

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

INFORME DE PRACTICA DE ESPECIALIDAD

**MAPAS TOPOGRÁFICOS DIGITALIZADOS Y DETERMINACIÓN DE LA  
CALIDAD DE LAS PLANTACIONES DE Teca (*Tectona grandis* L.f),  
EN LA EMPRESA PANAMERICAN WOODS, FINCA PALO ARCO,  
NANDAYURE, GUANACASTE, COSTA RICA.**



Vinicio Ríos Garro.

**Cartago Noviembre, 2001**

**MAPAS TOPOGRÁFICOS DIGITALIZADOS Y DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS PLANTACIONES DE Teca (*Tectona grandis* L.f), EN LA EMPRESA PANAMERICAN WOODS, FINCA PALO ARCO, NANDAYURE, GUANACASTE, COSTA RICA.**

Vinicio Ríos Garro<sup>1</sup>

**RESUMEN**

Se evaluaron 8 lotes plantados con *Tectona grandis* de la finca Palo Arco (lotes 6, 7, 8, 9, 12, 17, 32 y 35) localizada en Nandayure, Península de Nicoya, perteneciente a la empresa Panamerican Woods S.A., con el objetivo de actualizar los mapas topográficos de la finca y recolectar información sobre el estado actual de la calidad de las plantaciones.

Los lotes registraron áreas (calculadas producto del levantamiento topográfico) que difieren de las reportadas por la empresa, en menor grado en los lotes 8 y 12. El diámetro fluctuó entre los 19.27 cm (lote 17) y los 24.33 cm (lote 32); la altura entre 16.79 m (lote 17) y los 20.04 m (lote 35). El número de árboles/ha es diferente entre lotes de la misma edad, lo que refleja un manejo silvicultural diferente para cada bloque. Los mapas de distribución del área basal, reflejan un comportamiento heterogéneo dentro de cada lote. Las plantaciones de teca en los lotes evaluados registran una alta concentración de individuos calidad 2, siendo la principal causa para no ser calificados como calidad 1 la bifurcación. El número de trozas comerciales/ha se concentró principalmente en las calidades 1 y 2. En general, las plantaciones de Palo Arco presentan mejores niveles de crecimiento que las plantaciones de Carrillo, dado que las condiciones son más favorables en ese sitio.

---

<sup>1</sup> Informe de Práctica de Especialidad, Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 2001.

Los índices de calidad calculados para los diferentes lotes presentaron valores por encima del promedio de los reportados para *Tectona grandis* en la Península de Nicoya. El Índice de Calidad General promedio es 2.08. El Índice de Calidad de Cosecha promedio es 345. El Índice de Calidad Máxima es 10.69. El Índice de Calidad de la Productividad es 8.33.

**Palabras claves:** Mapas topográficos, evaluación de calidad de plantaciones forestales, teca, *Tectona grandis*.

## ABSTRACT

Eight planted lots were evaluated in *Tectona grandis* of the Palo Arco property located in Nandayure, Peninsula of Nicoya; belonging to the Panamerican Woods Company S.A. The main objective was to bring up to date the topographical maps of the property and to gather information about the actual situation of the plantation quality.

The lots registered areas that are different from the ones reported by the company, in a lower degree in the lots 8 and 12. The diameter produced values between 19.27 cm (lot 17) and 24.23 cm (lot 32); the height between 16.79 m (lot 17) and 20.04 m (lot 35). The number of trees is different from the lots of the same age, which reflects a silvicultural difference for each block. The distribution maps of the basal area reflect a heterogeneous in each lot. The teak plantations in the evaluated lots present a high concentration of quality 2 individuals, being the main cause for not qualifying as quality 1 the bifurcation. The number of commercial logs per ha were concentrated in the qualities 1 and 2. The plantations in Palo Arco present better growing levels than the plantations in Carrillo, for this reason there are more favorable conditions in Palo Arco.

The index quality that were calculated for the different lots presented higher values than the ones reported for *Tectona grandis* in the Peninsula of Nicoya. The General Quality Index average is 2.08. The Harvest Quality Index average is 345. The Maximum Quality Index is 10.69. The Quality Productivity Index is 8.33.

**Key Words:** topographical maps, the quality evaluation of forestal plantations, teak, *Tectona grandis*.

**MAPAS TOPOGRÁFICOS DIGITALIZADOS Y DETERMINACIÓN DE LA  
CALIDAD DE LAS PLANTACIONES DE Teca (*Tectona grandis* L.f),  
EN LA EMPRESA PANAMERICAN WOODS, FINCA PALO ARCO,  
NANDAYURE, GUANACASTE, COSTA RICA.**

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

Miembros del Tribunal

---

Dr. Edgar Ortiz Malavasi  
Profesor Guía

---

Ing. Folkert Kottman,  
Representante de la Empresa

---

M.Sc. Gustavo Torres,  
Lector

## DEDICATORIA

A mi madre,  
por ser una fuente inmensa  
de inspiración en mi vida.

A toda mi familia,  
que me ha apoyado  
en todo momento.

A mi padre,  
que se preocupa  
por mi formación.

A mi abuelo Abdón,  
que me enseñó  
lo que significa  
el trabajo.

A Marcela,  
gracias por brindarme  
siempre tu apoyo  
y ser tan especial.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la empresa Panamerican Woods, por permitirme realizar este trabajo, su apoyo financiero y logístico. En especial a los ingenieros Folkert Kottman y Hans Tanner, y el señor Rodrigo Baltodano (Plantación); a los ingenieros Víctor Zúñiga y Sergio Chacón (Industria), por toda la ayuda profesional que me brindaron. A todo el personal de campo que estuvo a mi lado, en especial a Reinol (Rino). A las cocineras doña Luz y doña Ginelia que me trataron de la mejor forma.

A mi profesor guía, ingeniero Edgar Ortiz Malavasi, profesional de grandes conocimientos técnicos; que aportó toda su ayuda para la realización de este trabajo, con excelentes aportes y sugerencias.

A el ingeniero Gustavo Torres, que tuvo la gentileza de ser lector de este proyecto. Sus sugerencias fueron de gran utilidad para la corrección de este documento.

A todo el personal de la Escuela de Ingeniería Forestal, que ayudó a mi formación profesional.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	ii
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTOS.....	vii
ÍNDICE GENERAL .....	viii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	18
OBJETIVOS.....	19
REVISIÓN DE LITERATURA .....	20
GENERALIDADES DEL INVENTARIO FORESTAL.....	20
DEFINICIÓN DE UN INVENTARIO FORESTAL .....	20
Inventarios exploratorios .....	21
Inventarios para aprovechamiento forestal .....	21
Inventarios para manejo de bosques naturales.....	22
Inventario para manejo de plantaciones .....	22
TIPOS DE INVENTARIOS DE ACUERDO A LA FORMA DE TOMAR LOS DATOS Y AL GRADO DE PRECISIÓN.....	22
TIPOS DE MUESTREO.....	24
Muestreo selectivo.....	24
Muestreo al azar.....	25
Muestreo sistemático .....	25
<i>Errores de cálculo en un muestreo sistemático</i> .....	26
FORMA Y TAMAÑO DE PARCELAS DE MUESTREO UTILIZADAS EN INVENTARIOS FORESTALES.....	27
Parcelas de muestreo de dimensión fija.....	28
Parcelas de muestreo de dimensión variable.....	28
<i>Factor de área basal</i> .....	30
<i>El Relascopio de Bitterlich o Relascopio de Espejos</i> .....	32
Medición de diámetros .....	34

Continúa página siguiente



Medición de alturas .....	35
<b>EVALUACIÓN DE CALIDAD .....</b>	<b>36</b>
Índices de calidad para la reforestación en Costa Rica.....	37
<b>GENERALIDADES DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....</b>	<b>38</b>
Cinta métrica.....	39
Brújula de mano.....	40
<b>DISEÑO DE UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....</b>	<b>40</b>
Variables a medir.....	41
Cuadrilla de campo y equipo .....	41
Procedimiento de campo .....	42
<b>SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA .....</b>	<b>44</b>
Ambiente computacional.....	44
Funciones de análisis y servicios.....	46
Beneficios de un SIG.....	46
<b>SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL SATELITAL (GPS) .....</b>	<b>47</b>
Descripción del sistema GPS.....	47
Bases del sistema .....	48
Metodología de trabajo de un GPS .....	48
Precisión.....	48
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>50</b>
ÁREA DE ESTUDIO.....	50
DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE A EVALUAR.....	51
RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	52
Levantamiento de campo .....	52
Elaboración de mapas .....	53
Muestreo .....	54
Evaluación de las parcelas .....	55
Cálculo del Área Basal, número de árboles por hectárea, y volumen comercial y total (Ortiz, 1999; citado por Fallas, 2000).....	57
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>60</b>
<b>ANÁLISIS GENERAL DE LA PLANTACIÓN EN LOS LOTES EVALUADOS.....</b>	<b>60</b>
Análisis general del levantamiento de campo .....	60
Áreas totales de cada lote .....	60
Área de cobertura o uso del suelo en cada lote .....	62

Continúa pagina siguiente

<b>EVALUACIÓN GENERAL DE LA CALIDAD DE LAS PLANTACIONES DE LOS LOTES EVALUADOS .....</b>	<b>64</b>
<b>Muestreo .....</b>	<b>64</b>
<b>Diámetro y altura media de la plantación en los lotes evaluados.....</b>	<b>65</b>
<b>Desarrollo y densidad de la plantación en los lotes evaluados.....</b>	<b>69</b>
<b>Número de trozas comerciales en los rodales.....</b>	<b>75</b>
<b>ÍNDICES DE CALIDAD.....</b>	<b>81</b>
<b>COMPARACIÓN DE INVENTARIOS .....</b>	<b>84</b>
<b>ANÁLISIS INDIVIDUAL DE LOS LOTES EVALUADOS.....</b>	<b>86</b>
<b>Lote 6 (Cortes Alta) .....</b>	<b>87</b>
<b>Lote 7 (Cortes Baja).....</b>	<b>89</b>
<b>Lote 8 (Bella) .....</b>	<b>90</b>
<b>Lote 9 (Conejo).....</b>	<b>92</b>
<b>Lote 12 (Mango).....</b>	<b>93</b>
<b>Lote 17 (Alvarado).....</b>	<b>95</b>
<b>Lote 32 (Samuel) .....</b>	<b>97</b>
<b>Lote 35 (Fausto) .....</b>	<b>99</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>101</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>103</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>107</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación de inventarios, según la forma de tomar los datos y de acuerdo al grado de precisión (Ferreira, 1982; citado por Palacios, 1998). .....	23
Cuadro 2. Resultados del muestreo puntual horizontal en un punto de muestreo (Prodan et al 1997). .....	30
Cuadro 3. Muestreo puntual horizontal con diferentes FAB por rangos de áreas basales para una operación eficiente (Prodan <i>et al</i> , 1997). .....	31
Cuadro 4. Variables básicas anotadas durante el levantamiento topográfico (Maginnis <i>et al</i> , 1998). .....	41
Cuadro 5. Recursos necesarios para efectuar el levantamiento topográfico.....	41
Cuadro 6. Tipo de uso de suelo en las plantaciones de Palo Arco (Bosque Puerto Carrillo, 1999b). .....	50
Cuadro 7. Área total reportada por la empresa, área total calculada a partir del levantamiento del terreno y área total calculada a partir de foto aérea en los lotes evaluados en una plantación de <i>Tectona grandis</i> de Panamerican Woods en la Finca Palo Arco, Nandayure, Guanacaste. 2001. ....	61
Cuadro 8. Número de parcelas de área variable establecidas por lote, durante el inventario efectuado en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. ....	64
Cuadro 9. Promedios y ámbitos de variación del diámetro (dap) en los lotes evaluados en una plantación de <i>Tectona grandis</i> en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (95% de Confiabilidad).....	65
Cuadro 10. Promedios y ámbitos de variación de la altura total en los lotes evaluados en una plantación de <i>Tectona grandis</i> en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (95% de confiabilidad).....	66
Cuadro 11. Número de árboles por hectárea promedio y ámbito de variación en una plantación de <i>Tectona grandis</i> evaluada en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (95% de confiabilidad).....	70
Cuadro 12. Área Basal promedio (m <sup>2</sup> /ha) para cada uno de los lotes evaluados en una plantación de <i>Tectona grandis</i> en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (95% de Confiabilidad).....	72
Cuadro 13. Número de árboles por calidad y total por hectárea en una plantación de <i>Tectona grandis</i> evaluada en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. ....	73
Cuadro 14. Trozas comerciales promedio por hectárea y ámbito de variación en una plantación de <i>Tectona grandis</i> evaluada en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (95% de Confiabilidad).....	76

