberoamérica. 321 p.
- STANDLEY, C. y STEYERMARK, J. 1958. Flora de Guatemala. Chicago, Chicago Natural Museum, Fieldiana Botany. V. 24 par 1. pp. 216-252.
- THOMPSON, S. 1987. Sample size for estimating multinomial proportions. *The American Statistician* (USA) 41(1): 42-46.

**ANEXO 1**

Cuadro 15. Clasificación, de acuerdo al uso, de las especies arbóreas, componentes de la flora del área de San Miguel La Palotada

No.	Nombre común	Nombre científico	Grupo
1	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	AAACOM
2	Cedro	<i>Cedrela odorata</i> Roem.	AAACOM
3	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i> (L.) van Royen	AAANOM
4	Pimienta	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill	AAANOM
5	Granadillo	<i>Dalbergia tucurensis</i>	AAAVED
6	Hormigo	<i>Platymiscium dimorphandrum</i> Donn. Sm.	AAAVED
7	Amapola	<i>Pseudobombax ellipticum</i> (HBK) Dugan	ACTCOM
8	Canxán	<i>Terminalia amazonia</i> Liebm.	ACTCOM
9	Cola de coche	<i>Pithecolobium arboreum</i>	ACTCOM
10	Danto	<i>Vatairea lundellii</i> Killip.	ACTCOM
11	Jobillo	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	ACTCOM
12	Malerio blanco	<i>Aspidosperma stegomeres</i>	ACTCOM
13	Malerio colorado	<i>Aspidosperma megalocarpon</i> Muell. Arg.	ACTCOM
14	Manchiche	<i>Lonchocarpus castilloi</i> Standl.	ACTCOM
15	Santa María	<i>Calophyllum brasiliense</i> (Camb.) Standl.	ACTCOM
16	Botán	<i>Sabal morrisiana</i> Bartlett.	PALMA
17	Aceituno	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	POTCOM
18	Amate	<i>Ficus involuta</i> (Liebm.) Mig.	POTCOM
19	Catalox	<i>Swartzia lundellii</i> Standl.	POTCOM
20	Cedrillo de hoja fina	<i>Guarea tonduzzi</i>	POTCOM
21	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	POTCOM
22	Chacaj blanco	<i>Bursera graveolens</i>	POTCOM
23	Chacaj colorado	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	POTCOM
24	Chechén negro	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urban.	POTCOM
25	Gesmo	<i>Lysiloma desmontachys</i> Benth.	POTCOM
26	Jobo	<i>Spondias mombin</i> L.	POTCOM
27	Luín hembra	<i>Ampelocera hottlei</i> Standl.	POTCOM
28	Manax	<i>Pseudolmedia spuria</i> (Sw.) Griseb.	POTCOM
29	Mano de león	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Ocné. & Planch.	POTCOM
30	Mora		POTCOM
31	Naranjillo	<i>Zanthoxylum elephantiasis</i> Macead.	POTCOM
32	Pasaque	<i>Simarouba glauca</i> DC.	POTCOM
33	Pasaque macho	<i>Mosquitoxylom jamaicense</i> Ur.	POTCOM
34	Pij	<i>Gymnanthes lucida</i> Sw.	POTCOM
35	Quina	<i>Quiina schippii</i> Standl.	POTCOM
36	Ramón blanco	<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz.	POTCOM
37	Ramón colorado	<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.	POTCOM
38	Ramón oreja de mico	<i>Brosimum costaricanum</i> Liebm.	POTCOM
39	Roble	<i>Bourreria oxyphylla</i> Standl.	POTCOM
40	Sacuayum	<i>Matayba oppositifolia</i> (A. Rich.) Britt.	POTCOM
41	Saltemuche	<i>Sickingia salvadorensis</i> (Standl.) Standl.	POTCOM
42	Silión	<i>Pouteria amygdalina</i> (Standl.) Baehmi	POTCOM
43	Son	<i>Alseis yucatanensis</i> Standl.	POTCOM
44	Testap	<i>Guettarda combsii</i> Urban	POTCOM
45	Yaxnik	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	POTCOM

...continúa...

...continuación...

Cuadro 15. Clasificación, de acuerdo al uso, de las especies arbóreas, componentes de la flora del área de San Miguel La Palotada

No.	Nombre común	Nombre científico	Grupo
46	Zapote mamey	<i>Pouteria zapota</i> Moore & S.	POTCOM
47	Zapotillo de hoja fina	<i>Pouteria durlandii</i> (Standl.) Baehmi	POTCOM
48	Aceituno peludo	<i>Hirtela americana</i> L.	SNVAL
49	Achiotillo	<i>Bernardia interrupta</i> (Schl.) Muell. Arg.	SNVAL
50	Anona de montaña	<i>Cymbopetalum squamosa</i> L.	SNVAL
51	Avalo	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> subsp. <i>Buxifolium</i>	SNVAL
52	Baquelac	<i>Casearia nitida</i> (L.) Jacq.	SNVAL
53	Baquelmán		SNVAL
54	Bitze	<i>Inga Lentoloba</i> Schlecht.	SNVAL
55	Bolunche	<i>Dicisa</i> spp.	SNVAL
56	Campac	<i>Belotia campbellii</i> Sprague	SNVAL
57	Canisté	<i>Pouteria campechiana</i> (HBK) Baehmi	SNVAL
58	Canmidol		SNVAL
59	Canté	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	SNVAL
60	Ceibillo	<i>Ceiba aescutifolia</i> (HBK) Britt. & Baker	SNVAL
61	Chaltecoc	<i>Caesalpinia velutina</i> Standl.	SNVAL
62	Chechén blanco	<i>Sebastiana longicuspis</i> Standl.	SNVAL
63	Chile chichalaca	<i>Allophylus cominia</i> .	SNVAL
64	Chile malache	<i>Trichilia havenensis</i> Jacq.	SNVAL
65	Chilonché	<i>Eugenia capuli</i> (schl. & Cham.) Berg.	SNVAL
66	Chintoc blanco	<i>Wimmeria concolor</i> Schl. & Cham.	SNVAL
67	Chintoc negro	<i>Krugiodendron ferreum</i> (Vahl) Urban	SNVAL
68	Chique	<i>Ternstroimia tepezapote</i> Schl.	SNVAL
69	Chonté	<i>Cúpania macrophylla</i> A. Rich.	SNVAL
70	Chununté		SNVAL
71	Chunup matapalo	<i>Clusia rosea</i>	SNVAL
72	Cojón de caballo	<i>Stemmadenia donnell-smithii</i> (Rose) W.	SNVAL
73	Coloc	<i>Talisia floresii</i> Standl.	SNVAL
74	Copal	<i>Protium copal</i> (Schl. & Cham.) Engl.	SNVAL
75	Copó	<i>Coussapoa oligocephala</i> Donn. Sm.	SNVAL
76	Cortez	<i>Tabebuia ochracea</i> Standl.	SNVAL
77	Ec tit	<i>Licaria campechiana</i>	SNVAL
78	Frente de toro	<i>Coussapoa</i> spp.	SNVAL
79	Guarumo	<i>Cecropia outusifolia</i> Bert.	SNVAL
80	Guaya	<i>Talisia olivaeformis</i> (HBK) Radlk.	SNVAL
81	Huatop		SNVAL
82	Hule	<i>Castilla elastica</i> Cerv.	SNVAL
83	Ixcajaguay	<i>Cestrum racemosa</i> Ruiz & Pavon	SNVAL
84	Jabín	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg. Gard & For.	SNVAL
85	Luin	<i>Ampelacera hottelei</i> Standl.	SNVAL
86	Molinillo	<i>Quararibea fieldii</i> Millsp.	SNVAL
87	Ok bac	<i>Pithecellobium tonduzii</i> (Bar.) Standl.	SNVAL
88	Palo de diente	<i>Trichilia glabra</i> L.	SNVAL

...continúa...



... continuación

Cuadro 15. Clasificación, de acuerdo al uso, de las especies arbóreas, componentes de la flora del área de San Miguel La Palotada

No.	Nombre común	Nombre científico	Grupo
89	Palo de hueso	<i>Celtis trinervia</i> Lam.	SNVAL
90	Papaturrito	<i>Coccoloba reflexiflora</i> Standl.	SNVAL
91	Papaturro	<i>Coccoloba caracasana</i> Meissn.	SNVAL
92	Papaturro blanco	<i>Coccoloba</i> spp.	SNVAL
93	Pixoy	<i>Guazuma ulmifolia</i>	SNVAL
94	Pochote	<i>Bombacopsis</i> spp.	SNVAL
95	Pucxiquil	<i>Faramea occidentalis</i> A. Rich.	SNVAL
96	Quiczaín		SNVAL
97	Sacalanté	<i>Ocotea</i> spp.	SNVAL
98	Sacpaj		SNVAL
99	Sacuché	<i>Rehdera penninervia</i> Standl. & Moldenke.	SNVAL
100	Sapamuché		SNVAL
101	Siquiyá	<i>Crysophyllum oliviforme</i> L.	SNVAL
102	Sosní	<i>Nectandra coriacea</i> (Swartz) Grisebach	SNVAL
103	Sosní aguacatillo	<i>Ocotea veraguensis</i> Menz.	SNVAL
104	Subín colorado	<i>Acacia dollichostachya</i>	SNVAL
105	Tamay	<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britt. & Millsp.	SNVAL
106	Tempisque	<i>Sideroxylon mayana</i> Standl.	SNVAL
107	Tenera	<i>Opsidiandra maya</i>	SNVAL
108	Tinto blanco	<i>Pithecolobium guatemalense</i>	SNVAL
109	Tzalam	<i>Lysilona bahamensis</i> Benth.	SNVAL
110	Tzol	<i>Blomia prisca</i>	SNVAL
111	Tzúnzula		SNVAL
112	Xcanlol	<i>Ouratea lucens</i>	SNVAL
113	Yaxmogén		SNVAL
114	Yaxochoc	<i>Licaria</i> spp.	SNVAL
115	Yaya	<i>Malmea depressa</i> (Baill.) Fries.	SNVAL

**ANEXO 2**

Cuadro 16. Base para el análisis de costos de la ejecución del inventario en San Miguel La Palotada, Petén, 1996

COSTOS VARIABLES	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNIDAD	TOTAL			
<i>a. Ubicación de las unidades de muestreo con GPS</i>							
traslado							
combustible para vehículo		litro	2.29				
mano de obra		jornal	100				
subtotal							
<i>b. Aperturas de brechas de ingreso a inicio de unidades de muestreo</i>							
mano de obra							
alineador		jornal	35				
brecheros		jornal	25				
materiales							
marcadores indelebles		c/u	3				
cinta plástica para señales		rollo	6				
pintura en spray		bote	32				
traslado							
combustible		litro	2.29				
subtotal							
<i>c. Trazo de parcelas y medición de individuos</i>							
mano de obra							
técnico		jornal	100				
baquiano		jornal	50				
alineador		jornal	35				
brecheros		jornal	25				
materiales							
lápices		c/u	1.3				
formularios		hojas	0.5				
marcadores indelebles		c/u	3				
cinta plástica de colores		rollo	6				
traslado							
combustible		litro	2.29				
aceite para vehículo		litro	16.5				
subtotal							
<i>d. ingreso de la información a archivos electrónicos</i>							
ingreso y corrección		registro	0.3				
subtotal							
COSTOS FIJOS	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNIDAD	TOTAL	VIDA UTIL (DIAS)	PERÍODO	DEPREC
<i>a. Ubicación de las unidades de muestreo con GPS</i>							
traslado							
vehículo		c/u	96000		1825		
alquileres							
GPS		día	150				
estación base		día	150				
corrección coordenadas		acceso	50				
subtotal							
<i>b. Apertura de brechas de ingreso a inicio de unidades de muestreo</i>							
alquiler de equipo							
brújula		día	5				