Continúa página siguiente

Cuadro 15. Distribución de la calidad de trozas promedio comerciales por lote para <i>Tectona grandis</i> en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. ....	78
Cuadro 16. Volumen comercial y total (m <sup>3</sup> /ha) para los lotes evaluados en una plantación de <i>Tectona grandis</i> en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste.2001. (95% de Confiabilidad) .....	80
Cuadro 17. Índices de calidad y ámbitos de variación para <i>Tectona grandis</i> en los lotes evaluados en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (95% de Confiabilidad).....	81
Cuadro 18. Comparación de los resultados del inventario de parcelas de área variable y del inventario anual por medio de parcelas permanentes en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.....	84
Cuadro 19. Resumen dasométrico total para <i>Tectona grandis</i> en el lote 6 (Cortes Alta) de 10 años de edad, en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 16.7 ha).....	88
Cuadro 20. Resumen dasométrico total para <i>Tectona grandis</i> en el lote 7 (Cortes Baja) de 10 años de edad, en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 22.6 ha).....	89
Cuadro 21. Resumen dasométrico total para <i>Tectona grandis</i> en el lote 8 (Bella) de 10 años de edad, en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 21.3 ha). ....	91
Cuadro 22. Resumen dasométrico total para <i>Tectona grandis</i> en el lote 9 (Conejo) de 9 años de edad, en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 21.2 ha).....	92
Cuadro 23. Resumen dasométrico total para <i>Tectona grandis</i> en el lote 12 (Mango) de 10 años de edad, en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 46.5 ha). ....	93
Cuadro 24. Resumen dasométrico total para <i>Tectona grandis</i> en el lote 17 (Alvarado) de 9 años de edad, en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 59.9 ha).....	96
Cuadro 25. Resumen dasométrico total para <i>Tectona grandis</i> en el lote 32 (Samuel) de 10 años de edad, en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 30.9 ha). ....	97
Cuadro 26. Resumen dasométrico total para <i>Tectona grandis</i> en el lote 35 (Fausto) de 10 años de edad, en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 19.7 ha). ....	99

Continúa en la página siguiente

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Relascopeo de espejos de Bitterlich (Prodan <i>et al</i> , 1997).....	33
Figura 2. Manejo integrado de las bases de datos gráfica y de atributos de un SIG (Prodan <i>et al</i> , 1997).....	45
Figura 3. Ubicación de los lotes evaluados en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. ....	59
Figura 4. Área y tipos de uso del suelo presentes en los lotes evaluados en la finca Palo Arco, Nandayure. Guanacaste 2001. ....	62
Figura 5. Promedio del dap y la altura total en plantaciones evaluadas de <i>Tectona grandis</i> . Finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.....	68
Figura 6. Relación de las diferentes calidades de los árboles para la <i>Tectona grandis</i> evaluada en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.....	75
Figura 7. Relación entre el número de árboles trozas totales comerciales por hectárea para la <i>Tectona grandis</i> evaluada en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.....	77
Figura 8. Relación de las diferentes calidades de trozas comerciales (2 primeras trozas) para <i>Tectona grandis</i> en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.....	79

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Mapas del Lote 6 (Cortes Alta) de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste. ....	108
Anexo 2. Mapas del Lote 7 (Cortes Baja) de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste. ....	112
Anexo 3. Mapas del Lote 8 (Bella) de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste. ....	116
Anexo 4. Mapas del Lote 9 (Conejo) de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste. ....	120
Anexo 5. Mapas del Lote 12 (Mango) de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste. ....	124
Anexo 6. Mapas del Lote 17 (Alvarado) de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste. ....	128
Anexo 7. Mapas del Lote 32 (Samuel) de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste. ....	132
Anexo 8. Mapas del Lote 35 (Fausto) de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste. ....	136
Anexo 9. Formulario de campo utilizado para la recolección de la información en el levantamiento topográfico. ....	140
Anexo 10. Área y Tipos de uso del suelo presente en los lotes evaluados en la plantación de <i>Tectona grandis</i> en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. ....	141
Anexo 11. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 1 para el Lote 6 (Cortes Alta) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 16.7 ha). ....	142
Anexo 12. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 2 para el Lote 6 (Cortes Alta) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 16.7 ha). ....	142
Anexo 13. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 3 para el Lote 6 (Cortes Alta) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 16.7 ha). ....	143
Anexo 14. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 1 para el Lote 7 (Cortes Baja) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 22.6 ha). ....	143

Continúa página siguiente

Anexo 15. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 2 para el Lote 7 (Cortes Baja) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 22.6 ha).	144
Anexo 16. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 3 para el Lote 7 (Cortes Baja) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 22.6 ha).	144
Anexo 17. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 1 para el Lote 8 (Bella) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 21.3 ha).	145
Anexo 18. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 2 para el Lote 8 (Bella) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 21.3 ha).	145
Anexo 19. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 3 para el Lote 8 (Bella) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 21.3 ha).	146
Anexo 20. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 1 para el Lote 9 (Conejo) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 21.2 ha).	146
Anexo 21. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 2 para el Lote 9 (Conejo) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 21.2 ha).	147
Anexo 22. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 3 para el Lote 9 (Conejo) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 21.2 ha).	147
Anexo 23. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 1 para el Lote 12 (Mango) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 46.5 ha).	148
Anexo 24. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 2 para el Lote 12 (Mango) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 46.5 ha).	148
Anexo 25. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 3 para el Lote 12 (Mango) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 46.5 ha).	149
Anexo 26. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 1 para el Lote 17 (Alvarado) en en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 59.9 ha).	149
Anexo 27. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 2 para el Lote 17 (Alvarado) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 59.9 ha).	150

Continúa página siguiente

Anexo 28. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 3 para el Lote 17 (Alvarado) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 59.9 ha).	150
Anexo 29. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 4 para el Lote 17 (Alvarado) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 59.9 ha).	151
Anexo 30. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 1 para el Lote 32 (Samuel) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 30.9 ha).	151
Anexo 31. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 2 para el Lote 32 (Samuel) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 30.9 ha).	152
Anexo 32. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 3 para el Lote 32 (Samuel) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 30.9 ha).	152
Anexo 33. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 1 para el Lote 35 (Fausto) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 19.7 ha).	153
Anexo 34. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 2 para el Lote 35 (Fausto) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 19.7 ha).	153
Anexo 35. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 3 para el Lote 35 (Fausto) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 19.7 ha).	154
Anexo 36. Lote 6 (Cortes Alta). Cálculo de las variables medidas en el campo con su respectivo análisis estadístico para cada una de las parcelas evaluadas en el lote 6 de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. ....	155
Anexo 37. Lote 7 (Cortes Baja). Cálculo de las variables medidas en el campo con su respectivo análisis estadístico para cada una de las parcelas evaluadas en el lote 7 de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. ....	156
Anexo 38. Lote 8 (Bella). Cálculo de las variables medidas en el campo con su respectivo análisis estadístico para cada una de las parcelas evaluadas en el lote 8 de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. ....	157
Anexo 39. Lote 9 (Conejo). Cálculo de las variables medidas en el campo con su respectivo análisis estadístico para cada una de las parcelas evaluadas en el lote 9 de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. ....	158
Anexo 40. Lote 12 (Mango). Cálculo de las variables medidas en el campo con su respectivo análisis estadístico para cada una de las parcelas evaluadas en el lote 12 de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. ....	159

Continúa página siguiente



Anexo 41. Lote 17 (Alvarado). Cálculo de las variables medidas en el campo con su respectivo análisis estadístico para cada una de las parcelas evaluadas en el lote 17 de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.....	161
Anexo 42. Lote 32 (Samuel). Cálculo de las variables medidas en el campo con su respectivo análisis estadístico para cada una de las parcelas evaluadas en el lote 32 de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.....	163
Anexo 43. Lote 35 (Fausto). Cálculo de las variables medidas en el campo con su respectivo análisis estadístico para cada una de las parcelas evaluadas en el lote 35 de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.....	165
Anexo 44. Formulario de campo utilizado para la recolección de la información para la evaluación de plantaciones forestales.....	166

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la silvicultura de plantaciones se basa en la productividad y la retribución económica que ésta pueda brindar; con lo cual, la planificación con que se cuente para que una plantación forestal sea rentable es muy importante. Dicho planeamiento debe llevar una secuencia lógica, desde la selección de la semilla y el sitio hasta la industrialización y comercialización del producto, para maximizar los recursos disponibles.

Con la aplicación de mejores actividades silviculturales se puede lograr el desarrollo de un producto de la más alta calidad posible, para ganar un mercado con altos niveles de competencia tanto a nivel nacional como internacional.

Los recursos disponibles son importantes para la toma de decisiones en la actividad forestal que se realiza. Por ejemplo, la presencia de un mapa de terreno donde se establezcan las áreas donde se concentra la mayor calidad y cantidad, permitirá planear las posibles rutas de extracción, con el mínimo costo y el máximo beneficio.

La empresa Panamerican Woods S.A., en su plantación forestal de *Tectona grandis* ubicada en Palo Arco, Nandayure, Guanacaste; no cuenta con mapas topográficos detallados para poder planificar las actividades correspondientes para el manejo de dicha plantación; así mismo no tienen un dato claro sobre las áreas de sus plantaciones, con lo cual es muy difícil predecir la cantidad de material que llega a la planta industrial.

Ya que el objetivo principal de esta empresa es la producción de madera para aserrío, se hace necesario e importante el presente estudio para conocer las condiciones de sitio en la finca y actualizar la información topográfica y del rodal, para planear las labores silviculturales y económicas en la finca.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Elaborar mapas en formato digital y actualizar los existentes en cuanto a curvas de nivel, límites, caminos, ríos, elevación e información dasométrica recopilada en los lotes reforestados con *Tectona grandis* en la finca Palo Arco.

### Objetivos Específicos

1. Realizar un levantamiento topográfico de cada lote evaluado para generar mapas de linderos, caminos, ríos, curvas de nivel, cobertura, pendientes y de elevaciones.
2. Realizar un inventario forestal por medio de un muestreo sistemático con parcelas de área variable en línea en cada uno de los lotes evaluados.
3. Obtener información dasométrica de las plantaciones de *Tectona grandis* en cada uno de los lotes evaluados.
4. Evaluar cuantitativa y cualitativamente la calidad de los fustes y trozas en las plantaciones de *Tectona grandis* establecidas en la finca.
5. Valorar el potencial productivo de madera para aserrío en las plantaciones de la finca, con base en la calidad de las dos primeras trozas comerciales aserrables.
6. Comparar los resultados del inventario sistemático con parcelas de área variable en línea, con el inventario de parcelas permanentes realizado por la empresa en la finca.
7. Elaborar tablas del rodal para cada uno de los lotes evaluados.

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

### **GENERALIDADES DEL INVENTARIO FORESTAL**

La actividad forestal tiene como una de sus finalidades más importantes manejar un área forestal, para lograr un rendimiento sostenido y máximo para beneficio del hombre y la sociedad. Los antecedentes básicos de qué y cuánto bosque se tiene en el área y que se necesita para elaborar el plan de manejo se obtienen por medio de un inventario forestal (Ferreira, 1982; citado por Palacios, 1998).

Para maximizar la producción de un rodal o tipo de bosque se deben manejar y controlar los factores que afectan el crecimiento de los árboles de éste, tanto a nivel individual como global (Ortiz, 1989).

Según Alder (1980), los inventarios forestales están diseñados principalmente, para obtener estimaciones confiables de las masas boscosas en relación a la superficie que ocupan. Mucha de esta información puede ser útil en estudios de crecimiento y rendimiento.

El inventario forestal se ha considerado como sinónimo de la cantidad de madera de un bosque. Sin embargo, debido a la importancia creciente del bosque como recurso natural renovable que produce bienes y servicios, el concepto es más amplio (Ferreira, 1982; citado por Palacios, 1998).

### **DEFINICIÓN DE UN INVENTARIO FORESTAL**

De acuerdo con Ferreira (1982; citado por Palacios, 1998), un inventario forestal es el método usado para medir y registrar los datos del bosque, procesar éstos datos de campo para obtener así información de la cantidad y calidad de los árboles y características del área boscosa, con un grado de detalle y precisión de acuerdo al objetivo previsto y la exactitud requerida.

Esto constituye al inventario forestal como el procedimiento para obtener información para tomar decisiones sobre manejo y aprovechamiento forestal. Así, en bosques naturales o plantaciones, el administrador forestal tendrá a mano información confiable que le permita administrar (manejar) su bosque para que este le produzca la máxima cantidad de productos, de la mejor calidad, en el menor tiempo y al más bajo costo posible (Ortiz, 1999).

## **TIPOS DE INVENTARIOS SEGÚN SU OBJETIVO**

Según Ortiz (1999), existen cuatro tipos de inventarios según su objetivo, estos son:

### **Inventarios exploratorios**

Tienen como objetivo recolectar información básica para la evaluación y monitoreo de bosques y para estudios de factibilidad de empresas forestales. Son de baja a mediana intensidad de muestreo (0.1 a 2% del área). Recolecta información sobre el área de bosques, su localización y distribución por tipos, cantidad y calidad de productos que contiene.

### **Inventarios para aprovechamiento forestal**

La información a recolectar debe ser exacta (con el mínimo error) y al más bajo costo posible sobre topografía detallada del terreno, área efectiva de aprovechamiento, áreas de protección, rutas de transporte, accesibilidad, estimación de la cantidad, distribución diamétrica, calidad de las especies y localización del recurso. Estos inventarios se hacen sobre áreas definidas de corta y muchos de ellos son al 100% o censos, donde el área de aprovechamiento es recorrida en su totalidad.

### **Inventarios para manejo de bosques naturales**

Se debe dar énfasis a la estimación del crecimiento y mortalidad de la masa forestal, evaluando que árboles componen la cosecha futura (árboles remanentes y regeneración existente) y clasificándola por diámetro, estado de competencia a la que están sometidos, especie, cuántos existen por unidad de área y cómo están distribuidos en el terreno.

### **Inventario para manejo de plantaciones**

Recopila información del área por tipos de bosque (rodales), calidad de sitio (IS), densidad de la plantación, edad y distribución diamétrica de los árboles, clasificando los mismos según estado sanitario, calidad y tipos de productos que se pueden obtener de los mismos. La información requerida se puede obtener a través de mediciones y observación directamente en el terreno o a través de sensores remotos (fotografías aéreas o imágenes de satélite). La información recopilada debe ser exacta (con el mínimo error) y el costo de recolección debe minimizarse.

## **TIPOS DE INVENTARIOS DE ACUERDO A LA FORMA DE TOMAR LOS DATOS Y AL GRADO DE PRECISIÓN**

Según el método de tomar los datos, se puede incluir una parte de la población (muestreo) o a toda la población (Censo Forestal o Inventario 100%). Por su parte la precisión de un inventario forestal se indica a través del error de muestreo, expresado en porcentaje. El error de muestreo se indica a un nivel de probabilidad del 95% (Ferreira, 1982; citado por Palacios, 1998). La clasificación de los inventarios, según la forma de tomar los datos y de acuerdo al grado de precisión, se presenta en el siguiente cuadro.

**Cuadro 1.** Clasificación de inventarios, según la forma de tomar los datos y de acuerdo al grado de precisión (Ferreira, 1982; citado por Palacios, 1998).

TOMA DE DATOS		GRADO DE PRECISIÓN	
Tipo	Descripción	Tipo	Descripción
<i>Sistemático</i>	Las parcelas de muestreo se distribuyen de acuerdo a un patrón regular.	<i>Detallado</i>	El error de muestreo de este tipo de inventario está entre 5 y 10%.
<i>Aleatorio</i>	La muestra se distribuye al azar y cada parcela tiene la misma probabilidad de ser seleccionada.	<i>Semidetallado</i>	El error de muestreo está entre 10 y 15%.
<i>Estratificado</i>	La población se divide en estratos y se selecciona una muestra en cada estrato.	<i>Exploratorio</i>	El error de muestreo está entre 15y 20%.
<i>Inventario 100% o censo forestal</i>	Todas las unidades son medidas. Se usa en casos especiales y en trabajos de investigación.	<i>De Reconocimiento</i>	Aquí no se indica el error de muestreo, pues no es necesario el muestreo de campo, el que se reemplaza por un reconocimiento aéreo, o un recorrido de campo.

Ortiz (1989), menciona dos tipos de inventarios; el Inventario Total, donde toda la población es evaluada, y el Inventario por muestreo, uno de los inventarios más utilizados y que permite determinar las características de la población (estadísticos de posición y variación) con respecto a diferentes variables a un costo razonable y dentro de los límites de tiempo disponibles para tener la información.

El proceso de muestreo consiste en:

1. Definir unidades de muestreo (generalmente parcelas).
2. Definir la población (mapas, listas, esquemas, etc.) y el número total de unidades de muestreo (N) en el caso de poblaciones finitas.
3. Identificar cada unidad de muestreo en la población o un procedimiento para identificarlos y localizarlos.

4. Definir el número de unidades de muestreo que serán evaluadas (o el tamaño de la muestra  $n$ ), el cual depende del tiempo disponible, los fondos existentes y de la intensidad de muestreo o el grado de error de muestreo deseado y en algunos casos exigido por normas de calidad o la legislación existente.
5. Seleccionar a partir de la población las “ $n$ ” unidades de muestreo que serán evaluadas.
6. Identificar en el campo cada una de las unidades de muestreo seleccionadas como parte de la muestra.
7. Evaluar o medir las variables seleccionadas en cada una de las unidades seleccionadas.
8. Cálculo y/o estimación de la información requerida según el diseño del inventario.
9. Preparación del informe según diseño.

## **TIPOS DE MUESTREO**

En medición forestal, se han empleado tres métodos de muestreo radicalmente diferentes, que pueden describirse como selectivos, sistemáticos y al azar (Bruce y Schumacher, 1965).

### **Muestreo selectivo**

En el muestreo selectivo, un observador se familiariza con el bosque y después escoge cierto número de lotes que crea representativos del bosque. Este método depende por completo del criterio de la persona que selecciona los lotes (depende por completo de la subjetividad) (Bruce y Schumacher, 1965).



## **Muestreo al azar**

En el muestreo al azar, Bruce y Schumacher (1965), señalan que este tipo de muestreo tiene como condición la selección de las mediciones de la muestra completamente al azar, eliminando cualquier tendencia personal del observador, asegurándose así que los errores normales se refieren a desviaciones al azar de las constantes calculadas con las únicas constantes correspondientes del universo.

Ortiz (1999) clasifica el muestreo aleatorio en muestreo aleatorio con reemplazo, donde todas las unidades de muestreo pueden seleccionarse sin ninguna restricción, es decir, una misma unidad puede ser seleccionada nuevamente; y muestreo aleatorio sin reemplazo, en el cual las unidades seleccionadas no podrán poderse seleccionar nuevamente. Este último es el más utilizado normalmente en inventarios forestales ya que la selección de una unidad dos o más veces no provee información adicional.

Es vital reconocer la importancia de la estratificación de las poblaciones naturales a la hora de planear un inventario por muestreo. Debido a esto, diferentes partes de una misma subdivisión de tierra tienden a contener poblaciones más uniformes que las de las subdivisiones. Por lo tanto, la precisión del cálculo del medio muestreado puede aumentarse si se reconoce la estratificación y se modifica el plan de muestreo con arreglo a ella (Bruce y Schumacher, 1965).

## **Muestreo sistemático**

En el muestreo sistemático las unidades son seleccionadas mediante una regla de selección predeterminada, de tal modo que el sistema de lotes sea lo más uniforme posible.

De acuerdo con Bruce y Schumacher (1965), este tipo de muestreo tiene como una de sus principales ventajas que ahorra mucho tiempo del requerido para obtener los datos de campo, ya que no se pierde tiempo buscando y trasladándose de una unidad de muestreo a otra, ya que estas se encuentran localizadas en línea recta y espaciadas regularmente.

Otras ventajas, señaladas por Ortiz (1999), son que este tipo de muestreo además de permitir la recolección de la información de la masa forestal, permite realizar estratificaciones más efectivas y fáciles del bosque, estimar el área de cada estrato, y recolectar información adicional (pendientes, accidentes geográficos, caminos existentes, presencia de quebradas y ríos, etc.), dado que las líneas de inventario recorren todo el terreno sistemáticamente, reduciendo los costos del mismo.

Además, permite hacer estimaciones confiables de medias poblacionales y de totales, pues la muestra se distribuye por toda la población. También permite el mapeo del terreno dado que las cuadrillas de campo recorren toda el área a intervalos fijos y con rumbo definido, lo cual permite identificar estratos de bosque y conocer cuáles son las áreas de protección y el área efectiva de manejo. Finalmente el tamaño de la población o el área efectiva de manejo no necesitan ser conocidos con anterioridad.

### ***Errores de cálculo en un muestreo sistemático***

Debido a que la selección de las unidades no es aleatoria, este muestreo no permite hacer estimaciones válidas del error de muestreo. Según Ortiz (1999), para calcular el error de muestreo, se pueden utilizar los mismos procedimientos que se utilizan en el muestreo aleatorio, pero reconociendo que el error de muestreo no es necesariamente el calculado y que no necesariamente corresponde al nivel de significancia escogido.

De acuerdo con Bruce y Schumacher (1965), es importante comprender la razón por la que el resultado de utilizar el procedimiento anterior puede ser erróneo, esto con el fin de obtener informaciones útiles con esos cálculos, comprendiendo sus limitaciones. Hay dos posibles fuentes de error:

- La desviación normal de los lotes individuales puede no corresponder con la del universo de donde se escogieron, y
- El error de la mediana deducido de esa desviación normal dividiéndola entre la raíz del número de unidades puede ser incorrecto. A pesar de las objeciones matemáticas que pueden invocarse, es probable que no haya un error muy serio en la primera. No obstante, el segundo error es importante y se puede reducir si se estratifica correctamente la muestra.

## **FORMA Y TAMAÑO DE PARCELAS DE MUESTREO UTILIZADAS EN INVENTARIOS FORESTALES**

Al efectuar un inventario forestal por muestreo, además del tipo de muestreo que se va a utilizar, es de suma importancia considerar la forma y el tamaño que tendrán las parcelas que servirán como unidades de muestreo.

Para la elección del tamaño de la parcela hay que considerar dos factores: uno es la representatividad de la parcela y otro es el tiempo de medición. La representatividad de la parcela se refiere a que la variación del bosque esté representada en la parcela; en parcelas más grandes, la variabilidad (medida por el coeficiente de variación) es menor que en las parcelas pequeñas. La principal guía para elegir el tamaño de la parcela es que esta sea tan grande como para incluir un número representativo de árboles, pero que sea lo suficientemente pequeña de modo que el tiempo de medición requerido no sea excesivo (Ferreira, 1982; citado por Palacios, 1998).

En cuanto a esto, existen dos tipos generales de parcela:

### **Parcelas de muestreo de dimensión fija**

Son aquellas que tienen una medida singular y se trazan con cinta. Su forma puede ser circular, cuadrada o rectangular, siendo los tamaños más utilizados los de 500 m<sup>2</sup> y 1000 m<sup>2</sup> (Palacios, 1998).

Ortiz (1999), señala que las dimensiones recomendadas de las parcelas en plantaciones forestales, que son generalmente muy homogéneas, van de 0.01 a 0.1 hectáreas. Las parcelas cuadradas o rectangulares se deben establecer sobre los centros de las calles y sus vértices deben estar colocados al centro de la intersección de dos calles y no deben utilizarse árboles como vértices de la parcela. Las parcelas circulares son las más utilizadas en plantaciones dado que su establecimiento es más fácil, pues solo requiere establecer un punto y localizar los árboles dentro del círculo.

### **Parcelas de muestreo de dimensión variable**

En este caso no se utilizan parcelas de tamaño fijo, sino que se usa un procedimiento donde el número de árboles que entran en el muestreo, depende del diámetro de los árboles y de la distancia a la que se encuentren del punto de observación, de manera que a este método también se le denomina parcelas de muestreo proporcional al tamaño (Palacios, 1998)

Prodan *et al* (1997) y Ortiz (1999), concuerdan en que las parcelas de área variable (también llamadas unidades de muestreo por puntos; o unidades muestrales de muestreo puntual horizontal), selecciona los árboles con base a su tamaño, donde la probabilidad de seleccionar un árbol es proporcional a su área basal, es decir, los árboles de mayor dimensión tienen mayor probabilidad de ser seleccionados. Bajo este sistema el muestreo se realiza sobre una población infinita de puntos, los cuales se seleccionan en el terreno aleatorio o sistemáticamente.

Las unidades muestrales de muestreo puntual horizontal son también llamadas unidades muestrales relascópicas o parcelas de Bitterlich, debido a su creador Bitterlich (1948), citado por Prodan *et al* (1997).

Al muestrear estas unidades de muestreo, el operador se ubica en los puntos localizados previamente y utiliza un instrumento para proyectar un área de visión hacia todos los árboles del entorno. Se cuentan todos los árboles que se incluyen exactamente dentro del ángulo o lo rebasan, y el resto es excluido. (Prodan *et al*, 1997).

Árboles de fuste grande o cercanos al punto de observación son cortados por el ángulo de visión establecido y entrarán en el conteo; por el contrario árboles pequeños o muy lejanos al punto de observación quedarán dentro del área de visión y no entrarán en el conteo. Bajo este sistema de muestreo se medirá diámetro, altura comercial, altura total, calidad de fuste, etc., y se podrá calcular volumen por hectárea, número de árboles por hectárea y área basal por hectárea. Cada punto es una unidad de muestreo y los valores promedios, error de muestreo, etc., se calculan utilizando  $n$  puntos (población infinita), los cuales pueden haberse seleccionado aleatoria o sistemáticamente en el terreno (Ortiz, 1999).

Prodan *et al* (1997) establece el cálculo de los resultados del muestreo por puntos en un determinado punto de muestreo por medio de las siguientes fórmulas.