Continuación

Cuadro 16. Base para el análisis de costos de la ejecución del inventario en San Miguel La Palotada, Petén, 1996

COSTOS FIJOS	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNIDAD	TOTAL	VIDA UTIL (DIAS)	PERÍODO	DEPREC
<i>a. Apertura de brechas de ingreso a inicio de unidades de muestreo</i>							
clinómetro		día	5				
cinta métrica		día	5				
traslado							
vehículo		c/u	96000		1825		
subtotal							
<i>c. Trazo de parcelas y medición de individuos</i>							
alquiler de equipo							
brújula		día	5				
clinómetro		día	5				
cinta métrica		día	5				
cinta diamétrica		día	5				
hipsómetro		día	5				
traslado							
vehículo		c/u	96000		1825		
subtotal							
<i>d. Mapas de ubicación de las parcelas</i>							
mapa de uso actual		c/u	150				
impresión de imagen de satélite		c/u	150				
subtotal							
<b>TOTAL</b>							

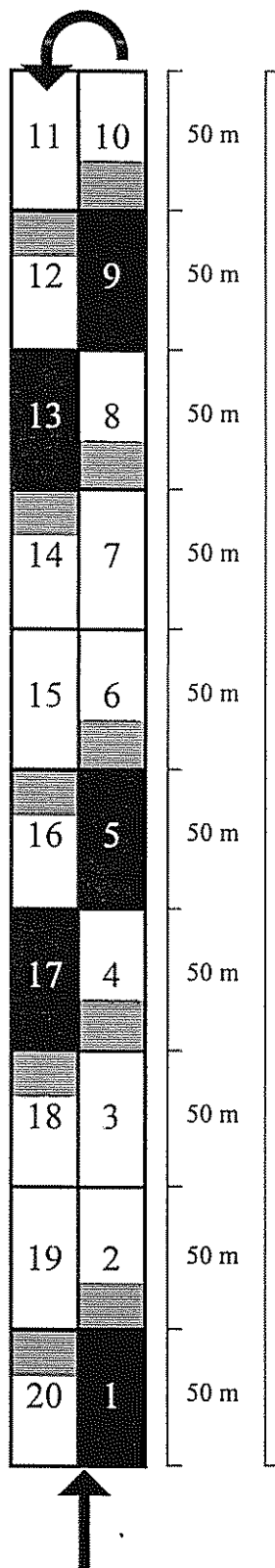
Los valores están en quetzales (Q).

Tasa de cambio: Q6.00 por US\$1.00.

un jornal equivale a 8 horas de trabajo efectivo

## ANEXO 3

Parcela	Fecha	Brigada	Hoja
PARCELA DE INVENTARIO DIVERSIFICADO			



subparcela para medición de los árboles con dap igual o mayor a 10 cm de todas las especies

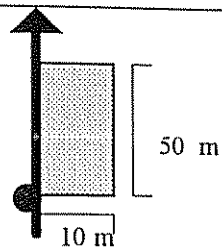
subparcela para medición de los árboles con dap igual o mayor a 10 cm solo de las especies de interés

subparcela para medición de los árboles con dap igual o mayor a 10 cm solo de las especies de interés, xate y bayal

INDICACIONES DE INSTALACION
INDICACIONES DE LLEGADA

## TODOS LOS ARBOLES CON DAP $\geq$ 10 cm

Parcela \_\_\_\_\_ Sitio en UM \_\_\_\_\_  
 Subparcela \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_  
 Cuadrilla \_\_\_\_\_  
 Topografía \_\_\_\_\_ Tipo de bosque \_\_\_\_\_  
 Drenaje \_\_\_\_\_ Estado de intervención \_\_\_\_\_  
 Sitio arqueológico \_\_\_\_\_ Quema \_\_\_\_\_  
 Observaciones \_\_\_\_\_



#	nombre común	dap (cm)	calidad fuste	altura comercial (m)	cosecha-bilidad	observaciones
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						

# TODOS LOS ARBOLES CON DAP $\geq$ 10 cm

Parcela \_\_\_\_\_  
Subparcela \_\_\_\_\_

...viene

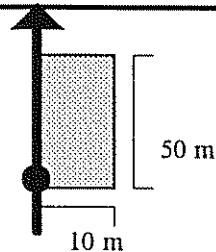
#	nombre común	dap (cm)	calidad fuste	altura comercial(m)	cosecha-bilidad	observaciones
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
59						
60						



## ARBOLES CON DAP $\geq$ 10 cm DE LAS ESPECIES DE INTERES

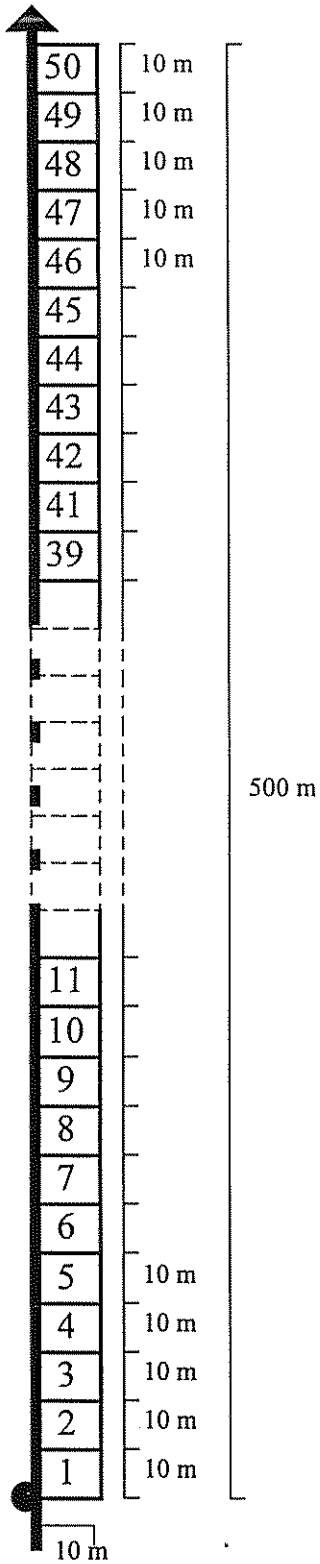
caoba	cola de coche	malerio colorado	santa maría
cedro	danto	manax	
amapola	jobillo	manchiche	chicozapote
canxán	malerio blanco	plumajillo	pimienta

Parcela \_\_\_\_\_ Sitio en UM \_\_\_\_\_  
 Subparcela \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_  
 Cuadrilla \_\_\_\_\_  
 Topografía \_\_\_\_\_ Tipo de bosque \_\_\_\_\_  
 Drenaje \_\_\_\_\_ Estado de intervención \_\_\_\_\_  
 Sitio arqueológico \_\_\_\_\_ Quema \_\_\_\_\_  
 Observaciones \_\_\_\_\_



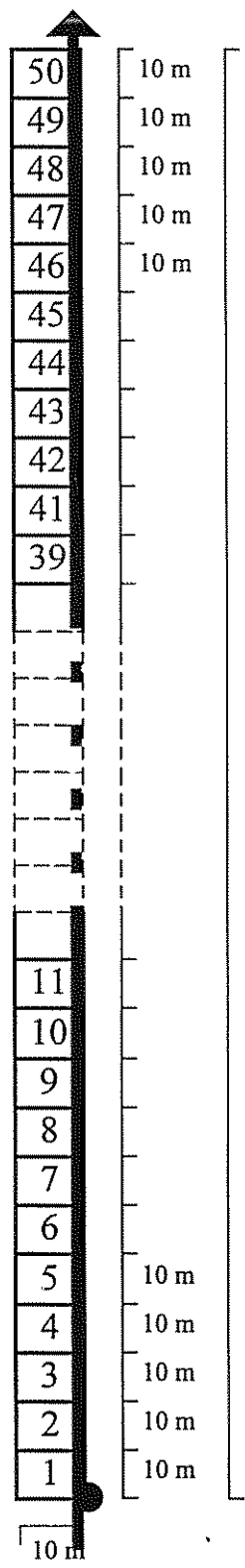
#	nombre común	dap (cm)	calidad fuste	altura comercial(m)	cosecha-bilidad	observaciones
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						

# PARCELA DE MUESTREO DIAGNOSTICO



INDICACIONES DE LLEGADA
INDICACIONES DE INSTALACION

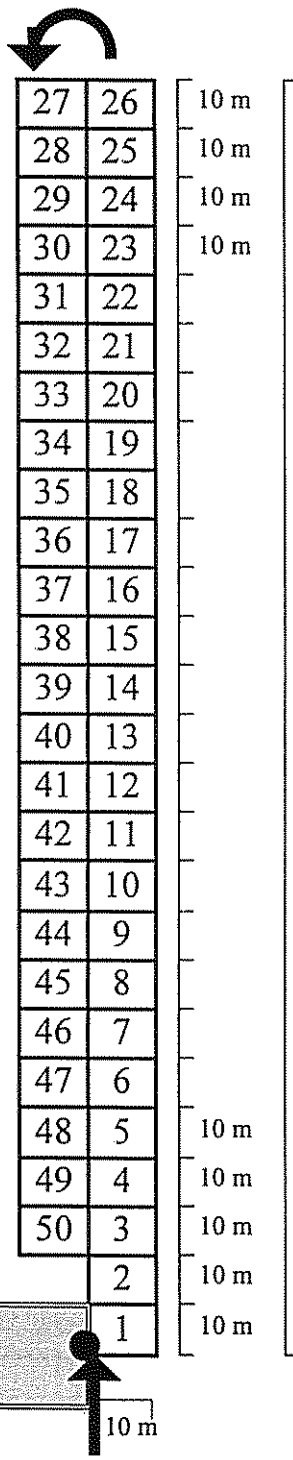
Parcela	Fecha	Brigada	Hoja
<b>PARCELA DE MUESTREO DIAGNOSTICO</b>			