**Cuadro 2.** Resultados del muestreo puntual horizontal en un punto de muestreo (Prodan et al 1997).

ITEM	PROCEDIMIENTO
Constante K	$k = \frac{10000}{FAB}$
Angulo crítico para una pendiente de 15 grados	$\theta^1 = 2arcsen\left(\frac{k}{\cos \alpha}\right)^{-1}$
Área Basal por ha	$Gha = FAB \cdot m$
Número de árboles por ha	$Nha = FAB \cdot \sum \frac{1}{g_j}$
Volumen por ha	$Vha = FAB \cdot \sum \frac{v_j}{g_j}$
Suma de diámetros por ha	$Dha = FAB \cdot \sum \frac{d_j}{g_j}$
Diámetro promedio Aritmético	$Dm = \frac{Dha}{Nha} = \left[ \sum \frac{1}{d_j} \right] / \left[ \sum \frac{1}{d_j^2} \right]$
Diámetro promedio Cuadrático	$Dg = \sqrt{\left( \frac{Gha}{Nha} \cdot \frac{4}{\pi} \right)} = \sqrt{\frac{m}{\sum \frac{1}{d^2}}}$
Distancia crítica para árbol de 30 cm	$r_o = k \frac{d}{2}$

### ***Factor de área basal***

El muestreo puntual horizontal se empleó originalmente para estimar el área basal por hectárea. El término del factor de área basal (FAB), representa el aporte que hace cada árbol contado en un punto al área basal por hectárea (Prodan *et al*, 1997).

Cualquier FAB proporciona en teoría, estimaciones puntuales insesgadas del total por unidad de superficie. Sin embargo, la eficiencia y el riesgo de sesgamiento en las estimaciones varían según el FAB elegido.

La eficiencia de este tipo de muestreo, depende principalmente, según Prodan *et al* (1997) de los siguientes elementos:

- Densidad del rodal y distribución espacial de los árboles, que determinan la cuenta media por punto y su variabilidad.
- Visibilidad en el rodal, que junto con la densidad, determina el tiempo necesario para decidir la inclusión o exclusión de los árboles del entorno en la unidad.

Algunos autores recomiendan cuentas entre 5 y 15 árboles como las más adecuadas (Loetsch *et al*, 1973; Zoehrer, 1980; Husch *et al*, 1982; citados por Prodan *et al*, 1997).

El siguiente Cuadro presenta el rango de áreas basales asociadas a diferentes FAB, para cuentas promedio  $m$  entre 5 y 15 árboles.

**Cuadro 3.** Muestreo puntual horizontal con diferentes FAB por rangos de áreas basales para una operación eficiente (Prodan *et al*, 1997).

FAB (m <sup>2</sup> /ha)	Área basal (m <sup>2</sup> /ha), correspondiente a	
	m=5	M=15
1	5	15
2	10	30
4	20	60
10	50	150
20	100	300

Los instrumentos que pueden ser utilizados para establecer este tipo de parcelas de medición pueden ser:

- Un relascopio Bitterlich.
- Un prisma.
- Una placa de área basal.
- Una vara de área basal.
- Una combinación del brazo del observador con un objeto de ancho fijo (moneda, lápiz, etc.).

### ***El Relascopio de Bitterlich o Relascopio de Espejos***

La Figura 1 muestra el relascopio de espejos y sus escalas graduadas. Al visar por A se observa en el campo superior el árbol y su entorno, y en el campo inferior, B, una parte de las escalas. Una placa (C) es provista para controlar el brillo de la luz. Tres ventanas circulares (D) evitan obstrucciones a los ángulos de entrada de luz para ver las escalas. El botón (E) libera el péndulo que opera sobre las escalas y les permite desplazarse. Dos hoyos exteriores (F), permiten colgar el aparato sobre el cuello. Finalmente G, permite ajustar el aparato a un trípode (Bitterlich, 1984; Prodan *et al*, 1997).

Las bandas numeradas 1 y 2 permiten proyectar FAB de 1 y 2. La banda 1 más las cuatro bandas angostas a su derecha, que en total tienen el mismo ancho que la banda 1, proyectan un FAB de 4.

Al visar hacia un árbol a la altura de 1.3 metros, el operador libere el tambor pendular y la escala se desplaza, según la inclinación, de manera que el ancho de las bandas en el extremo superior del campo observado corresponda a ángulos críticos ajustados por la pendiente (Prodan *et al*, 1997).

La versión más moderna corresponde al modelo Metric CP, el cual puede operar con FAB de hasta 36 m<sup>2</sup>/ha. Este último puede combinar la medición de diámetros y de alturas, debido a la incorporación de una banda calibrada por distancia y pendiente (Bitterlich, 1984; Prodan *et al*, 1997).

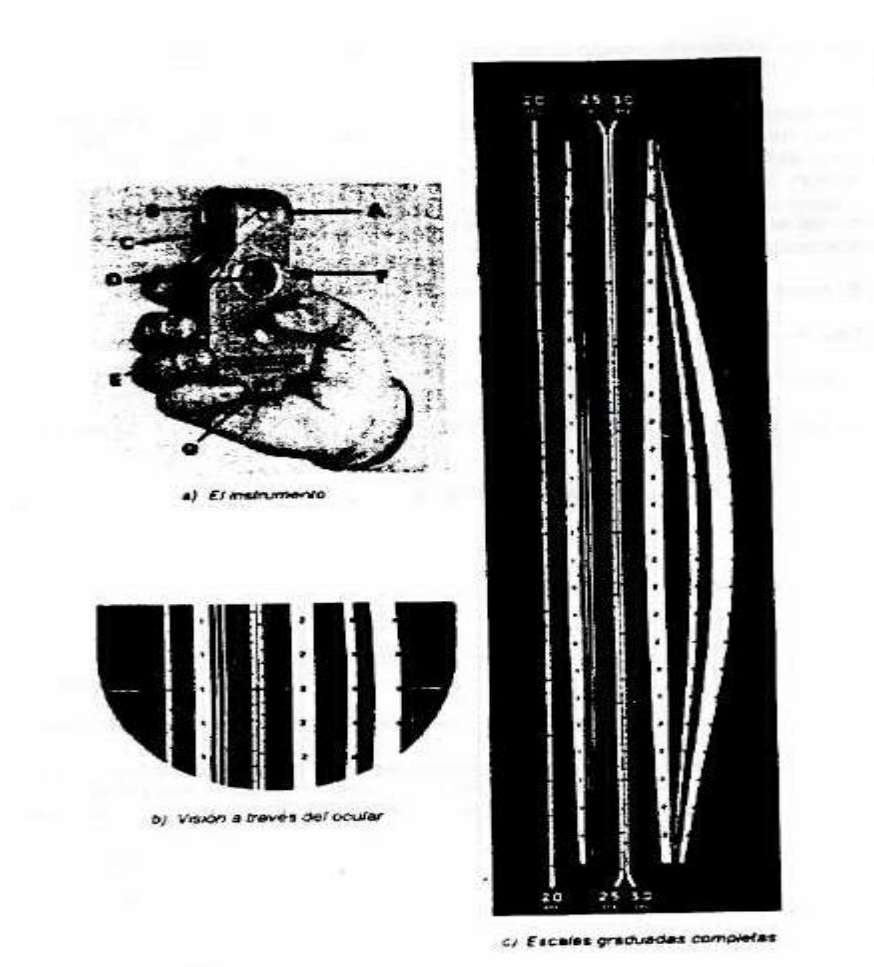
Kirchhoff *et al* (1986) citado por Prodan *et al* (1997), proponen el siguiente procedimiento para muestreo con relascopio de espejos:

El relascopio debe ubicarse exactamente sobre el punto de muestreo.

- Las visadas se realizan en los 360°, con el péndulo liberado.
- Al visar árboles inclinados, debe ladearse igualmente el relascopio.



- La parcela comienza con el árbol más cercano y progresa estrictamente en el sentido de los punteros del reloj.
- La altura de pecho se mide exactamente.



**Figura 1.** Relascope de espejos de Bitterlich (Prodan *et al*, 1997).

## PRINCIPALES VARIABLES A MEDIR EN EL CAMPO

### Medición de diámetros

La medición de diámetros es la operación más corriente y sencilla. En árboles en pie la altura normal del diámetro representativo del árbol es 1.3 metros desde el nivel del suelo medido sobre la pendiente. Por la altura de medición, se denomina diámetro a la altura del pecho (Prodan *et al*, 1997).

Cuando el árbol está creciendo sobre terreno inclinado, la altura del pecho se puede tomar a partir del lado más alto del suelo. En casos que los árboles crezcan inclinados la medición se hace a lo largo del tallo a 1.3 metros (Loján, 1966).

Cailliez (1980), menciona que el diámetro y la circunferencia de referencia deben ser medidos a 1.3 metros del suelo para árboles sin aletones y raíces aéreas que no sobrepasen el metro; y a 30 centímetros sobre el final de los aletones o de las raíces aéreas cuando sobrepasan el metro y si es posible debe indicarse la altura.

Prodan *et al* (1997) menciona que para la medición directa o indirecta de árboles en pie o de trozas, hay varios instrumentos disponibles basados en diferentes principios, como por ejemplo:

- La forcípula, ya sea finlandesa o de horcaja;
- La vara Biltmore;
- La forcípula de tarifa o sector de diámetro de Bitterlich;
- Los dendrómetros y forcípulas ópticas, como por ejemplo, el pentaprisma de Wheeler, el dendrómetro Barr and Stroud, el Zeiss Teletop, el relascopio y terrelascopio de Bitterlich, y el distancianómetro de Stöhr.
- La cinta diamétrica o huincha.

Esta última puede ser de acero, material plástico o fibra de vidrio altamente estable. Está graduada en unidades “pi” ( $\pi$ ) y permite medir directamente el diámetro, al rodear el tronco a la altura deseada, cuidando que ella se ubique en un plano exactamente perpendicular al eje longitudinal del fuste.

Entre sus grandes ventajas están su facilidad de transporte y comprobación de estado, el amplio rango de dimensiones para las cuales, es útil y la precisión con que permite efectuar las mediciones. Esta última ventaja lo hace recomendable para parcelas experimentales y estudios de crecimiento (Assmann 1957,1961; Müller 1958; Hummel *et al*, 1959; citados por Prodan *et al*, 1997).

Su principal desventaja es que, en secciones no circulares, que son la mayoría, sobrestima sistemáticamente el diámetro (Bruce y Schumacher, 1965; Prodan *et al.*, 1997).

### **Medición de alturas**

Loján (1966) señala que la altura es una variable necesaria para estimar el volumen, el crecimiento, para la clasificación de sitios y que según la parte del árbol que se desea medir se distinguen:

- Altura total.
- Altura del Fuste.
- Altura de la copa.
- Altura comercial.

Va del suelo hasta el ápice de la copa. Va del suelo hasta la base de la copa. Es la diferencia de las dos anteriores.

Es la parte del fuste que puede utilizarse o aprovecharse para la venta. Está limitada por el diámetro en la parte superior, o por los defectos (nudos, torceduras) en la última troza comercial. Depende de los requisitos comerciales de la región.

De acuerdo a Cailliez (1980), la altura total de un árbol es la longitud de la línea recta que une el pie del árbol con la yema terminal del tallo.

Debido a que un árbol no siempre es recto y perpendicular, se puede incurrir en errores de medición que sobrestimarían o subestimarían la altura real. Bruce y Schumacher (1965) señalan que para reducir el error de medición en árboles inclinados, se deben medir desde una posición en que la inclinación del árbol sea hacia un lado del observador. Según Loján (1966), las causas pueden provenir de los instrumentos empleados, de la distancia del observador y la altura del árbol, la inclinación del terreno y especialmente del entrenamiento del observador

De acuerdo con Prodan *et al.* (1997), los instrumentos utilizados para la medición de alturas se pueden clasificar en tres tipos:

- Hipsómetros basados en principios geométricos, entre los que tenemos al Hipsómetro de Christen, el Hipsómetro Vorkampff-Laue y el Hipsómetro Merritt.
- Hipsómetros basados en principios trigonométricos, entre los que sobresalen el Blume-Leiss y Haga, el nivel de Abney y el clinómetro Suunto, variando solo los mecanismos y el aspecto externo.
- Hipsómetros de última generación, los cuales permiten, mediante avanzada tecnología, la captura y procesamiento de los datos en terreno. Sobresalen la forcípula Mantax Computer, el hipsómetro Vertex y el Criterion.

## **EVALUACIÓN DE CALIDAD**

Para evaluar el desempeño de las plantaciones existen sistemas, como el propuesto por Murillo y Camacho (1992); Camacho (1995); Murillo y Camacho (1998) donde se establece la evaluación de factores que pueden incidir en la calidad de la madera, en sus propiedades y en el rendimiento durante el proceso de aserrío (Montero, 1996; Rodríguez, 1997).

Los criterios cualitativos y cuantitativos usados en la metodología de evaluación de fustes y trozas, incluyen la rectitud e inclinación del fuste, rectitud de las diferentes trozas en el tronco, presencia de ramas gruesas, número de ramas en la troza y defectos en las diferentes secciones del tronco (Camacho, 1995; Murillo y Camacho, 1998), así como la clasificación de los árboles y trozas en cuatro categorías de calidad: calidad 1 o excelentes, calidad 2 o con defectos leves, calidad 3 o con limitaciones para su utilización en aserrío y calidad 4 o no aserrables.

### **Índices de calidad para la reforestación en Costa Rica.**

Murillo (en prensa) propone 5 índices de calidad que permiten estimar certeramente el nivel de calidad y potencial productivo de una plantación forestal. Estos índices requieren de una información previa obtenida a partir del muestreo de una plantación, donde se haya estimado el número de árboles/trozas/volumen comercial en pie por hectárea para cada una de las cuatro categorías de calidad.

Los índices propuestos son los siguientes:

1. **Índice de Calidad General**,  $I_{CGEN} = \left( \frac{N_1 \cdot 1 + N_2 \cdot 2 + N_3 \cdot 3 + N_4 \cdot 4}{N_1 + N_2 + N_3 + N_4} \right)$

Este índice producirá valores que oscilarán desde 1.0 hasta 4.0. Valores cercanos a 1 serán de plantaciones de la más alta calidad.

2. **Índice de Cosecha**,  $I_{COS} = N_1 + N_2$

Este índice permite comparar entre plantaciones de diferente edad, manejo, composición de especies, etc. Se basa en la cantidad de individuos presentes por ha de calidad 1 y 2, ya que las categorías calidad 3 y 4, son normalmente eliminadas durante los raleos.

3. **Índice de Calidad Máxima**,  $I_{MAX} = \left( \frac{N_1}{250} \right) \cdot 100$

Estima rápidamente que tan distante se ubica una plantación forestal evaluada del nivel máximo de calidad posible.

4. **Índice de Calidad de Trozas**,  $I_{CTROZ} = T_1 + T_2$

Plantaciones con > 1600 trozas/ha de calidad 1 + 2 son excelentes y aquellas < 800 trozas son inaceptables para la producción forestal.

5. **Índice de la Calidad de la Productividad**,  $I_{CPROD} = IMA_{V1+V2}$

Aquellas plantaciones con un  $IMA_{V1+V2}$  (árboles de calidad 1 y calidad 2)  $\geq 15 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$  son consideradas como excelentes, con valores  $< 7 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$  son inaceptables.

## GENERALIDADES DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El propósito del levantamiento topográfico es facilitar el planeamiento y diseño de una red de extracción que minimice las alteraciones en suelos, pendientes, cursos de agua y otros sitios sensibles. Además, permite adquirir información complementaria a la obtenida mediante el inventario, pues mientras el inventario enfatiza en el recurso madera, el levantamiento topográfico lo hace en los recursos suelo, agua. Los datos de campo incluyen: porcentaje de pendiente, distancia y rumbo marcado por la brújula medido a lo largo de una serie de puntos de referencia fijos, junto con apuntes sobre arroyos, caminos antiguos y otras características de importancia (Maginnis *et al*, 1998).

El arte de los levantamientos topográficos pueden perfeccionarse únicamente por una larga práctica de campo. El técnico debe ser capaz de elegir los puntos que brinden la máxima información sin omitir un punto necesario; además de efectuar un croquis de accidentes topográficos de la zona a levantar (Kissam, 1966; citado por Mata, 1981).

Existen instrumentos de mano que pueden utilizarse eficazmente para realizar un levantamiento topográfico, como por ejemplo: la brújula, el clinómetro Suunto y la cinta métrica de tela.

### **Cinta métrica**

Las cintas métricas de tela están fabricadas de lino, dacron y pueden tener una fina apertura en la carrucha (polea) para proveer fortaleza y limitar las deformaciones por el uso de la longitud y la humedad. Estos tipos de cintas tienen varias longitudes, siendo la más popular la de 30 metros, y son usadas para muchos tipos de medidas donde una alta precisión no es requerida. Algunas presentan las unidades métricas de un lado, graduadas en metros, centímetros y milímetros (Kavanagh y Bird, 1992).

Existen una serie de fuentes de error de medición a la hora de utilizar una cinta métrica, de acuerdo con (Kavanagh y Bird, 1992), como por ejemplo:

- Errores sistemáticos

1. Pendiente
2. Errores en la lectura de la medición en la cinta
3. Temperatura
4. Tensión
5. Curvatura de la cinta

- Errores aleatorios

1. Pendiente
2. Temperatura
3. Tensión y curvatura

4. Alineación
5. Marcaje de estaciones

### **Brújula de mano**

La brújula de mano es un instrumento que permite tomar un azimut. Un azimut es la dirección de una línea que genera un ángulo que comienza del norte y termina en un meridiano. Tienen un rango de  $0^\circ$  a  $360^\circ$ . Valores superiores a  $360^\circ$ , comunes en datos computadorizados, son simplemente reducidos por  $360^\circ$  al final (Kavanagh y Bird, 1992).

### **DISEÑO DE UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

Maginnis *et al* (1998), señala que la conversión de pendientes y el cálculo de la distancia y la orientación en coordenadas x, y, z (latitud, longitud y altitud relativas, respectivamente), así como la interpolación de estas coordenadas con las curvas de nivel en una cuadrícula, requiere que se realicen procesos matemáticos complejos que son prácticos si se utilizan computadores y programas especializados.

Estos datos de campo sin procesar se convierten en coordenadas relativas x, y, z mediante trigonometría simple. Esto genera una distribución irregular de puntos topográficos de referencia, el cual es utilizado por el programa de computadora para determinar el patrón de curvas de nivel, calculando la altura de cada punto lo más aproximadamente posible.

Igualmente, Maginnis *et al* (1998), explica que es necesario tomar medidas de cambios en las pendientes cada vez que estas sean abruptas, a ambos lados de la pica, con el fin de generar un mapa más fiel a la topografía real del terreno.



## VARIABLES A MEDIR

El Cuadro 4 señala las variables que se medirán en un levantamiento topográfico son: punto de partida (punto de amarre), carril de inventario, azimut, distancia, pendiente, arroyos, caminos, etc.

**Cuadro 4.** Variables básicas anotadas durante el levantamiento topográfico (Maginnis *et al*, 1998).

Variable	Comentarios
Punto de Partida (Punto de Amarre)	Todas las coordenadas x, y, z se calculan con relación a este punto. Es importante que esté bien definido en las notas de campo. Se puede tomar a partir de una hoja cartográfica o mediante el uso de un GPS. (Ortiz, 1998; citado por Fallas, 2000)
Carril de Inventario	Es una referencia útil a la hora de manejar los datos.
Azimut	El azimut se debe medir proyectando una línea que vaya recta a una baliza que el asistente sostendrá para tal efecto.
Distancia	En el mejor de los casos evite medir distancias superiores a los 30 metros y un solo paso, esto para evitar el error por catenaria, si la línea se proyecta con un rumbo fijo por mucha distancia sume paso a paso esta y anote un solo azimut.
Pendiente	Se recomienda registrarla en porcentaje.
Arroyos, caminos, etc. (Observaciones)	También deben registrarse los accidentes geográficos, anotándolos en las hojas de campo o levantando un croquis topográfico que indique los puntos más cercanos. Si los arroyos que cruzan las líneas de inventario, se recomienda tomar dos lecturas perpendiculares, una arroyo arriba y otra arroyo abajo.

## CUADRILLA DE CAMPO Y EQUIPO

Suponiendo que los carriles ya fueron abiertos con anterioridad, el personal y el equipo necesario para el levantamiento topográfico se muestran en el Cuadro 5.

**Cuadro 5.** Recursos necesarios para efectuar el levantamiento topográfico.

Personal	1 técnico forestal 1 asistente de campo
Equipo	1 clinómetro 1 brújula 1 cinta métrica

## **Procedimiento de campo**

Maginnis *et al* (1998) establece un procedimiento de campo bastante eficiente para realizar levantamientos topográficos. A pesar de está dirigido a levantamientos en inventarios en bosques naturales, se adapta fácil y claramente a plantaciones debido a la sencillez de sus anotaciones, y que expresa la importancia de simplificar labores para ahorrar tiempo y costos. Como en todos los procedimientos de recolección de datos, habrá mayor rendimiento si los carriles se han abierto anteriormente y se han marcado las distancias.

Comenzando desde el punto de inicio en la base, el técnico forestal mide el azimut y la pendiente al siguiente punto de referencia y anota la distancia que los separa (generalmente 25 metros). Es importante recordar que cuando se mide la pendiente, el clinómetro debe fijarse en el siguiente punto de referencia a la altura de la cabeza. Si las lecturas se hacen fijando el clinómetro en el siguiente punto de referencia al nivel del suelo, el efecto será reducir la coordenada z en X metros de la altura de la cabeza para cada medición. Esto resultará en una sobreestimación de la pendiente cuando se está midiendo cuesta abajo (menor pendiente) y una subestimación cuando se esté midiendo cuesta arriba (mayor pendiente). El grado de distorsión dependerá del nivel del terreno y del número y la distancia entre puntos topográficos de referencia. (Maginnis *et al*, 1998)

Continuando, Maginnis *et al* (1998) menciona que una vez que se han tomado las primeras mediciones, el técnico continúa hacia el próximo punto de referencia (aquel donde se fijó la mira para tomar la primera medición) y se repite el proceso. De esta manera se forma una cadena de puntos de referencia a lo largo de los carriles. Debido a que las coordenadas x, y, z para cada punto de referencia se calculan en relación con el punto inicial del levantamiento, es muy importante que no haya vacíos de información a lo largo de la cadena dentro del carril o entre carriles. Cualquier ruptura en la cadena impide determinar las coordenadas topográficas de ese punto en adelante.

La inclusión de medidas perpendiculares a los carriles aumentará la confiabilidad del plano de curvas de nivel. A diferencia de los puntos de referencia ubicados a lo largo del carril aquellos que se usen para las mediciones perpendiculares no se han marcado con anterioridad, lo cual no debe significar ningún problema. (Maginnis *et al*, 1998)

Cuando el técnico decida que se necesita una medición especial, se debe medir el azimut y la pendiente de un punto seleccionado que esté a menos de 20 metros en línea perpendicular al carril. También debe anotarse la estimación de la distancia entre el carril y el punto de referencia a la medida más cercana. Como el punto de referencia activo ahora está ubicado a 20 metros del carril, la localización del técnico sobre el carril debe moverse de nuevo antes de continuar. Esto se hace sin salir del carril marcando una entrada adicional en la hoja de campo; se usa el rumbo anterior, la pendiente contraria y la distancia de la medición anterior. Si no se hace esta corrección el resultado se obtendrán coordenadas desalineadas durante el procesamiento de los datos. (Maginnis *et al*, 1998)

Según Maginnis *et al* (1998), la frecuencia con que se deben hacer estas mediciones dependerá del terreno. El técnico deberá hacer dos mediciones al menos cada 150 metros, con mayor frecuencia si la topografía es muy quebrada. Además de las mediciones regulares deben efectuarse otras adicionales cuando la pendiente perpendicular al carril sea notoriamente diferente a la del carril propiamente dicho. Características especiales como un arroyo que corra paralelo pero no cruce el carril, deben registrarse mediante una medida perpendicular cada 25 metros.

## SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

El uso de un sistema de información geográfico (SIG) es una solución eficiente en el manejo integrado de la información sobre recursos naturales y mapas. Un SIG es esencialmente un sistema de programas computacionales usados para almacenar, organizar, recuperar y analizar datos sobre los recursos de acuerdo con las relaciones espaciales. La información se guarda en un formato de base de datos organizada de acuerdo con su ubicación espacial, por lo que, un SIG, constituye una representación simbólica de lo que realmente existe en el terreno. Incorporada dicha información al sistema, los datos pueden ser recuperados y analizados en formatos que respondan a la resolución de problemas espaciales específicos del manejador del recurso (Prodan *et al*, 1997).

Es necesario considerar que un SIG no está destinado únicamente a la producción de cartografía, sino que constituye una poderosa herramienta para el almacenamiento, administración y uso de la información cartográfica y de atributo existente (Prodan *et al*, 1997).

### **Ambiente computacional**

De acuerdo con Prodan *et al*. (1997), un SIG debe contener los siguientes elementos interrelacionados en su instalación:

**Computador:** corazón de la configuración elegida y determina el tiempo de operación o de respuesta de un SIG.

**Unidad de disco:** sistema magnético de almacenamiento de la información.

**Unidad de cinta:** unidad magnética de almacenamiento masiva, facilita el archivo de información histórica o de elementos de la base de datos que no se necesita estén en línea en un momento determinado.