500 m

INDICACIONES DE LLEGADA
INDICACIONES DE INSTALACION

Parcela	Fecha	Brigada	Hoja
<b>PARCELA DE MUESTREO DIAGNOSTICO</b>			



260 m

INDICACIONES DE LLEGADA
INDICACIONES DE INSTALACION

PARCELA

FECHA

HOJA

**MUESTREO DIAGNOSTICO**

**DESEABLE SOBRESALIENTE**

caoba y cedro < 60 cm dap, las otras de interés < 45 cm dap

**ARBOLES APROVECHABLES**

caoba y cedro ≥ 60 cm dap, las otras de interés ≥ 45 cm dap

# cua	tipo de bosque	quema	nombre común	dap (cm)	clase ilumin	clase lianas	# arb	# cua	nombre común	dap (cm)	calida fuste	altura com (m)	clase lianas
1							1						
2							2						
3							3						
4							4						
5							5						
6							6						
7							7						
8							8						
9							9						
10							10						
11							11						
12							12						
13							13						
14							14						
15							15						
16							16						
17							17						
18							18						
19							19						
20							20						

PARCELA

FECHA

HOJA

**MUESTREO DIAGNOSTICO**

**DESEABLE SOBRESALIENTE**

**ARBOLES APROVECHABLES**

caoba y cedro < 60 cm dap, las otras de interés < 45 cm dap

caoba y cedro ≥ 60 cm dap, las otras de interés ≥ 45 cm dap

# cua	tipo de bosque	quema	nombre común	dap (cm)	clase ilumin	clase lianas	# arb	# cua	nombre común	dap (cm)	calida fuste	altura com (m)	clase lianas
21							21						
22							22						
23							23						
24							24						
25							25						
26							26						
27							27						
28							28						
29							29						
30							30						
31							31						
32							32						
33							33						
34							34						
35							35						
36							36						
37							37						
38							38						
39							39						
40							40						

PARCELA

FECHA

HOJA

**MUESTREO DIAGNOSTICO**

**DESEABLE SOBRESALIENTE**

caoba y cedro < 60 cm dap, las otras de interés < 45 cm dap

# cua	tipo de bosque	quema	nombre común	dap (cm)	clase ilumin	clase lianas
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						

Observaciones:

**ARBOLES APROVECHABLES**

caoba y cedro ≥ 60 cm dap, las otras de interés ≥ 45 cm dap

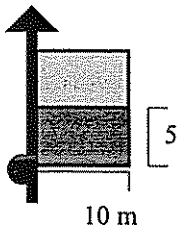
# arb cua	#	nombre común	dap (cm)	calida fuste	altura com (m)	clase lianas
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
59						
60						

# XATE + BAYAL

PARCELA	BRIGADA FECHA	RUMBO
---------	------------------	-------

sub-par	topo	dren	tbos	inter	que- ma	arqu ue	▲	sub-par	topo	dren	tbos	inter	que- ma	arqu ue
							500 m							
							10							
12							450 m							
							8							
14							350 m							
							6							
16							250 m							
							4							
18							150 m							
							2							
20							50 m							





**XATE**

#	espe-cie	hojas vivas	hojas aprov.	cla-se	altura (cm)	#	espe-cie	hojas vivas	hojas aprov.	cla-se	altura (cm)
---	----------	-------------	--------------	--------	-------------	---	----------	-------------	--------------	--------	-------------

1						33					
2						34					

**BAYAL**

3						35					
---	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

#	clase	tallos aprov.
---	-------	---------------

4						36					
---	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

1		
---	--	--

5						37					
---	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

2		
---	--	--

6						38					
---	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

3		
---	--	--

7						39					
---	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

4		
---	--	--

8						40					
---	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

5		
---	--	--

9						41					
---	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

6		
---	--	--

10						42					
----	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

7		
---	--	--

11						43					
----	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

8		
---	--	--

12						44					
----	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

9		
---	--	--

13						45					
----	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

10		
----	--	--

14						46					
----	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

11		
----	--	--

15						47					
----	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

12		
----	--	--

16						48					
----	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

13		
----	--	--

17						49					
----	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

14		
----	--	--

18						50					
----	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

15		
----	--	--

19						51					
----	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

16		
----	--	--

20						52					
----	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

17		
----	--	--

21						53					
----	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

18		
----	--	--

22						54					
----	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

19		
----	--	--

23						55					
----	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

20		
----	--	--

24						56					
----	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

21		
----	--	--

25						57					
----	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

22		
----	--	--

26						58					
----	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

23		
----	--	--

27						59					
----	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

24		
----	--	--

28						60					
----	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

25		
----	--	--

29						61					
----	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

26		
----	--	--

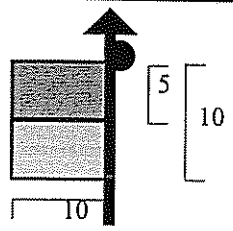
30						62					
----	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

27		
----	--	--

31						63					
----	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--

28		
----	--	--

32						64					
----	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--



**XATE**

**BAYAL**

#	clase	tallos aprov.	#	espe- cie	hojas vivas	hojas aprov.	cla- se	altura (cm)	#	espe- cie	hojas vivas	hojas aprov.	cla- se	altura (cm)
1			1						33					
2			2						34					
3			3						35					
4			4						36					
5			5						37					
6			6						38					
7			7						39					
8			8						40					
9			9						41					
10			10						42					
11			11						43					
12			12						44					
13			13						45					
14			14						46					
15			15						47					
16			16						48					
17			17						49					
18			18						50					
19			19						51					
20			20						52					
21			21						53					
22			22						54					
23			23						55					
24			24						56					
25			25						57					
26			26						58					
27			27						59					
28			28						60					
29			29						61					
30			30						62					
31			31						63					
32			32						64					



## DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES

### Para las subparcelas de 10 m x 50 m

- Cuadrilla: nombre del jefe de cuadrilla
- Fecha: se debe escribir cada día
- Topografía:
  - 1 plana
  - 2 ondulada
  - 3 accidentada
- Drenaje:
  - 1 excesivo (donde existen suelos arenosos o laderas que permiten un rápido escurrimiento del agua)
  - 2 bueno (suelos cuya estructura física o pendiente moderada permiten escurrimiento en pocas horas)
  - 3 pobre (suelos con alto porcentaje de arcilla, nivel de agua cerca de la superficie y pendientes suaves que impiden el escurrimiento por varios días)
  - 4 nulo o anegado (suelo con el nivel de agua a ras o por encima, durante períodos de varias semanas a meses. El color del suelo es generalmente gris)
- Tipo de bosque:
  - 1 alto denso
  - 2 alto ralo
  - 3 medio denso
  - 4 medio ralo
  - 5 bajo denso
  - 6 bajo ralo  
(alto: >25 m altura, medio: 15 a 25 m, bajo: < 15 m; denso: cobertura arbórea 60-100%, ralo: <60%)
- Estado de intervención:
  - 1 bosque natural (sin señales de intervención)
  - 2 bosque natural poca intervención (productos no maderables)
  - 3 bosque natural con señales de madereo (uno ó más árboles cortados, caminos de extracción)
  - 4 bosque natural socolado
  - 5 guamil
  - 6 otro
- Quema:
  - si
  - no
- Sitios arqueológicos:
  - 1 pirámides grandes (más de 10 m)
  - 2 pirámides menores (menos de 10 m)
  - 3 tumbas grandes (mayores de 10 m)
  - 4 tumbas menores (menores de 10 m)
  - 5 estelas
  - 6 chultunes
  - 7 otros
  - 8 no hay

### Para los árboles con dap mayor igual 10 cm

- Nombre común: aportado por el baquiano
- Diámetro: 1,3 m del suelo o estimado sobre gambas
- Calidad de fuste:
  - 1 actualmente comercial
  - 2 comercial en el futuro
  - 3 comercial en el futuro pero base podrida
  - 4 deformado
  - 5 dañado por fuego
  - 6 dañado por otra causa
  - 7 podrido
- Altura comercial: el largo del fuste sin defectos, medida (solo para árboles con dap igual o superior a 25 cm)
- Cosechabilidad: solo en chicle y pimienta
  - nc no ha sido cosechado (anotar si tiene frutos)
  - años estimación de años que han transcurrido desde la última vez que fue cosechado (anotar si tiene frutos)
  - ync está tan dañado que ya no se podrá cosechar

### Para el bayal

- Clase
  - r regeneración (tallo más largo: retoño)
  - j juvenil (tallo más largo: tierno)
  - ac adulta en crecimiento (tallo más largo: maduro, y tiene retoños o tiernos)
  - ar adulta en reposo (solamente tiene tallos maduros)  
(Tallo retoño: el largo es menor o igual a 99 cm;  
tallo tierno: su largo va de 1 m a menos de 5 m;  
tallo maduro: su largo es mayor o igual a 5 m)  
Tallos aprovechables: tallos maduros que no poseen daño considerable que pueda impedir su uso artesanal)

### Para el xate

- Especie
  - j jade
  - h xate hembra
  - p pata de vaca
  - c cambray
- Número de hojas vivas
- Número de hojas aprovechables: que cumplan con los requisitos de color, largo, y que no posean daños
- Clase
  - p productiva (con hojas aprovechables o cortadas recientemente)
  - i improductiva (sin hojas aprovechables, no le han cortado recientemente, o si le han cortado no se recupera)
- Altura: medida en centímetros, desde el suelo hasta la punta de la hoja más larga

### Muestreo diagnóstico

#### Deseable sobresaliente

- Tipo de bosque
- Quema
  - si
  - no
- Nombre común: aportado por el baquiano (si no hay, escribir pp: potencialmente productivo, ó pi: permanentemente improductivo)
- DAP (poner 0 si es menor a 5 cm)
- Iluminación de la copa:
  - 1 emergente
  - 2 plena iluminación superior
  - 3 alguna iluminación superior
  - 4 luz principalmente lateral
  - 5 sin iluminación directa
- Lianas:
  - 1 no existen
  - 2 sueltas en fuste, ausentes en copa, no requiere tratamiento
  - 3 sueltas en fuste, ausentes en copa, requiere tratamiento
  - 4 sueltas en fuste, presentes en copa, no requiere tratamiento
  - 5 sueltas en el fuste, presentes en copa, requiere tratamiento
  - 6 apretando el fuste, presentes en la copa

#### Arboles cortables

- Número de cuadro de 10 m x 10 m en el que se encuentra
- Nombre común: aportado por el baquiano
- DAP
- Calidad de fuste
- Altura comercial
- Lianas
- Cosechabilidad: solamente para chicozapote y pimienta
- Observaciones

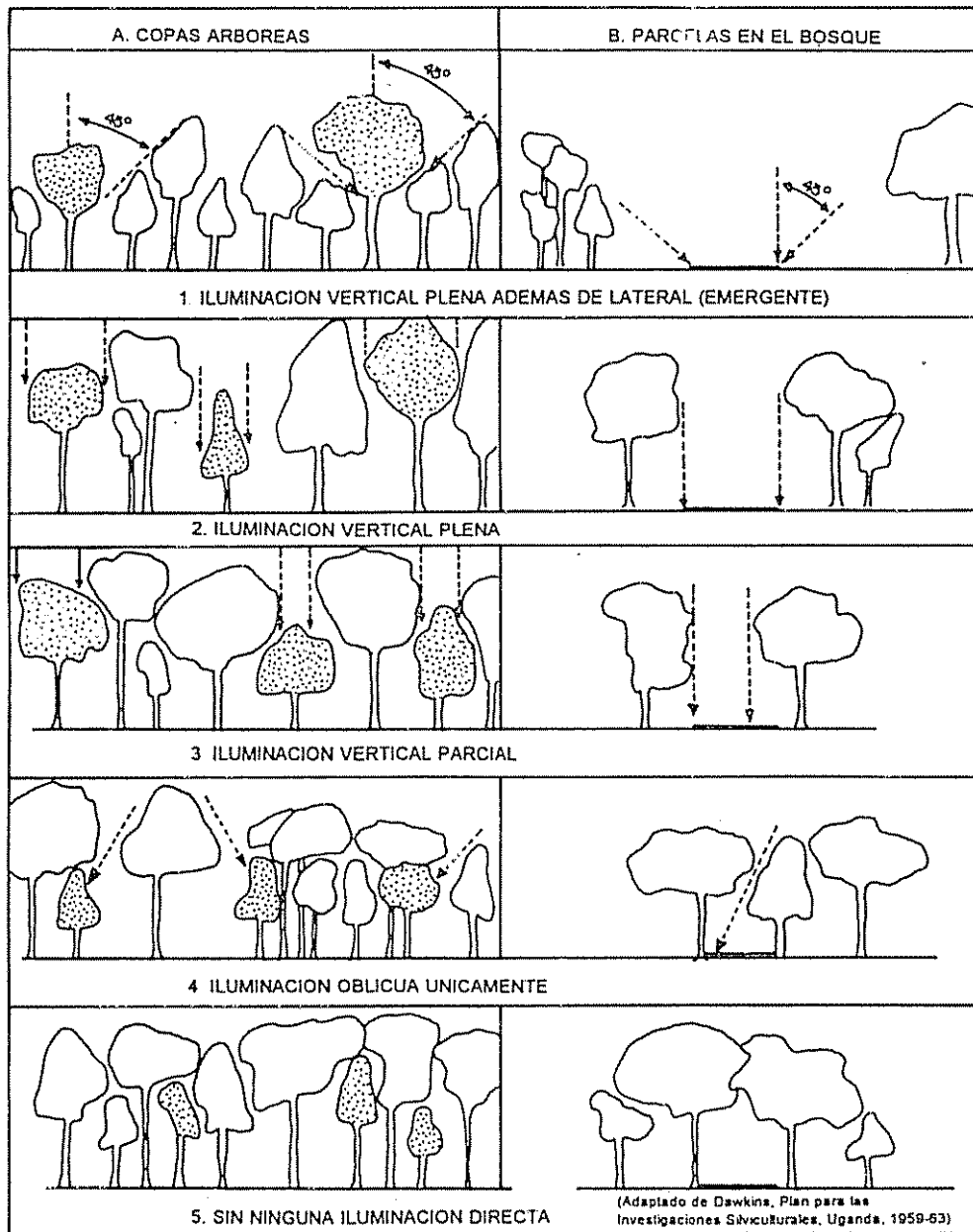


Figura 15. Clases de iluminación de árboles y parcelas en el bosque

Fuente: Hutchinson (1993)

## ANEXO 4

Cuadro 17 Distribución por clase diamétrica del número de árboles y volumen en metros cúbicos por ha, de las especies comerciales maderables y no maderables, encontradas en el inventario de La Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, Petén, 1996

Nombre común	Clases diamétricas en centímetros												Grupo comercial
	25-34.9		35-44.9		45-54.9		55-59.9		60+		Total		
	N	V	N	V	N	V	N	V	N	V	N	V	
Caoba	0.2	0.037	0.1	0.071	0.1	0.048	0	0.018	0.1	0.124	0.5	0.298	AAACOM
Cedro	0.5	0.093	0.5	0.216	0.3	0.162	0.1	0.111	0.1	0.319	1.5	0.9	AAACOM
Subtotal	0.6	0.13	0.6	0.287	0.3	0.21	0.1	0.129	0.3	0.443	1.9	1.198	
Chicozapote	3.4	0.837	2.2	1.099	1.1	0.783	0.3	0.273	0.4	0.598	7.4	3.589	AAANOM
Pimienta	0.1	0.021	0	0.017	0	0	0	0	0	0	0.1	0.038	AAANOM
Subtotal	3.5	0.858	2.3	1.115	1.1	0.783	0.3	0.273	0.4	0.598	7.5	3.627	
Amapola	2	0.265	1.5	0.421	0.6	0.312	0.3	0.249	0.5	0.991	4.9	2.238	ACTCOM
Canxan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ACTCOM
Cola de coche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ACTCOM
Danto	0	0	0	0.013	0	0	0.1	0.058	0	0	0.1	0.071	ACTCOM
Jobillo	0.2	0.023	0.2	0.07	0.1	0.105	0	0.059	0	0	0.5	0.257	ACTCOM
Malerio blanco	0.8	0.179	0.6	0.192	0.2	0.203	0	0.059	0	0	1.6	0.633	ACTCOM
Malerio colorado	1.8	0.491	0.5	0.306	0.1	0.054	0	0	0	0	2.3	0.85	ACTCOM
Manchiche	0.3	0.045	0.1	0.024	0.1	0.046	0	0	0.1	0.103	0.4	0.218	ACTCOM
Santa maria	0.3	0.07	0.1	0.045	0.3	0.188	0.1	0.055	0.2	0.461	1	0.818	ACTCOM
Subtotal	5.4	1.074	2.9	1.07	1.3	0.907	0.5	0.48	0.8	1.556	10.9	5.085	
Total	9.5	2.061	5.8	2.472	2.7	1.9	0.9	0.881	1.4	2.596	20.4	9.91	

N = número de árboles/ha

V = volumen maderable en m<sup>3</sup>/ha

Cuadro 18 Distribución por clase diamétrica del número de árboles y área basal en metros cuadrados por ha, para las especies comerciales maderables y no maderables, encontradas en el inventario de La Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, Petén, 1996

Nombre común	Clases diamétricas en centímetros														Grupo comercial
	10-10.9		20-29.9		30-39.9		40-49.9		50-59.9		60+		Total		
	N	G	N	G	N	G	N	G	N	G	N	G	N	G	
Caoba	0.6	0.01	0.2	0.009	0.1	0.012	0.1	0.016	0.1	0.015	0.1	0.035	1.1	0.096	AAACOM
Cedro	0.5	0.011	0.8	0.037	0.4	0.041	0.3	0.048	0.3	0.057	0.2	0.066	2.4	0.26	AAACOM
Subtotal	1.1	0.021	0.9	0.046	0.5	0.053	0.4	0.063	0.3	0.072	0.3	0.101	3.6	0.356	
Chicozapote	4.6	0.085	4.8	0.239	3.8	0.351	1.9	0.294	0.9	0.206	0.5	0.178	16.5	1.352	AAANOM
Pimienta	1.8	0.025	0.4	0.021	0.1	0.009	0	0.006	0	0	0	0	2.4	0.061	AAANOM
Subtotal	6.4	0.11	5.3	0.259	3.9	0.36	2	0.3	0.9	0.206	0.5	0.178	19	1.413	
Amapola	1.8	0.033	2.2	0.102	1.9	0.178	1	0.157	0.6	0.151	0.7	0.312	8.2	0.934	ACTCOM
Canxan	0.0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001	ACTCOM
Cola de coche	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ACTCOM
Danto	0.0	0	0	0.002	0	0.003	0	0	0.1	0.015	0	0	0.1	0.02	ACTCOM
Jobillo	0.7	0.013	0.3	0.016	0.1	0.012	0.2	0.023	0.1	0.02	0	0	1.4	0.082	ACTCOM
Malerio blanco	0.7	0.012	0.8	0.039	0.8	0.076	0.4	0.06	0.1	0.028	0.1	0.024	2.9	0.239	ACTCOM
Malerio colorado	4.1	0.069	2.5	0.12	0.9	0.078	0.3	0.047	0	0	0	0	7.7	0.314	ACTCOM
Manchiche	0.5	0.009	0.3	0.018	0.1	0.005	0.1	0.023	0	0	0.1	0.027	1.1	0.082	ACTCOM
Santa maria	0.2	0.004	0.3	0.013	0.2	0.016	0.3	0.046	0.1	0.033	0.2	0.083	1.3	0.195	ACTCOM
Subtotal	8.0	0.14	6.4	0.31	4	0.368	2.3	0.357	1.1	0.247	1	0.446	22.8	1.867	
Total	16	0.271	2.6	0.615	8.4	0.781	4.7	0.719	2.3	0.524	1.8	0.725	45.3	3.636	

N = número de árboles/ha

G = área basal en m<sup>2</sup>/ha

Cuadro 19. Distribución por clase diamétrica del número de árboles y volumen en metros cúbicos por ha, para las especies de los grupos AAVED, POTCOM y SNVAL, encontradas en el inventario forestal de la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, Petén, 1996