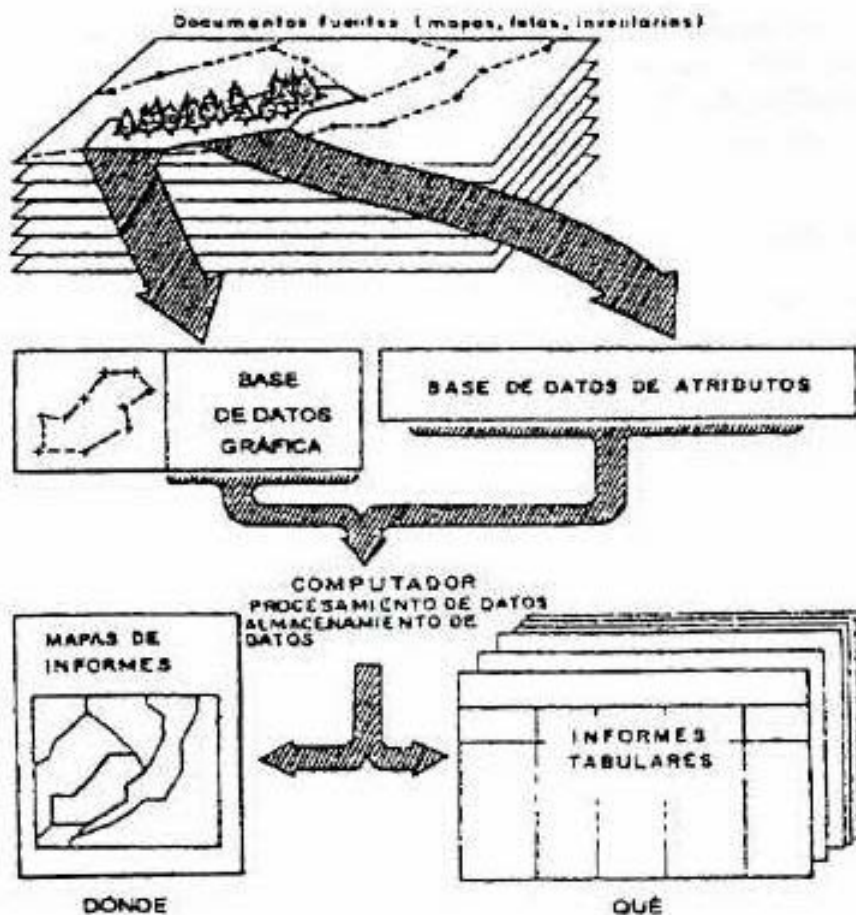
**Mesa digitalizadora:** Permite el ingreso manual de la información gráfica al SIG. Permite actualizar y corregir la información gráfica.

**Pantallas gráficas y alfanuméricas:** son los elementos de comunicación y despliegue de la información gráfica contenida en la base de datos.

**Impresora de Líneas:** elemento para la reproducción de informes.

**Plotter:** instrumento de dibujo computacional manejado por el SIG, que permite obtener cartografía de calidad.

Dentro de un SIG debe existir una concepción de base de datos que permita el uso independiente de la parte gráfica y de los atributos, así como su integración, administrando la información de ambos conjuntos de datos en la misma unidad, como se muestra en la Figura 2.



**Figura 2.** Manejo integrado de las bases de datos gráfica y de atributos de un SIG (Prodan et al, 1997).

## **Funciones de análisis y servicios**

***Superposición de mapas temáticos (“overlay”):*** El SIG deberá de ser capaz de superponer información temática diversa, procedente de distintas capas de datos, manteniendo las posiciones geográficas correctas, como por ejemplo: una capa de puntos con otra de polígonos; o una de líneas con otra de polígonos, etc. En todos los casos debe salir un tercer archivo (mapa).

***Análisis de visibilidad:*** Función que permite situarse en cualquier parte del plano (debe contarse con información de elevación) y determinar áreas visibles o invisibles desde esa localización.

***Análisis de proximidad:*** Creación de líneas licitantes o distancias licitantes o zona (buffer) y superponerlas en los mapas.

***Definición de polígonos o áreas homogéneas:*** Producción de mapas que contienen áreas homogéneas con respecto a características del terreno tales como pendientes, mapa de rangos de pendiente, elevación, mapas de rangos de elevaciones y exposición.

***Emisión de informes:*** Las rutinas de dibujo deben proporcionar como mínimo los siguientes servicios: dibujo a escala, simbología caminera y de red hídrica, inclusión de nombres en el mapa, otros símbolos (Prodan *et al*, 1997).

## **Beneficios de un SIG**

- Eficiencia en el acceso y uso de las bases de datos y registros sobre el recurso de manejo.
- Mayor exactitud de la información que llega al usuario final.
- Mayor productividad.
- Mejora en la información para la toma de decisiones.
- Mayor acceso a información actualizada en la organización.

- Eliminación en la duplicación de esfuerzos.
- Eliminación de los registros en papel.
- Mejor servicio a los usuarios. (Prodan *et al*, 1997).

## **SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL SATELITAL (GPS)**

Este sistema fue diseñado y desarrollado en los Estados Unidos por el Ministerio de Defensa y la Marina para establecer la posición de un objeto determinado en cualquier punto de la Tierra, con fines militares. El éxito de este sistema hace que su uso se extienda al área civil y así, desde principios de 1980, se utiliza en las ciencias de la Tierra (Prodan *et al*, 1997).

### **Descripción del sistema GPS**

Su utilizan una constelación de satélites y un georeceptor. Indica la posición del punto en coordenadas de latitud, longitud y altitud. Este nuevo sistema está constituido por tres partes:

- **Los satélites:** Orbitan a 20 000 kilómetros de altitud aproximadamente. Existen 24 satélites activos, las 24 horas del día. Transmiten su posición por medio de señales de radio.
- **Sistema de control:** Está conformado por cinco estaciones rastreadoras, encargadas del monitoreo de las órbitas de los satélites, su funcionamiento, correcciones, etc.
- **Usuarios:** Constituidos por los receptores, militares o civiles, para navegación o geodésicos, de diferentes marcas.

## **Bases del sistema**

El sistema funciona basado en cinco principios:

1. Realización de una trilateración desde las antenas a los satélites.
2. Medición de la distancia entre antena y satélite, mediante el tiempo de viaje de las radioseñales.
3. Determinación precisa del tiempo por medio de relojes atómicos en cada satélite.
4. Determinar las posiciones de los satélites para cualquier instante de tiempo.
5. Aplicar las respectivas correcciones al retardo que sufre la señal por las distintas capas de la atmósfera que cubren la tierra.

## **Metodología de trabajo de un GPS**

Los GPS pueden utilizarse en dos modalidades de trabajo:

***Medición individual:*** Realizado mediante un solo receptor, donde las mediciones son *poco* precisas, entre 30 a 50 metros, según la calidad de los instrumentos. Usado para navegación, posicionamiento de terreno, etc.

***Medición simultánea o método diferencial:*** Utiliza como mínimo dos receptores en forma simultánea, donde uno se sitúa en coordenadas conocidas.

## **Precisión**

Dependen de dos factores: el equipo y el tipo de medición; y el factor *S/A* o disponibilidad selectiva, que es un error inducido por el Departamento de Defensa para usos militares.



- *Medición individual (Prodan et al 1997):*

$\pm 15$  m en 2D ó 3D, posición fija individual.

$\pm 12$  m en 2 D ó 3D, con promedios.

$\pm 20$  m en 2D y 3D.

Actualmente la precisión en los receptores puede alcanzar valores entre los  $\pm 4$  y 6 metros. En el 95% de los casos puede alcanzar un error menor a 10 m (Ortiz, 1999; citado por Fallas, 2000)

## METODOLOGÍA

### ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en las plantaciones de Bosque Puerto Carrillo S.A. en la península de Nicoya, Guanacaste. La finca en Palo Arco tiene una extensión de 1998.6 ha, y está situada cerca de la costa oeste de la península (coordenadas 9° 50' N – 85° 13' E).

Desde 1991 hasta 1994, 1619 hectáreas de Teca han sido plantadas con el propósito de producción. Las áreas no cultivadas se han convertido en zonas de protección o son dedicada a la infraestructura, tal como se muestra a continuación en el Cuadro 6.

**Cuadro 6.** Tipo de uso de suelo en las plantaciones de Palo Arco (Bosque Puerto Carrillo, 1 999b).

Tipo de uso de suelo	Cantidad en has	% por uso de suelo
Plantación de Teca	1619	81.0
Infraestructura	49.6	2.5
Bosque Natural	330	16.5
<b>Total</b>	<b>1998.6</b>	<b>100.0</b>

Las plantaciones de Teca en la finca de Palo Arco, tenían un distanciamiento original entre árboles de 2.5 metros a 3 metros, por lo que se toma como supuesto una densidad inicial de 1111 árboles por hectárea (González, 2000; citado por Fallas, 2000).

La Zona de vida en Palo Arco es Bosque Húmedo Tropical, con un rango de precipitación entre 1950 y 3000 mm anual. La biotemperatura media anual oscila entre 24 y 25<sup>0</sup>C, mientras que la temperatura varía entre 24 y 27<sup>0</sup>C como promedio anual (CENTRO CIENTÍFICO TROPICAL, 1993).

## DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE A EVALUAR

- **Nombre científico:** *Tectona grandis* L.f
- **Familia:** Verbenaceae

*Tectona grandis* L.f es originaria de Birmania, Tailandia y algunas partes de la India (CATIE, 1991).

Requiere de climas con una estación seca bien definida (3 a 5 meses), con temperaturas medias anuales entre 22 y 28 °C, una precipitación media anual de 1650 a 2500 mm y altitudes entre los 0 y 1000 msnm (CATIE, 1991).

Se adapta a gran variedad de suelos, pero prefiere los franco-arenosos o arcillosos, profundos, fértiles, bien drenados y con pH neutro o ácidos (CATIE, 1991).

Entre los factores limitantes más importantes para la especie se consideran los suelos poco profundos, compactados o arcillosos, con bajo contenido de calcio o magnesio, con pendiente, mal drenaje y altitudes mayores a los 1000 msnm (CATIE, 1991).

También los sitios bajos con alta precipitación o sin un período seco marcado de tres meses o mal drenaje (Laurie, 1975 citado por CATIE, 1991).

Las áreas relativamente planas de colinas con suelos compactados, duros, arcillosos o arcilloso limosos, así como los suelos planos con un estrato superficial de arena, han demostrado no ser aptos para la especie. Así mismo, los suelos lateríticos, duros y arcillosos, o los suelos profundos secos o arenosos. Por poseer hojas muy grandes que captan gran cantidad de agua de la precipitación, la especie puede provocar la erosión del suelo, si se planta en sitios con pendiente sin utilizar ningún sistema de control de escorrentía (Ross, 1959; Streets, 1962; CATIE, 1989 citados en CATIE, 1991).

La teca es de crecimiento más rápido que otras especies nativas o con similar calidad de la madera (caoba). La teca se reconoce desde antaño por la excelente calidad de la madera, que la convierte en una de las maderas más valiosas y versátiles que existen. Se ha cultivado con éxito en Costa Rica desde 1940 y parece que la madera de teca producida en la región tropical seca de Costa Rica, presenta la mejor calidad de la madera (Bosque Puerto Carrillo, 1 999b)

## **RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

### **Levantamiento de campo**

Se realizó un levantamiento topográfico en ocho lotes de la finca: Cortes Baja (6), Cortes Alta (7), Bella (8), Conejo (9), Mango (12), Alvarado (17), Samuel (32) y Fausto (35) (Ver Figura 3 para su ubicación dentro de la finca). La selección de estos lotes se basó principalmente en un objetivo, éstos serán sometidos a raleo en el año 2002

El levantamiento se realizó de la siguiente manera: primero, se levantó el perímetro de cada lote. Luego se levantó el interior de cada lote, por medio de carriles ubicados de tal forma que abarcaran la mayor cantidad y representatividad del terreno posible dentro de cada lote.

Se utilizó la unidad GPS Garmin 45 para amarrar los lotes 6, 12 y 32; el resto se amarraron de estos tres lotes con excepción del lote 17, el cual se amarró de una foto aérea georeferenciada. El carril principal se amarró de algún punto conocido del perímetro.

En la mayoría del levantamiento se contó con una cuadrilla de dos ayudantes, uno para abrir los carriles y otro de asistente del levantamiento. Posteriormente, la cuadrilla se amplió a tres ayudantes para agilizar la apertura de carriles en el lote 17.

Una vez ubicado el carril principal se determinó el azimut a seguir. Sobre el carril principal se ubicaron los carriles secundarios cada 75 metros sobre el terreno, perpendiculares al carril principal (excepto el lote 17, en el cual se ubicaron inicialmente cada 50 metros pero luego se ubicaron cada 100 metros para agilizar el trabajo).

El ayudante que abría el carril, sabiendo la dirección a seguir colocaba balizas cada cierta distancia o cambio de pendiente, para facilitar la medición. En el levantamiento se tomó la distancia sobre el terreno, azimut, pendiente, tipo de cobertura sobre el punto de medición, y observaciones sobre ríos y quebradas. Además se marcó el punto donde se ubicaron las parcelas de área variable

Esta información se recolectó con una cinta métrica de 30 metros de longitud, un clinómetro Suunto, una brújula y un GPS.

### **Elaboración de mapas**

La información del levantamiento de campo fue procesada en una hoja de cálculo de Excel, para crear una base de datos que sea empleada para la preparación de los mapas por medio de los distintos programas computacionales facilitados (Surfer, Idrisi, ArcView, AutoCad).