Nombre común	Clases diamétricas (cm)												Grupo comercial
	25-34.9		35-44.9		45-55.9		55-59.9		60+		Total		
	N	V	N	V	N	V	N	V	N	V	N	V	
Granadillo	0.1	0.021	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.021	AAAVED
Hormigo	0.1	0.024	0.1	0.041	0.1	0.046	0.0	0.000	0.0	0.000	0.4	0.112	AAAVED
Subtotal	0.3	0.045	0.1	0.041	0.1	0.046	0.0	0.000	0.0	0.000	0.5	0.132	
Porcentajes %	0.3	0.100	0.1	0.100	0.1	0.100	0.0	0.000	0.0	0.000	0.5	0.300	
Aceituno	0.3	0.059	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.3	0.059	POTCOM
Amate	0.6	0.126	0.9	0.415	0.9	0.579	0.1	0.124	1.1	1.598	3.6	2.841	POTCOM
Catalox	0.0	0.000	0.1	0.043	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.043	POTCOM
Ceiba	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.135	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.135	POTCOM
Chacaj blanco	0.4	0.067	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.4	0.067	POTCOM
Chacaj colorado	0.9	0.193	0.3	0.124	0.1	0.076	0.1	0.070	0.0	0.000	1.4	0.464	POTCOM
Chechen negro	0.5	0.092	0.3	0.089	0.1	0.112	0.0	0.000	0.0	0.000	0.9	0.293	POTCOM
Gesmo	1.3	0.253	0.6	0.172	0.3	0.101	0.0	0.000	0.1	0.084	2.3	0.610	POTCOM
Jobo	3.8	0.941	4.4	1.952	1.0	0.724	0.1	0.103	0.0	0.000	9.3	3.720	POTCOM
Luin hembra	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.247	0.1	0.247	POTCOM
Manax	3.5	0.831	0.9	0.300	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	4.4	1.131	POTCOM
Mano de león	3.4	0.799	1.5	0.526	0.9	0.634	0.1	0.073	0.1	0.229	6.0	2.261	POTCOM
Naranjillo	1.5	0.354	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	1.5	0.354	POTCOM
Pasaque	0.6	0.139	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.6	0.139	POTCOM
Pasaque macho	0.0	0.000	0.1	0.047	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.047	POTCOM
Pij	0.1	0.025	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.025	POTCOM
Quina	0.1	0.021	0.1	0.061	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.3	0.082	POTCOM
Ramón colorado	0.4	0.072	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.4	0.072	POTCOM
Ramón oreja de mico	2.5	0.562	2.4	0.895	1.6	0.922	0.4	0.262	0.8	1.054	7.6	3.695	POTCOM
Roble	0.0	0.000	0.1	0.039	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.039	POTCOM
Sacuayum	0.5	0.107	0.3	0.091	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.8	0.198	POTCOM
Saltemuche	0.4	0.091	0.0	0.000	0.3	0.159	0.0	0.000	0.0	0.000	0.6	0.249	POTCOM
Sillón	3.1	0.745	1.3	0.565	0.8	0.583	0.1	0.146	0.5	0.955	5.8	2.994	POTCOM
Son	0.9	0.190	0.1	0.041	0.1	0.080	0.1	0.084	0.0	0.000	1.3	0.395	POTCOM
Yaxnik	0.9	0.168	0.6	0.207	0.6	0.371	0.1	0.183	0.1	0.127	2.4	1.056	POTCOM
Zapote mamey	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.126	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.126	POTCOM
Zapotillo hoja fina	4.8	1.159	1.5	0.548	0.1	0.059	0.0	0.000	0.0	0.000	6.4	1.766	POTCOM
Subtotal	30.3	6.993	15.4	6.115	7.0	4.661	1.3	1.046	2.9	4.294	56.8	23.109	
Porcentajes %	31.1	17.500	15.8	15.300	7.2	11.700	1.3	2.600	3.0	10.700	58.4	57.800	
Aceituno peludo	0.5	0.095	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.5	0.095	SNVAL
Bitze	0.1	0.027	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.027	SNVAL
Campac	0.1	0.023	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.023	SNVAL
Canisté	3.3	0.784	0.8	0.296	0.1	0.076	0.0	0.000	0.0	0.000	4.1	1.156	SNVAL
Chechen blanco	4.6	1.016	1.9	0.771	0.1	0.050	0.0	0.000	0.0	0.000	6.6	1.837	SNVAL
Chintoc blanco	0.3	0.052	0.3	0.071	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.5	0.122	SNVAL
Chununté	0.0	0.000	0.1	0.070	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.070	SNVAL
Chunup matapalo	0.1	0.028	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.028	SNVAL
Cojón de caballo	0.1	0.019	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.019	SNVAL
Coloc	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.111	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.111	SNVAL
Copal	0.3	0.066	0.1	0.049	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.4	0.115	SNVAL



Cuadro 19. Distribución por clase diamétrica del número de árboles y volumen en metros cúbicos por ha, para las especies de los grupos AAAVED, POTCOM y SNVAL, encontradas en el inventario forestal de la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, Petén, 1996

Nombre común	Clases diamétricas (cm)										Total		Grupo comercial
	25-34.9		35-44.9		45-55.9		55-59.9		60+				
	N	V	N	V	N	V	N	V	N	V	N	V	
Copo	0.1	0.026	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.026	SNVAL
Ec tit	0.3	0.056	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.3	0.056	SNVAL
Frente de toro	0.0	0.000	0.1	0.035	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.035	SNVAL
Guarumo	0.1	0.032	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.032	SNVAL
Guaya	0.4	0.101	0.1	0.046	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.5	0.147	SNVAL
Ixcajaguay	0.1	0.020	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.020	SNVAL
Jabín	0.4	0.072	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.4	0.072	SNVAL
Ok bac	0.1	0.039	0.3	0.084	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.4	0.122	SNVAL
Palo de diente	0.1	0.026	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.026	SNVAL
Papaturro blanco	0.0	0.000	0.1	0.035	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.035	SNVAL
Pochote	0.1	0.025	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.025	SNVAL
Quiczaín	0.3	0.041	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.3	0.041	SNVAL
Sacalanté	0.6	0.173	0.3	0.100	0.1	0.076	0.0	0.000	0.0	0.000	1.0	0.350	SNVAL
Sacuché	0.3	0.051	0.3	0.132	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.109	0.6	0.292	SNVAL
Sosní	0.1	0.023	0.3	0.103	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.4	0.126	SNVAL
Tempisque	0.3	0.090	0.1	0.045	0.1	0.087	0.0	0.000	0.1	0.195	0.6	0.416	SNVAL
Tzalam	0.4	0.087	0.5	0.158	0.3	0.105	0.0	0.000	0.0	0.000	1.1	0.350	SNVAL
Tzol	0.3	0.057	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.3	0.057	SNVAL
Yaxmogén	0.1	0.020	0.1	0.139	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.3	0.160	SNVAL
Subtotal	13.4	3.049	5.3	2.134	0.9	0.505	0.0	0.000	0.3	0.304	19.8	5.991	
Porcentajes %	13.8	7.600	5.4	5.300	0.9	1.300	0.0	0.000	0.3	0.800	20.3	15.000	
Total	52.6	12.199	26.3	11.036	11.9	8.140	2.3	2.060	4.3	6.526	97.3	39.960	
Porcentajes %	54.1	30.500	27.0	27.600	12.2	20.400	2.3	5.200	4.4	16.300	100.0	100.00	

N = número de árboles por ha

V = volumen en m<sup>3</sup>/ha

Cuadro 20. Distribución por clase diamétrica del número de árboles y área basal en metros cuadrados por ha, para las especies de los grupos AAAVED, PALMA, POTCOM y SNVAL, encontradas en el inventario forestal de la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, Petén, 1996

Nombre común	Clases diamétricas (cm)														Grupo comercial
	10-19.9		20-29.9		30-39.9		40-49.9		50-59.9		60+		Total		
	N	G	N	G	N	G	N	G	N	G	N	G	N	G	
Granadillo	0.0	0.000	0.1	0.007	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.007	AAAVED
Hormigo	0.5	0.008	0.3	0.013	0.1	0.013	0.1	0.020	0.0	0.000	0.0	0.000	1.0	0.055	AAAVED
Subtotal	0.5	0.008	0.4	0.020	0.1	0.013	0.1	0.020	0.0	0.000	0.0	0.000	1.1	0.062	
Porcentajes %	0.1	0.000	0.1	0.100	0.0	0.100	0.0	0.100	0.0	0.000	0.0	0.000	0.2	0.200	
Botán	11.0	0.263	4.1	0.148	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	15.1	0.411	PALMA
Subtotal	11.0	0.263	4.1	0.148	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	15.1	0.411	
Porcentajes %	2.0	1.000	0.8	0.600	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	2.8	1.600	
Aceituno	6.4	0.105	1.6	0.067	0.4	0.033	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	8.4	0.205	POTCOM
Amate	1.0	0.018	1.5	0.068	0.9	0.079	1.1	0.173	0.8	0.158	1.1	0.397	6.4	0.894	POTCOM
Catalox	0.1	0.001	0.6	0.026	0.1	0.014	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.9	0.041	POTCOM
Cedrillo hoja fina	1.0	0.016	0.0	0.000	0.1	0.009	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	1.1	0.024	POTCOM
Ceiba	0.1	0.003	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.3	0.055	0.0	0.000	0.4	0.058	POTCOM
Chacaj blanco	6.3	0.101	1.5	0.070	0.3	0.020	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	8.0	0.191	POTCOM
Chacaj colorado	5.1	0.097	2.6	0.126	0.8	0.063	0.1	0.016	0.3	0.059	0.0	0.000	8.9	0.362	POTCOM
Chechén negro	7.6	0.130	3.3	0.150	0.3	0.029	0.0	0.000	0.1	0.027	0.0	0.000	11.3	0.337	POTCOM
Gesmo	2.8	0.060	3.5	0.176	1.6	0.151	0.6	0.102	0.0	0.000	0.1	0.040	8.6	0.528	POTCOM
Jobo	5.0	0.094	6.4	0.310	4.4	0.442	2.5	0.369	0.5	0.111	0.0	0.000	18.8	1.326	POTCOM
Luin hembra	0.3	0.006	0.1	0.005	0.0	0.000	0.1	0.018	0.0	0.000	0.1	0.053	0.6	0.083	POTCOM
Manax	22.3	0.367	7.9	0.351	2.8	0.240	0.4	0.052	0.0	0.000	0.0	0.000	33.3	1.010	POTCOM
Mano de león	11.3	0.194	9.0	0.421	4.3	0.395	1.5	0.242	1.4	0.309	0.4	0.118	27.8	1.680	POTCOM
Mora	0.1	0.001	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.001	POTCOM
Naranjillo	3.9	0.063	2.9	0.126	0.9	0.070	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	7.6	0.259	POTCOM
Pasaque	2.5	0.046	1.0	0.047	0.4	0.030	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	3.9	0.123	POTCOM
Pasaque macho	1.5	0.031	0.3	0.012	0.1	0.012	0.1	0.023	0.0	0.000	0.0	0.000	2.0	0.077	POTCOM
Pij	0.4	0.007	0.3	0.012	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.6	0.019	POTCOM
Quina	4.5	0.081	1.3	0.051	0.1	0.014	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	5.9	0.146	POTCOM
Ramón blanco	0.3	0.004	0.1	0.004	0.1	0.011	0.0	0.000	0.1	0.025	0.0	0.000	0.6	0.044	POTCOM
Ramón colorado	0.6	0.008	0.1	0.007	0.3	0.019	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	1.0	0.035	POTCOM
Ramón oreja de mico	6.4	0.110	5.3	0.257	5.0	0.488	4.3	0.648	1.4	0.307	1.1	0.441	23.4	2.251	POTCOM
Roble	2.5	0.042	0.3	0.010	0.1	0.009	0.1	0.016	0.1	0.025	0.1	0.047	3.3	0.150	POTCOM
Sacuyum	3.5	0.066	1.1	0.047	0.8	0.068	0.1	0.018	0.0	0.000	0.0	0.000	5.5	0.200	POTCOM
Saltemuche	0.1	0.003	0.5	0.023	0.3	0.020	0.3	0.044	0.0	0.000	0.0	0.000	1.1	0.090	POTCOM
Silión	6.4	0.108	4.1	0.208	2.3	0.209	1.3	0.192	0.6	0.136	0.5	0.185	15.1	1.039	POTCOM
Son	8.1	0.115	3.6	0.179	1.0	0.100	1.0	0.163	0.1	0.030	0.0	0.000	13.9	0.586	POTCOM
Testap	1.9	0.023	0.1	0.009	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	2.0	0.032	POTCOM
Yaxnik	6.4	0.122	5.9	0.272	1.4	0.130	1.4	0.225	0.8	0.174	0.4	0.123	16.1	1.047	POTCOM
Zapote mamey	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.3	0.044	0.0	0.000	0.0	0.000	0.3	0.044	POTCOM
Zapotillo hoja fina	34.6	0.562	13.5	0.635	4.3	0.381	1.1	0.157	0.3	0.056	0.0	0.000	53.8	1.792	POTCOM
Subtotal	152.8	2.587	78.3	3.671	32.6	3.039	16.3	2.502	6.6	1.471	3.9	1.405	290.4	14.674	
Porcentajes %	28.2	10.100	14.4	14.400	6.0	11.900	3.0	9.800	1.2	5.800	0.7	5.500	53.6	57.400	
Aceituno peludo	0.6	0.009	0.6	0.035	0.4	0.033	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	1.6	0.077	SNVAL
Achiotillo	1.9	0.026	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	1.9	0.026	SNVAL
Anona de montaña	5.3	0.083	0.5	0.020	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	5.8	0.103	SNVAL
Avalo	0.3	0.005	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.3	0.005	SNVAL
Baquelac	2.5	0.036	0.3	0.014	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	2.8	0.049	SNVAL
Baquelmán	0.3	0.003	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.3	0.003	SNVAL
Bitze	0.0	0.000	0.1	0.008	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.008	SNVAL
Bolunché	0.1	0.003	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.003	SNVAL
Campac	1.0	0.022	0.3	0.014	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	1.3	0.036	SNVAL
Canisté	11.8	0.203	5.8	0.283	2.6	0.230	1.3	0.188	0.3	0.054	0.0	0.000	21.6	0.958	SNVAL
Canmidol	0.1	0.001	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.001	SNVAL
Canté	0.9	0.014	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.9	0.014	SNVAL
Ceibillo	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.012	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.012	SNVAL
Chaltecoc	0.0	0.000	0.1	0.005	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.005	SNVAL