Para la obtención de las áreas de los lotes evaluados, así como para elaborar los mapas de los linderos de los mismos, se utilizó la metodología para determinar “Errores y Cierre de la poligonal” propuesta por Ortiz (1999).

Se elaboraron las siguientes capas para crear los diferentes mapas de cada uno de los lotes evaluados:

Mapa de linderos.

Mapa de curvas de nivel.

Mapa topográfico (3D).

Mapa de ríos y quebradas.

Mapa de caminos.

Mapa de tipos de cobertura presentes en cada lote.

Mapa con información dasonómica del rodal (Número de árboles por hectárea, área Basal, volumen).

Mapa de pendientes, donde se distinguen tres categorías, de acuerdo con los requerimientos de la empresa: de 0 a 30% de pendiente, donde puede circular cualquier vehículo para efectos de la extracción de la madera; de 30 a 50% de pendiente, sólo se puede utilizar el skidder para extraer la madera; más de 50%, ningún vehículo puede circular, es necesaria la aplicación de otro método para la extracción de madera, como por ejemplo el uso de cable.

### **Muestreo**

Se realizó un muestreo sistemático con parcelas de área variable en línea. Las parcelas se ubicaron sobre los carriles secundarios y con separación cada 80 metros sobre el terreno.

Los estadísticos para el muestreo sistemático con parcelas de área variable en línea se calcularon de la siguiente manera:<sup>2</sup>

- **Media poblacional:**  $y = \sum x_i / n$

- **Total:**  $T = y * A$  (Área del lote)

- **Desviación estándar:** Se debió asumir que el muestreo es aleatorio

$$S = (\sum (x_i - y)^2 / (n - 1))^{1/2}$$

- **Error estándar:**  $Sy = S / (n)^{1/2}$

- **Error de muestreo absoluto:**  $E = Sx * t_{\alpha/2 ; n - 1}$  grados de libertad

- **Error de muestreo relativo:**  $\%E = (E / y) * 100$

- **Límite de confianza superior:**  $Ls = y + E$

---

<sup>2</sup> ORTIZ, E. 1999. Muestreo Sistemático. Notas del curso de Inventarios Forestales. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

- **Límite de confianza inferior:**  $Li = y - E$

### **Evaluación de las parcelas**

Una vez ubicado el punto donde se establecería la parcela, se contaba la cantidad de árboles a medir por medio del Relascopio Métrico de Bitterlich, utilizando la banda del factor área basal (FAB) de 2.

Cuando se conocía qué árbol entraba en la parcela para su medición, se recolectaba la siguiente información:

**Diámetro:** a 1.3 metros sobre el suelo (Dap) medido con cinta diamétrica.

**Altura:** total (hasta el ápice) y comercial (hasta 15 cm de diámetro), medida con el relascopio.

**Calidad del árbol:** Se aplicó la metodología desarrollada por Camacho (1995) y Murillo y Camacho (1998). La metodología utilizada es la siguiente:

Calidad 1: Árbol recto, sin presencia de factores como ramas gruesas, bifurcaciones, protuberancias producto de poda natural o artificial, grano en espiral, gambas o aletones o cualquier otro tipo de daño en el fuste; libre de cualquier daño que pueda redundar en el rendimiento del aserrío y producción de madera de buenas características estructurales. Dos o más trozas calidad uno.

Calidad 2: Árboles recto o ligeramente inclinado, con presencia de presencia de ramas delgadas y sin bifurcaciones, protuberancias producto de poda natural o artificial, grano en espiral, gambas o aletones o cualquier otro daño. Son árboles con algún defecto, pero que pueden dar al menos una troza calidad uno.

Calidad 3: En esta categoría se ubican tanto los árboles con algún potencial aserrable pero afectados por algún defecto mayor, como pudriciones, huecos, bifurcaciones, protuberancias producto de la poda natural como artificial, grano en espiral, gambas o bien si no es recto.

Calidad 4: Los árboles sin ningún potencial aserrable, útiles únicamente como biomasa. Se trata por lo tanto de árboles suprimidos, torcidos, inclinados o bifurcados, útiles solo para leña, carbón o astillas.

**Calidad de trozas:** Para evaluar la calidad de trozas se empleó la metodología utilizada por Camacho (1995) y Murillo y Camacho (1998), donde se establece:

Calidad 1: Trozas rectas o muy levemente torcidas, sin la presencia de ramas o protuberancias producto de la poda natural o artificial; libre de cualquier daño que pueda redundar en el rendimiento del aserrío y producción de madera de buenas características estructurales. Sin presencia de ramas. Esta troza producirá una buena porción (más del 50%) de madera de primera.

Calidad 2: Trozas rectas o ligeramente rectas, con ramas insertadas en un ángulo de 60° y sin la presencia de daños. Presencia de muchas ramas. El rendimiento de esta troza será inferior con respecto a la “calidad 1” y producirá “madera de segunda” (madera de inferior calidad o con características estructurales deficientes). Por ejemplo, madera con la presencia de muchos nudos, vivos o muertos.

Calidad 3: Trozas aserrables pero afectadas por algún defecto mayor. Como por ejemplo, con protuberancias, huecos, pudriciones, torceduras severas, grano en espiral, daños por plagas o enfermedades o que no sea recta. Se estima que el rendimiento de una troza en esta categoría no será mayor al 50%, al compararlo con una troza de calidad 2.

Calidad 4: Trozas no aserrables. Únicamente útiles como biomasa (leña o cualquier otro uso). Se incluyen en esta categoría aquellas trozas severamente torcidas, con defectos evidentes. En el proceso de cuantificación de trozas comerciales y su respectivo volumen se incluye todas aquellas trozas cuyo diámetro mínimo es inferior al mínimo establecido, las cuales no cumplen con el grosor mínimo para aserrío (Camacho, 1995).



Se realizó una evaluación por medio de los índices de calidad propuestos por Murillo (en prensa):

1. Índice de calidad general.
2. Índice de calidad de cosecha.
3. Índice de calidad máxima.
4. Índice de calidad de trozas.
5. Índice de calidad de la productividad.

**Cálculo del Área Basal, número de árboles por hectárea, y volumen comercial y total (Ortiz, 1999; citado por Fallas, 2000)**

- El área basal por ha (en m<sup>2</sup>/ha) para un punto de medición cualquiera se calculó de la siguiente manera:

$$G_i = FAB * N_i \text{ Donde: } G_i \text{ es el área basal por ha (m}^2\text{/ha)}$$

FAB es el factor de área basal, en este caso de valor 2.

N<sub>i</sub> es el número de árboles que entraron en el conteo en el punto "i".

- El número de árboles por ha para un punto dado (NAR<sub>i</sub>) se calculó por medio de la siguiente fórmula:

$$NAR_i = FAB * (D2) * 1/0.7854$$

Donde: FAB es el factor de área basal, en este caso de valor 2.

D2 es la suma de los inversos de los diámetros en metros al cuadrado de cada árbol contado en el punto "i";  $D2 = 1/d_1^2 + 1/d_2^2 + 1/d_3^2 + \dots$

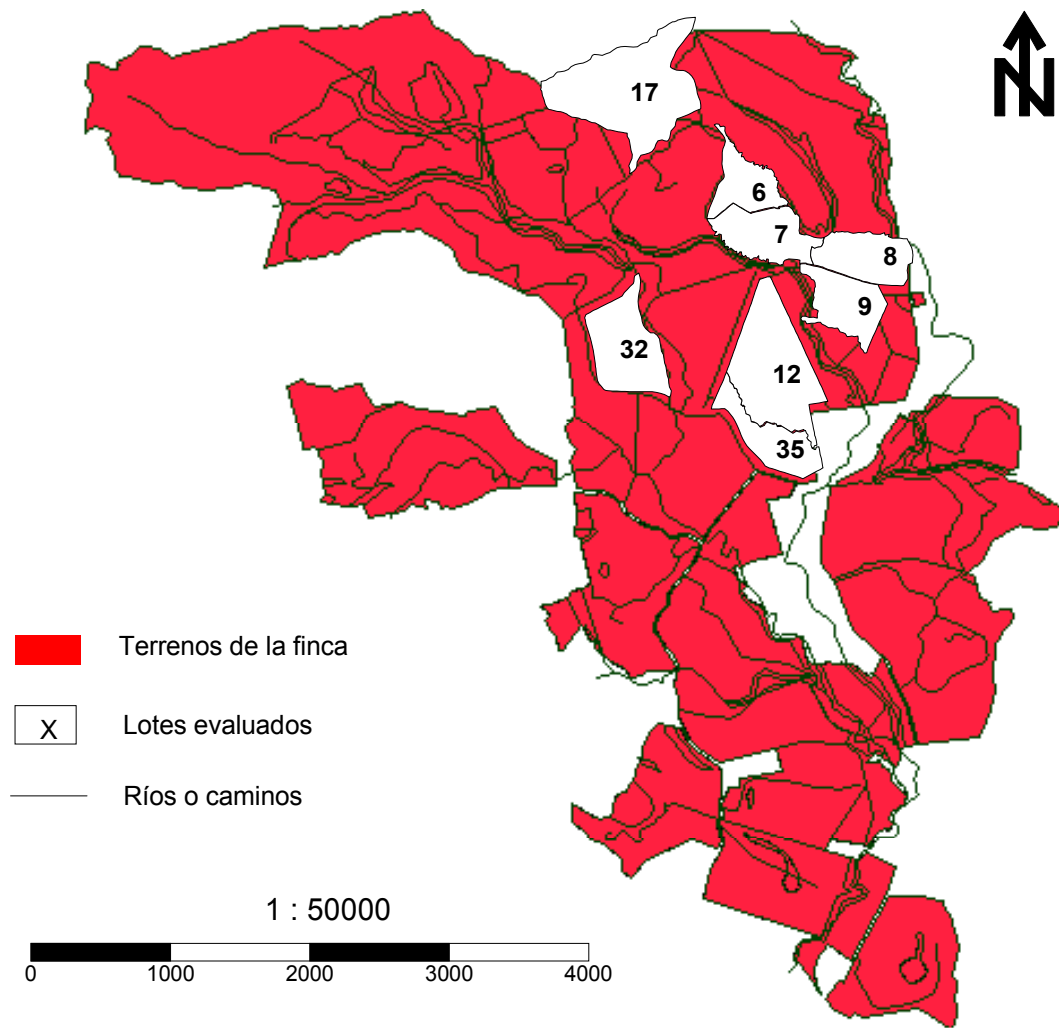
- El volumen tanto comercial como total para cada árbol en la plantación se calculó por medio de las fórmulas de volumen establecidas en el Resumen Público del Plan de Manejo de Bosque Puerto Carrillo S.A. (1999), donde se establece:

$$V_{tot} = 0.0128 + 0.00002242 * d^2 * H_{med}$$

$$V_{comercial} = -0.0178 + 0.000023 * d^2 * H_{med}$$

Donde:  $d$  es el diámetro a la altura del pecho (cm) y  $H_{med}$  es la altura total media (m)

Para cada parcela evaluada se utilizará el procedimiento anterior para el cálculo de las variables de área basal, número de árboles por hectárea y volumen comercial y total. Debe tenerse claro que cada árbol evaluado representa “n” cantidad de árboles por hectárea, por lo que el cálculo del área basal y del volumen se obtendrá multiplicando los valores de cada una de estas variables por el número de árboles por hectárea que representa cada árbol. También se calcularon los valores promedio para cada lote con sus respectivos errores de muestreo, considerando que se trata de una población infinita.



**Figura 3.** Ubicación de los lotes evaluados en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **ANÁLISIS GENERAL DE LA PLANTACIÓN EN LOS LOTES EVALUADOS**

#### **Análisis general del levantamiento de campo**

Mediante el recorrido y medición de los lotes evaluados en la plantación, se determinaron las diferentes variables tanto topográficas (área total, linderos, caminos, porcentaje de pendiente, tipo de cobertura presente) como las inherentes al rodal (área basal, volumen, número de árboles, calidad de los árboles, calidad de las dos primeras trozas), que se presentan en cada uno de los lotes evaluados.

Es necesario resaltar que aunque las mediciones se realizaron en la misma plantación, existe en ella una estratificación, por medio de lotes. La mayoría de estos lotes se encuentran separados por barreras, ya sea artificiales como caminos, y naturales como ríos o bosques naturales. Además, cada lote fue sembrado en años diferentes, lo que provoca una diferencia de desarrollo entre ellos. También, la variabilidad topográfica/relieve entre lotes, produce una alta diferenciación en crecimiento y desarrollo en los árboles en cada lote. Así se presentan mejores condiciones de sitio en los lugares con poca pendiente (planos) que en los lugares que presentan altas pendientes (laderas).

#### **Áreas totales de cada lote**

Analizando los datos de campo, se calculó el área total de cada uno de los lotes, de acuerdo con la poligonal establecida durante el levantamiento, tratando de ubicar siempre sus límites, tanto en el mapa como en el terreno. El área se determinó con la ayuda de la metodología propuesta por Ortiz (1999) "Errores y Cierre de la poligonal". El resultado obtenido de estas mediciones se comparó con los datos existentes en la empresa acerca del área conocida en cada uno de los lotes evaluados, la cual se presenta en el Cuadro 7.