Cuadro 20. Distribución por clase diamétrica del número de árboles y área basal en metros cuadrados por ha, para las especies de los grupos AAIVED, PALMA, POTCOM y SNVAL, encontradas en el inventario forestal de la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, Petén, 1996

Nombre común	Clases diamétricas (cm)														Grupo comercial
	10-19.9		20-29.9		30-39.9		40-49.9		50-59.9		60+		Total		
	N	G	N	G	N	G	N	G	N	G	N	G	N	G	
Chechén blanco	12.4	0.226	9.1	0.425	4.0	0.370	1.1	0.162	0.0	0.000	0.0	0.000	26.6	1.182	SNVAL
Chile chichalaca	1.3	0.021	0.1	0.006	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	1.4	0.027	SNVAL
Chile malache	3.6	0.049	0.4	0.017	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	4.0	0.066	SNVAL
Chilonché	0.6	0.012	0.1	0.004	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.8	0.016	SNVAL
Chintoc blanco	3.6	0.065	1.1	0.047	0.8	0.065	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	5.5	0.177	SNVAL
Chintoc negro	0.5	0.005	0.1	0.006	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.6	0.011	SNVAL
Chique	0.4	0.006	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.4	0.006	SNVAL
Chonté	3.0	0.043	0.6	0.026	0.1	0.009	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	3.8	0.078	SNVAL
Chununté	0.0	0.000	0.1	0.005	0.0	0.000	0.1	0.016	0.0	0.000	0.0	0.000	0.3	0.021	SNVAL
Chunup matapalo	0.4	0.006	0.3	0.012	0.3	0.025	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.9	0.042	SNVAL
Cojón de caballo	3.4	0.066	0.9	0.037	0.5	0.043	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	4.8	0.145	SNVAL
Coloc	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.019	0.1	0.027	0.1	0.055	0.4	0.101	SNVAL
Copal	7.4	0.119	1.8	0.081	0.3	0.021	0.1	0.016	0.0	0.000	0.0	0.000	9.5	0.238	SNVAL
Copo	0.4	0.005	0.3	0.010	0.1	0.010	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.8	0.025	SNVAL
Cortez	0.1	0.002	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.002	SNVAL
Desconocido 1	0.3	0.006	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.3	0.006	SNVAL
Desconocido 2	0.1	0.003	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.003	SNVAL
Desconocido 3	0.1	0.003	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.003	SNVAL
Ec tit	0.9	0.014	0.4	0.020	0.1	0.010	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	1.4	0.044	SNVAL
Frente de toro	0.0	0.000	0.0	0.000	0.3	0.027	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.3	0.027	SNVAL
Guarumo	2.8	0.043	0.1	0.007	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	2.9	0.049	SNVAL
Guaya	0.5	0.010	0.4	0.016	0.4	0.035	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	1.3	0.060	SNVAL
Huatop	0.5	0.006	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.5	0.006	SNVAL
Hule	0.1	0.003	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.003	SNVAL
Ixcajaguay	1.8	0.029	1.3	0.060	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	3.0	0.089	SNVAL
Jabín	1.0	0.013	0.6	0.037	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	1.6	0.050	SNVAL
Luin	0.1	0.002	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.002	SNVAL
Molinillo	0.1	0.004	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.004	SNVAL
Ok bac	0.1	0.002	0.0	0.000	0.4	0.037	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.5	0.039	SNVAL
Palo de diente	1.1	0.016	0.4	0.014	0.1	0.010	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	1.6	0.039	SNVAL
Palo de hueso	0.9	0.014	0.1	0.004	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	1.0	0.018	SNVAL
Papaturrito	0.9	0.014	0.0	0.000	0.4	0.033	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	1.3	0.048	SNVAL
Papaturro	0.0	0.000	0.1	0.005	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.005	SNVAL
Papaturro blanco	0.9	0.019	0.3	0.011	0.3	0.026	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	1.4	0.056	SNVAL
Pixoy	0.1	0.003	0.3	0.010	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.4	0.013	SNVAL
Pochote	0.0	0.000	0.3	0.014	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.3	0.014	SNVAL
Pucxiquil	0.1	0.003	0.1	0.004	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.3	0.008	SNVAL
Quiczaín	3.5	0.059	0.9	0.038	0.1	0.011	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	4.5	0.109	SNVAL
Sacalanté	0.5	0.012	0.9	0.041	0.6	0.058	0.4	0.054	0.1	0.027	0.0	0.000	2.5	0.192	SNVAL
Sacpaj	0.4	0.007	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.4	0.007	SNVAL
Sacuché	4.9	0.081	0.9	0.039	0.1	0.014	0.1	0.018	0.0	0.000	0.1	0.040	6.1	0.192	SNVAL
Sapamuché	0.1	0.001	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.001	SNVAL
Siquiyá	0.5	0.005	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.5	0.005	SNVAL
Sosní	2.9	0.042	0.9	0.040	0.4	0.036	0.3	0.034	0.0	0.000	0.0	0.000	4.4	0.152	SNVAL
Sosní aguacatillo	0.3	0.003	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.3	0.003	SNVAL
Subín colorado	8.8	0.141	0.4	0.015	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	9.1	0.156	SNVAL
Tamay	2.3	0.036	0.8	0.029	0.1	0.014	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	3.1	0.079	SNVAL
Tempisque	1.3	0.022	0.5	0.024	0.8	0.062	0.1	0.020	0.1	0.025	0.1	0.041	2.9	0.194	SNVAL
Ternera	0.1	0.001	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.001	SNVAL
Tinto blanco	0.1	0.002	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.002	SNVAL
Tzalam	2.3	0.034	1.6	0.071	0.6	0.057	0.6	0.095	0.3	0.052	0.0	0.000	5.4	0.308	SNVAL
Tzol	6.9	0.131	3.1	0.146	1.6	0.149	0.0	0.000	0.1	0.030	0.0	0.000	11.8	0.456	SNVAL
Tzúnzula	0.1	0.001	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.001	SNVAL
Xcanlol	0.1	0.002	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.1	0.002	SNVAL

Cuadro 20 Distribución por clase diamétrica del número de árboles y área basal en metros cuadrados por ha, para las especies de los grupos AAVED, PALMA, POTCOM y SIVAL, encontradas en el inventario forestal de la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, Petén, 1996

Nombre común	Clases diamétricas (cm)														Grupo comercial
	10-19.9		20-29.9		30-39.9		40-49.9		50-59.9		60+		Total		
	N	G	N	G	N	G	N	G	N	G	N	G	N	G	
Yaxmogén	0.3	0.004	0.1	0.007	0.0	0.000	0.1	0.017	0.0	0.000	0.0	0.000	0.5	0.028	SIVAL
Yaxochoc	5.6	0.086	0.3	0.008	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	5.9	0.094	SIVAL
Yaya	0.8	0.010	0.4	0.016	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	1.1	0.025	SIVAL
Subtotal	115.5	1.917	37.4	1.729	15.4	1.396	4.4	0.640	1.0	0.215	0.4	0.136	174.0	6.033	
Porcentajes %	21.3	7.500	6.9	6.800	2.8	5.500	0.8	2.500	0.2	0.800	0.1	0.500	32.1	23.600	
Total	306.1	5.220	134.6	6.268	57.0	5.257	26.6	4.054	11.3	2.497	6.1	2.282	541.8	25.577	
Porcentajes %	56.5	20.407	24.9	24.500	10.5	20.600	4.9	15.800	2.1	9.800	1.1	0.500	100.0	100.00	

N = número de árboles por ha

G = área basal m<sup>2</sup> por ha

**ANEXO 5**

Cuadro 21. Análisis de los costos de la realización del inventario forestal en la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, para el escenario donde se muestrea únicamente para estimar el volumen de las especies arbóreas

Costos variables	Cantidad	Unidad	Valor/un	Total			
<b>a. Ubicación de las unidades de muestreo con GPS</b>							
traslado							
combustible diessel	15.27	litro	2.29	34.90			
mano de obra	2.00	jornal	100.00	200.00			
subtotal				234.90			
<b>b. Aperturas de brechas de ingreso a puntos iniciales de unidades de muestreo</b>							
mano de obra							
alineador	25.24	jornal	35.00	883.40			
brecheros	25.24	jornal	25.00	631.00			
materiales							
marcadores indelebles	34.00	c/u	3.00	102.00			
cinta plástica para señales	17.00	rollo	6.00	102.00			
pintura en spray	4.00	bote	32.00	128.00			
traslado							
combustible diessel	50.94	litro	2.29	116.65			
subtotal				1963.05			
<b>c. Trazo de parcelas y medición de individuos</b>							
mano de obra							
técnico	4.87	jornal	100.00	487.00			
baquiano	4.87	jornal	50.00	243.50			
alineador	4.87	jornal	35.00	170.45			
brecheros	4.87	jornal	25.00	121.75			
materiales							
lápices	7.00	c/u	1.30	9.10			
formularios	864.00	hojas	0.50	432.00			
marcadores indelebles	16.00	c/u	3.00	48.00			
cinta plástica de colores	8.00	rollo	6.00	48.00			
traslado							
combustible diessel	30.56	litro	2.29	69.98			
aceite para vehículo	4.00	litro	16.50	66.00			
subtotal				1695.78			
<b>d. ingreso de la información a archivos electrónicos</b>							
ingreso y corrección	5339.00	registro	0.30	1601.70			
subtotal				1601.70			
<b>Costos fijos</b>							
Costos fijos	Cantidad	Unidad	Valor/un	Total	Vida útil (día)	Período	Depreci
<b>a. Ubicación de las unidades de muestreo con GPS</b>							
traslado							
vehículo	1.00	c/u	96000.00	96000.00	1825.00	1.00	52.60
alquileres							
GPS	1.00	día	150.00	150.00			
estación base	1.00	día	150.00	150.00			
corrección coordenadas	1.00	acceso	50.00	50.00			
subtotal							402.60

Costos en quetzales. Tasa de cambio = Q6.00 por US\$1.00  
1 jornal = 8 horas de trabajo efectivo

Cuadro 21. Análisis de los costos de la realización del inventario forestal en la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, para el escenario donde se muestrea únicamente para estimar el volumen de las especies arbóreas

Costos fijos	Cantidad	Unidad	Valor/un	Total	Vida útil (día)	Período	Depreci
<i>b. Aperturas de brechas de ingreso a puntos iniciales de unidades de muestreo</i>							
alquiler de equipo							
brújula	22.00	día	5.00	110.00			
clinómetro	22.00	día	5.00	110.00			
cinta métrica	22.00	día	5.00	110.00			
traslado							
vehículo	1.00	c/u	96000.00	96000.00	1825.00	22.00	1157.26
subtotal							1487.26
<i>c. Trazo de parcelas y medición de individuos</i>							
alquiler de equipo							
brújula	16.00	día	5.00	80.00			
clinómetro	16.00	día	5.00	80.00			
cinta métrica	16.00	día	5.00	80.00			
cinta diamétrica	16.00	día	5.00	80.00			
hipsómetro	16.00	día	5.00	80.00			
traslado							
vehículo	1.00	c/u	96000.00	96000.00	1825.00	16.00	841.64
subtotal							1241.64
<i>d. Mapas de ubicación de las parcelas</i>							
mapa de uso actual	1.00	c/u	150.00	150.00			
impresión imagen de satélite	1.00	c/u	150.00	150.00			
subtotal				300.00			
<b>Total</b>							<b>8926.94</b>

Costos en quetzales Tasa de cambio = Q6.00 por US\$1.00  
1 jornal = 8 horas de trabajo efectivo

Cuadro 22. Análisis de los costos de la realización del inventario forestal en la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, para el escenario donde se realiza únicamente el muestreo diagnóstico

Costos variables	Cantidad	Unidad	Valor/un	Total			
<b>a. Ubicación de las unidades de muestreo con GPS</b>							
traslado							
combustible diessel	15.27	litro	2.29	34.97			
mano de obra	2.00	jornal	100.00	200.00			
subtotal				234.97			
<b>b. Aperturas de brechas de ingreso a puntos iniciales de unidades de muestreo</b>							
mano de obra							
alineador	16.27	jornal	35.00	569.45			
brecheros	16.27	jornal	25.00	406.75			
materiales							
marcadores indelebles	22.00	c/u	3.00	66.00			
cinta plástica para señales	11.00	rollo	6.00	66.00			
pintura en spray	4.00	bote	32.00	128.00			
traslado							
combustible diessel	34.98	litro	2.29	80.10			
subtotal				1316.30			
<b>c. Trazo de parcelas y medición de individuos</b>							
mano de obra							
técnico	7.45	jornal	100.00	745.00			
baquiano	7.45	jornal	50.00	372.50			
alineador	7.45	jornal	35.00	260.75			
brecheros	7.45	jornal	25.00	186.25			
materiales							
lápices	7.00	c/u	1.30	9.10			
formularios	160.00	hojas	0.50	80.00			
marcadores indelebles	16.00	c/u	3.00	48.00			
cinta plástica de colores	8.00	rollo	6.00	48.00			
traslado							
combustible diessel	30.57	litro	2.29	70.01			
aceite para vehículo	4.00	litro	16.50	66.00			
subtotal				1885.61			
<b>d. Ingreso de la información a archivos electrónicos</b>							
ingreso y corrección	1772.00	registro	0.30	531.60			
subtotal				531.60			
<b>Costos fijos</b>							
Costos fijos	Cantidad	Unidad	Valor/un	Total	Vida útil (día)	Período	Depreci
<b>a. Ubicación de las unidades de muestreo con GPS</b>							
traslado							
vehículo	1.00	c/u	96000.00	96000.00	1825.00	1 00	52 60
alquileres							
GPS	1.00	día	150.00	150.00			
estación base	1.00	día	150.00	150.00			
corrección coordenadas	1.00	acceso	50.00	50.00			
subtotal							402.60

Costos en quetzales. Tasa de cambio = Q6.00 por US\$1.00  
1 jornal = 8 horas de trabajo efectivo



Cuadro 22. Análisis de los costos de la realización del inventario forestal en la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, para el escenario donde se realiza únicamente el muestreo diagnóstico

Costos fijos	Cantidad	Unidad	Valor/un	Total	Vida útil (día)	Periodo	Depreci
<i>b. Aperturas de brechas de ingreso a puntos iniciales de unidades de muestreo</i>							
alquiler de equipo							
brújula	21.00	día	5.00	105.00			
clinómetro	21.00	día	5.00	105.00			
cinta métrica	21.00	día	5.00	105.00			
traslado							
vehículo	1.00	c/u	96000.00	96000.00	1825.00	21.00	1104.66
subtotal							1419.66
<i>c. Trazo de parcelas y medición de individuos</i>							
alquiler de equipo							
brújula	16.00	día	5.00	80.00			
clinómetro	16.00	día	5.00	80.00			
cinta métrica	16.00	día	5.00	80.00			
cinta diamétrica	16.00	día	5.00	80.00			
hipsómetro	16.00	día	5.00	80.00			
traslado							
vehículo	1.00	c/u	96000.00	96000.00	1825.00	16.00	841.64
subtotal							1241.64
<i>d. Mapas de ubicación de las parcelas</i>							
mapa de uso actual	1.00	c/u	150.00	150.00			
impresión imagen de satélite	1.00	c/u	150.00	150.00			
subtotal							300.00
<b>Total</b>							<b>7332.38</b>

Costos en quetzales. Tasa de cambio = Q6.00 por US\$1.00  
1 jornal = 8 horas de trabajo efectivo

Cuadro 23. Análisis de los costos de la realización del inventario forestal en la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, para el escenario donde se muestrea únicamente para estimar los productos no maderables xate y bayal

Costos variables	Cantidad	Unidad	Valor/un	Total		
<b>a. Ubicación de las unidades de muestreo con GPS</b>						
traslado						
combustible diessel	15.27	litro	2.29	34.97		
mano de obra	2.00	jornal	100.00	200.00		
subtotal				234.97		
<b>b. Aperturas de brechas de ingreso a puntos iniciales de unidades de muestreo</b>						
mano de obra						
alineador	19.52	jornal	35.00	683.20		
brecheros	19.52	jornal	25.00	488.00		
materiales						
marcadores indelebles	26.00	c/u	3.00	78.00		
cinta plástica para señales	13.00	rollo	6.00	78.00		
pintura en spray	6.00	bote	32.00	192.00		
traslado						
combustible diessel	44.90	litro	2.29	102.82		
subtotal				1622.02		
<b>c. Trazo de parcelas y medición de individuos</b>						
mano de obra						
técnico	10.98	jornal	100.00	1098.00		
baquiano	10.98	jornal	50.00	549.00		
alineador	10.98	jornal	35.00	384.30		
brecheros	10.98	jornal	25.00	274.50		
materiales						
lápices	10.00	c/u	1.30	13.00		
formularios	564.00	hojas	0.50	282.00		
marcadores indelebles	24.00	c/u	3.00	72.00		
cinta plástica de colores	12.00	rollo	6.00	72.00		
traslado						
combustible diessel	38.83	litro	2.29	88.92		
aceite para vehículo	4.00	litro	16.50	66.00		
subtotal				2899.72		
<b>d. Ingreso de la información a archivos electrónicos</b>						
ingreso y corrección	3262.00	registro	0.30	978.60		
subtotal				978.60		
<b>Costos fijos</b>						
Costos fijos	Cantidad	Unidad	Valor/un	Total	Vida útil (día)	Período Depreci
<b>a. Ubicación de las unidades de muestreo con GPS</b>						
traslado						
vehículo	1.00	c/u	96000.00	96000.00	1825.00	1.00 52.60
alquileres						
GPS	1.00	día	150.00	150.00		
estación base	1.00	día	150.00	150.00		
corrección coordenadas	1.00	acceso	50.00	50.00		
subtotal						402.60

Costos en quetzales. Tasa de cambio = Q6.00 por US\$1.00  
1 jornal = 8 horas de trabajo efectivo

Cuadro 23. Análisis de los costos de la realización del inventario forestal en la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, para el escenario donde se muestrea únicamente para estimar los productos no maderables xate y bayal

Costos fijos	Cantidad	Unidad	Valor/un	Total	Vida útil (día)	Período	Depreci
<i>b. Aperturas de brechas de ingreso a puntos iniciales de unidades de muestreo</i>							
alquiler de equipo							
brújula	27.00	día	5.00	135.00			
clinómetro	27.00	día	5.00	135.00			
cinta métrica	27.00	día	5.00	135.00			
traslado							
vehículo	1.00	c/u	96000.00	96000.00	1825.00	27.00	1420.27
subtotal							1825.27
<i>c. Trazo de parcelas y medición de individuos</i>							
alquiler de equipo							
brújula	24.00	día	5.00	120.00			
clinómetro	24.00	día	5.00	120.00			
cinta métrica	24.00	día	5.00	120.00			
traslado							
vehículo	1.00	c/u	96000.00	96000.00	1825.00	24.00	1262.47
subtotal							1622.47
<i>d. Mapas de ubicación de las parcelas</i>							
mapa de uso actual	1.00	c/u	150.00	150.00			
impresión imagen de satélite	1.00	c/u	150.00	150.00			
subtotal							300.00
<b>Total</b>							<b>9885.65</b>

Costos en quetzales. Tasa de cambio = Q6.00 por US\$1.00  
1 jornal = 8 horas de trabajo efectivo

Cuadro 24. Análisis de los costos de la realización del inventario forestal en la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, para el escenario donde se muestrea para estimar el volumen de las especies arbóreas y los productos no maderables xate y bayal

Costos variables	Cantidad	Unidad	Valor/un	Total			
<b>a. Ubicación de las unidades de muestreo con GPS</b>							
traslado							
combustible diessel	15.27	litro	2.29	34.97			
mano de obra	2.00	jornal	100.00	200.00			
subtotal				234.97			
<b>b. Aperturas de brechas de ingreso a puntos iniciales de unidades de muestreo</b>							
mano de obra							
alineador	19.52	jornal	35.00	683.20			
brecheros	19.52	jornal	25.00	488.00			
materiales							
marcadores indelebles	26.00	c/u	3.00	78.00			
cinta plástica para señales	13.00	rollo	6.00	78.00			
pintura en spray	6.00	bote	32.00	192.00			
traslado							
combustible diessel	44.90	litro	2.29	102.82			
subtotal				1622.02			
<b>c. Trazo de parcelas y medición de individuos</b>							
mano de obra							
técnico	15.48	jornal	100.00	1548.00			
baquiano	15.48	jornal	50.00	774.00			
alineador	15.48	jornal	35.00	541.80			
brecheros	15.48	jornal	25.00	387.00			
materiales							
lápices	10.00	c/u	1.30	13.00			
formularios	1364.00	hojas	0.50	682.00			
marcadores indelebles	24.00	c/u	3.00	72.00			
cinta plástica de colores	12.00	rollo	6.00	72.00			
traslado							
combustible diessel	38.83	litro	2.29	88.92			
aceite para vehículo	4.00	litro	16.50	66.00			
subtotal				4244.72			
<b>d. ingreso de la información a archivos electrónicos</b>							
ingreso y corrección	8601.00	registro	0.30	2580.30			
subtotal				2580.30			
<b>Costos fijos</b>							
<b>a. Ubicación de las unidades de muestreo con GPS</b>							
traslado							
vehículo	1.00	c/u	96000.00	96000.00	1825.00	1.00	52.60
alquileres							
GPS	1.00	día	150.00	150.00			
estación base	1.00	día	150.00	150.00			
corrección coordenadas	1.00	acceso	50.00	50.00			
subtotal							402.60

Costos en quetzales. Tasa de cambio = Q6.00 por US\$1.00

1 jornal = 8 horas de trabajo efectivo

Cuadro 24. Análisis de los costos de la realización del inventario forestal en la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, para el escenario donde se muestrea para estimar el volumen de las especies arbóreas y los productos no maderables xate y bayal

Costos fijos	Cantidad	Unidad	Valor/un	Total	Vida útil (día)	Periodo	Depreci
<i>b. Aperturas de brechas de ingreso a puntos iniciales de unidades de muestreo</i>							
alquiler de equipo							
brújula	27.00	día	5.00	135.00			
clinómetro	27.00	día	5.00	135.00			
cinta métrica	27.00	día	5.00	135.00			
traslado							
vehículo	1.00	c/u	96000.00	96000.00	1825.00	27.00	1420.27
subtotal							1825.27
<i>c. Trazo de parcelas y medición de individuos</i>							
alquiler de equipo							
brújula	24.00	día	5.00	120.00			
clinómetro	24.00	día	5.00	120.00			
cinta métrica	24.00	día	5.00	120.00			
cinta diamétrica	24.00	día	5.00	120.00			
hipsómetro	24.00	día	5.00	120.00			
traslado							
vehículo	1.00	c/u	96000.00	96000.00	1825.00	24.00	1262.47
subtotal							1862.47
<i>d. Mapas de ubicación de las parcelas</i>							
mapa de uso actual	1.00	c/u	150.00	150.00			
impresión imagen de satélite	1.00	c/u	150.00	150.00			
subtotal							300.00
<b>Total</b>							<b>13072.35</b>

Costos en quetzales. Tasa de cambio = Q6.00 por US\$1.00

1 jornal = 8 horas de trabajo efectivo

Cuadro 25. Análisis de los costos de la realización del inventario forestal en la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, para el escenario donde se muestrea para estimar el volumen de las especies arbóreas, y se realiza el muestreo diagnóstico

Costos variables	Cantidad	Unidad	Valor/un	Total			
<b>a. Ubicación de las unidades de muestreo con GPS</b>							
traslado							
combustible diessel	15.27	litro	2.29	34.97			
mano de obra	2.00	jornal	100.00	200.00			
subtotal				234.97			
<b>b. Aperturas de brechas de ingreso a puntos iniciales de unidades de muestreo</b>							
mano de obra							
alineador	15.13	jornal	35.00	529.55			
brecheros	15.13	jornal	25.00	378.25			
materiales							
marcadores indelebles	20.00	c/u	3.00	60.00			
cinta plástica para señales	10.00	rollo	6.00	60.00			
pintura en spray	8.00	bote	32.00	256.00			
traslado							
combustible diessel	34.65	litro	2.29	79.35			
subtotal				1363.15			
<b>c. Trazo de parcelas y medición de individuos</b>							
mano de obra							
técnico	12.33	jornal	100.00	1233.00			
baquiano	12.33	jornal	50.00	616.50			
alineador	12.33	jornal	35.00	431.55			
brecheros	12.33	jornal	25.00	308.25			
materiales							
lápices	13.00	c/u	1.30	16.90			
formularios	1024.00	hojas	0.50	512.00			
marcadores indelebles	32.00	c/u	3.00	96.00			
cinta plástica de colores	16.00	rollo	6.00	96.00			
traslado							
combustible diessel	47.79	litro	2.29	109.44			
aceite para vehículo	4.00	litro	16.50	66.00			
subtotal				3485.64			
<b>d. ingreso de la información a archivos electrónicos</b>							
ingreso y corrección	7111.00	registro	0.30	2133.30			
subtotal				2133.30			
<b>Costos fijos</b>							
Costos fijos	Cantidad	Unidad	Valor/un	Total	Vida útil (día)	Período	Depreci
<b>a. Ubicación de las unidades de muestreo con GPS</b>							
traslado							
vehículo	1.00	c/u	96000.00	96000.00	1825.00	1.00	52.60
alquileres							
GPS	1.00	día	150.00	150.00			
estación base	1.00	día	150.00	150.00			
corrección coordenadas	1.00	acceso	50.00	50.00			
subtotal							402.60

Costos en quetzales. Tasa de cambio = Q6.00 por US\$1.00  
1 jornal = 8 horas de trabajo efectivo

## Continuación

Cuadro 25. Análisis de los costos de la realización del inventario forestal en la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, para el escenario donde se muestrea para estimar el volumen de las especies arbóreas, y se realiza el muestreo diagnóstico

Costos fijos	Cantidad	Unidad	Valor/un	Total	Vida útil (día)	Periodo	Depreci
<i>b. Aperturas de brechas de ingreso a puntos iniciales de unidades de muestreo</i>							
alquiler de equipo							
brújula	21.00	día	5.00	105.00			
clinómetro	21.00	día	5.00	105.00			
cinta métrica	21.00	día	5.00	105.00			
traslado							
vehículo	1.00	c/u	960000.00	96000.00	1825.00	21.00	1104.66
subtotal							1419.66
<i>c. Trazo de parcelas y medición de individuos</i>							
alquiler de equipo							
brújula	32.00	día	5.00	160.00			
clinómetro	32.00	día	5.00	160.00			
cinta métrica	32.00	día	5.00	160.00			
cinta diamétrica	32.00	día	5.00	160.00			
hipsómetro	32.00	día	5.00	160.00			
traslado							
vehículo	1.00	c/u	96000.00	96000.00	1825.00	32.00	1683.29
subtotal							2483.29
<i>d. Mapas de ubicación de las parcelas</i>							
mapa de uso actual	1.00	c/u	150.00	150.00			
impresión imagen de satélite	1.00	c/u	150.00	150.00			
subtotal				300.00			
<b>Total</b>							<b>11822.60</b>

Costos en quetzales. Tasa de cambio = Q6.00 por US\$1.00  
1 jornal = 8 horas de trabajo efectivo

Cuadro 26. Análisis de los costos de la realización del inventario forestal en la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, para el escenario donde se muestrea para estimar el volumen de las especies arbóreas, los productos no maderables xate y bayal, y se realiza el muestreo diagnóstico

Costos variables	Cantidad	Unidad	Valor/un	Total			
<b>a. Ubicación de las unidades de muestreo con GPS</b>							
traslado							
combustible diessel	15.27	litro	2.29	34.97			
mano de obra	2.00	jornal	100.00	200.00			
subtotal				234.97			
<b>b. Aperturas de brechas de ingreso a puntos iniciales de unidades de muestreo</b>							
mano de obra							
alineador	9.41	jornal	35.00	329.35			
brecheros	9.41	jornal	25.00	235.25			
materiales							
marcadores indelebles	13.00	c/u	3.00	39.00			
cinta plástica para señales	7.00	rollo	6.00	42.00			
pintura en spray	14.00	bote	32.00	448.00			
traslado							
combustible diessel	26.39	litro	2.29	60.43			
subtotal				1154.03			
<b>c. Trazo de parcelas y medición de individuos</b>							
mano de obra							
técnico	20.34	jornal	100.00	2034.00			
baquiano	20.34	jornal	50.00	1017.00			
alineador	20.34	jornal	35.00	711.90			
brecheros	20.34	jornal	25.00	508.50			
materiales							
lápices	23.00	c/u	1.30	29.90			
formularios	1524.00	hojas	0.50	762.00			
marcadores indelebles	56.00	c/u	3.00	168.00			
cinta plástica de colores	28.00	rollo	6.00	168.00			
traslado							
combustible diessel	58.61	litro	2.29	134.22			
aceite para vehículo	4.00	litro	16.50	66.00			
subtotal				5599.52			
<b>d. ingreso de la información a archivos electrónicos</b>							
ingreso y corrección	10373.00	registro	0.30	3111.90			
subtotal				3111.90			
<b>Costos fijos</b>							
Costos fijos	Cantidad	Unidad	Valor/un	Total	Vida útil (día)	Período	Depreci
<b>a. Ubicación de las unidades de muestreo con GPS</b>							
traslado							
vehículo	1.00	c/u	96000.00	96000.00	1825.00	1.00	52.60
alquileres							
GPS	1.00	día	150.00	150.00			
estación base	1.00	día	150.00	150.00			
corrección coordenadas	1.00	acceso	50.00	50.00			
subtotal							402.60

Costos en quetzales. Tasa de cambio = Q6.00 por US\$1.00  
1 jornal = 8 horas de trabajo efectivo



Cuadro 26. Análisis de los costos de la realización del inventario forestal en la Unidad de Manejo de San Miguel La Palotada, para el escenario donde se muestrea para estimar el volumen de las especies arbóreas, los productos no maderables xate y bayal, y se realiza el muestreo diagnóstico

Costos fijos	Cantidad	Unidad	Valor/un	Total	Vida útil (día)	Periodo	Depreci
<i>b. Aperturas de brechas de ingreso a puntos iniciales de unidades de muestreo</i>							
alquiler de equipo							
brújula	13.00	día	5.00	65.00			
clinómetro	13.00	día	5.00	65.00			
cinta métrica	13.00	día	5.00	65.00			
traslado							
vehículo	1.00	c/u	96000.00	96000.00	1825.00	13.00	683.84
subtotal							878.84
<i>c. Trazo de parcelas y medición de individuos</i>							
alquiler de equipo							
brújula	40.00	día	5.00	200.00			
clinómetro	40.00	día	5.00	200.00			
cinta métrica	40.00	día	5.00	200.00			
cinta diamétrica	40.00	día	5.00	200.00			
hipsómetro	40.00	día	5.00	200.00			
traslado							
vehículo	1.00	c/u	96000.00	96000.00	1825.00	40.00	2104.11
subtotal							3104.11
<i>d. Mapas de ubicación de las parcelas</i>							
mapa de uso actual	1.00	c/u	150.00	150.00			
impresión imagen de satélite	1.00	c/u	150.00	150.00			
subtotal				300.00			
<b>Total</b>							<b>14785.97</b>

Costos en quetzales. Tasa de cambio = Q6.00 por US\$1.00  
1 jornal = 8 horas de trabajo efectivo