**Cuadro 7.** Área total reportada por la empresa, área total calculada a partir del levantamiento del terreno y área total calculada a partir de foto aérea en los lotes evaluados en una plantación de *Tectona grandis* de Panamerican Woods en la Finca Palo Arco, Nandayure, Guanacaste. 2001.

Lote		Año de Plantación	Área Total (ha)		
No	Nombre		Reportada	Calculada <sup>1</sup>	Calculada <sup>2</sup>
6	Cortes Alta	1991	36.0	16.7	19.7
7	Cortes Baja	1991	41.0	22.6	16.9
8	Bella	1991	22.0	21.3	21.3
9	Conejo	1992	26.0	21.2	18.2
12	Mango	1991	45.0	46.5	43.8
17	Alvarado	1992	22.0	59.9	65.2
32	Samuel	1991	41.0	30.9	27.7
35	Fausto	1991	29.0	19.7	23.1
<b>Total</b>			<b>262.0</b>	<b>238.8</b>	<b>235.9</b>

<sup>1</sup> Área calculada a partir del levantamiento del terreno.

<sup>2</sup> Área total calculada a partir de foto aérea.

Fuente: Anexo 10

En el Cuadro 7 se observa como existen grandes diferencias en las áreas totales, si se comparan las áreas reportadas con las calculadas, tanto mediante el levantamiento del terreno como a partir de fotografía aérea en los lotes evaluados, a excepción de los lotes 8 y 12, donde la diferencia es mínima. Si se comparan ambos métodos por los cuales fueron calculadas las áreas de los lotes, se nota como la diferencia entre ellos es mínima o ninguna, donde la máxima diferencia se presenta en los lotes 7 y 17.

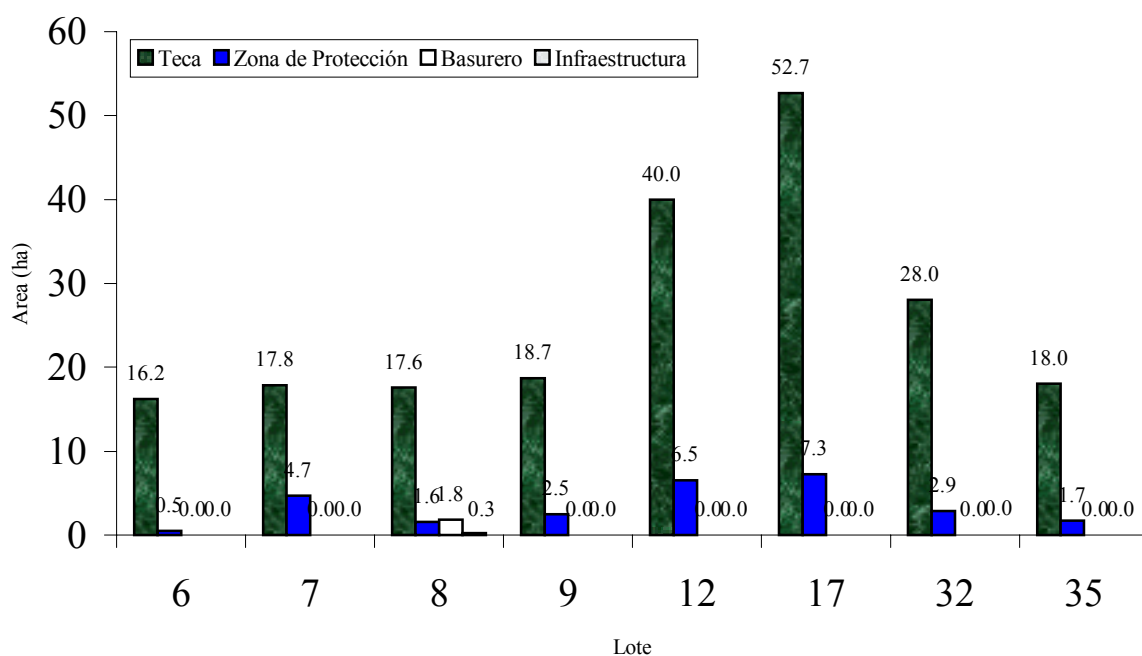
Los resultados obtenidos mediante un levantamiento topográfico por los linderos de cada lote, en coordenadas reales (Lambert Norte), calculados por medio del procesamiento de los datos de campo (coordenadas x, y) y corregidos mediante el proceso de error de cierre, son muy confiables, y presentan errores mínimos producto de la medición.

La existencia de claras diferencias en la concordancia de los datos (excepto los lotes 8 y 12), indica que se produjeron errores en las mediciones anteriores del área de cada lote. Dichas diferencias oscilan entre 10 y 35 ha. En el trabajo realizado por Fallas (2000) en la finca de Carrillo se presentó el mismo hecho.

Es necesario aclarar que para el cálculo de las áreas de cada lote se trató siempre de seguir los bordes de los lotes de la manera más exacta posible de acuerdo con los mapas existentes, las señales localizadas en el campo y el conocimiento de los trabajadores de la empresa, pero se desconoce totalmente que linderos se utilizaron para calcular las áreas totales reportadas por la empresa. Los perímetros levantados para cada lote y que representan gráficamente los bordes de los mismos se presentan en los Anexos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 (Mapas 1, 5, 9, 13, 17, 21, 25 y 29 respectivamente)

### Área de cobertura o uso del suelo en cada lote

El levantamiento de campo permitió realizar observaciones del tipo de cobertura o uso del suelo presente en cada uno de los puntos de medición realizados. Con esta información, se establecieron los tipos de uso del suelo presentes en cada uno de los lotes y se estimó el área de cada uno de ellos. Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 4.



Fuente: Anexo 10

**Figura 4.** Área y tipos de uso del suelo presentes en los lotes evaluados en la finca Palo Arco, Nandayure. Guanacaste 2001.

Con base en la Figura 4, se determinaron cuatro tipos de cobertura en los diferentes lotes: teca, zona de protección, basurero y infraestructura. Teca hace referencia a las plantaciones de *Tectona grandis*, sobre las cuales se establecieron las parcelas y se realizaron las posteriores mediciones dasonómicas. Estas plantaciones se encuentran distribuidas en cualquier tipo de terreno, ya sea ladera, colina, cima o plano. Se detectaron áreas donde la plantación estaba establecida en terrenos de alta pendiente. Hay sitios donde estas plantaciones están muy cerca de las fuentes de agua, también se encuentran cerca de ríos y quebradas.

Como zona de protección se determinó aquellas áreas donde no había plantación, y en su lugar, existe otro tipo de vegetación arbórea nativa, paso de líneas eléctricas o corredores biológicos establecidos por las empresa. La clasificación los bosques presentes corresponde con Bosque Húmedo Tropical con asociación atmosférica seca (Resumen Público del Plan de Manejo de Bosques Puerto Carrillo, 1999).

Según el Resumen Público del Plan de Manejo de Bosques Puerto Carrillo (1999), la vegetación natural de estas zonas no se ha tocado durante el tiempo que la propiedad ha pertenecido a la empresa, pero resulta obvio que este bosque ha sido intervenido con anterioridad, y que actualmente se trata de un bosque secundario. Esta aseveración se basa principalmente en el hecho de que se encontraron, durante el levantamiento, tocones de árboles cortados hace mucho tiempo, así como árboles grandes volteados y dejados en el bosque, además de tablas de madera cortadas e igualmente abandonadas en el bosque que no corresponden a madera de la plantación de teca.

Se determinó, mediante observación de campo y el uso de los mapas elaborados, que este bosque se ubica principalmente en terrenos cerca de los ríos y quebradas, y cerca de las nacientes. Por lo tanto, se puede decir que este bosque cumple con la función de área de protección. Pero como se puede comprobar en el lote 32, existen lugares donde este bosque está ausente a lo largo de los ríos o quebradas. En estos casos es necesario un estudio a fondo de estos lugares con el fin de replantear las zonas de protección, con el fin de que estas cubran la totalidad de las nacientes y vías donde escurre el agua para lo cual fueron destinadas y que es requisito por ley.

En cuanto a las partes donde pasan las líneas eléctricas, éstas se encuentran cerca de los caminos que comunican los poblados cercanos que son linderos de algunos lotes (Lote 35). Dichas líneas cubren pequeñas fajas a lo largo del lindero (15-20 m de ancho aproximadamente).

Los corredores biológicos presentes en la finca fueron elaborados para el favorecimiento de la naturaleza dentro de la plantación. A partir de 1999 se han plantado árboles nativos y se han raleado 436 ha de teca con vistas a aumentar la luz y la presencia de vegetación natural (Resumen Público del Plan de Manejo de Bosques Puerto Carrillo, 1999).

## **EVALUACIÓN GENERAL DE LA CALIDAD DE LAS PLANTACIONES DE LOS LOTES EVALUADOS**

### **Muestreo**

El muestreo se basó en parcelas de área variable. Estas se organizaron de acuerdo a un muestreo sistemático en cada uno de los lotes, con el fin de captar la mayor representatividad posible. El Cuadro 8 presenta la cantidad de parcelas de medición establecidas por lote.

**Cuadro 8.** Número de parcelas de área variable establecidas por lote, durante el inventario efectuado en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.

<b>Lote</b>		<b>Número de Parcelas</b>
<b>No</b>	<b>Nombre</b>	
6	Cortes Alta	21
7	Cortes Baja	11
8	Bella	24
9	Conejo	21
12	Mango	55
17	Alvarado	42
32	Samuel	34
35	Fausto	19



Este número de parcelas corresponde únicamente a las que se sitúan dentro de los lotes en las áreas cubiertas por la plantación de teca, definida como área de estudio. Las áreas boscosas localizadas entre estas plantaciones, no presentan ninguna parcela de área variable. Por lo tanto, el área efectiva de este inventario está representada únicamente por la plantación de teca.

### **Diámetro y altura media de la plantación en los lotes evaluados.**

En los Cuadros 9 y 10 se presentan los valores promedio del diámetro y altura total para cada uno de los lotes evaluados. Existen algunos factores importantes que inciden en las características propias encontradas en las plantaciones de cada uno de los lotes y que provocan alteraciones en la continuidad de los datos, como por ejemplo: la procedencia del material utilizado en las plantaciones (germoplasma), el manejo silvicultural recibido por las plantaciones y las condiciones de sitio específicas como pendiente, microclimas, escorrentía y erosión.

**Cuadro 9.** Promedios y ámbitos de variación del diámetro (dap) en los lotes evaluados en una plantación de *Tectona grandis* en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (95% de Confiabilidad)

Lote	Edad (años)	Árboles Promedio (N/ha)	Dap Promedio (cm)	Límites de Confianza (cm)		Error de Muestreo Relativo (%)	Coeficiente de Variación (%)
				Inferior	Superior		
6	10	366	23.32	21.13	25.50	9.35	11.78
7	10	295	23.24	22.12	24.36	4.83	9.13
8	10	338	23.73	23.08	24.37	2.73	5.58
9	9	457	22.69	21.41	23.96	5.61	10.61
12	10	389	23.45	22.76	24.13	2.92	9.41
17	9	683	19.27	18.09	20.44	6.10	17.00
32	10	371	24.33	23.48	25.18	3.49	8.66
35	10	438	23.30	22.72	23.87	2.46	4.39

Fuente: Anexos 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42 y 43

**Cuadro 10.** Promedios y ámbitos de variación de la altura total en los lotes evaluados en una plantación de *Tectona grandis* en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (95% de confiabilidad)

Lote	Edad (años)	Árboles Promedio (N/ha)	Altura Promedio (m)	Límites de Confianza (m)		Error de Muestreo Relativo (%)	Coeficiente de Variación (%)
				Inferior	Superior		
6	10	366	19.59	18.21	20.96	7.02	8.84
7	10	295	19.98	18.83	21.13	5.77	10.90
8	10	338	18.47	17.61	19.32	4.64	9.48
9	9	457	18.22	17.54	18.91	3.75	7.09
12	10	389	19.30	18.86	19.75	2.31	7.41
17	9	683	16.79	15.85	17.73	5.59	15.58
32	10	371	19.97	19.55	20.39	2.09	5.20
35	10	438	20.04	19.69	20.38	1.71	3.06

Fuente: Anexos 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42 y 43

De acuerdo con los Cuadros 9 y 10, los valores máximos en el diámetro se registran en los lotes 8 y 32, con 23.73 cm y 24.33 cm respectivamente. Mientras que los menores valores se registraron en los lotes 9 y 17 con 22,69 cm y 19.27 cm respectivamente. Un comportamiento diferente al del diámetro registra la altura total promedio por lote, en cuanto a los valores máximos, los cuales se obtuvieron en los lotes 6 y 35, con 19.98 m y 20.04 m respectivamente. Los valores mínimos si siguen el mismo patrón del diámetro, los cuales se registraron en los lotes 9 y 17, con 18.22 m y 16.79 m respectivamente.

Los valores obtenidos del coeficiente de variación (CV%), son aceptables para diámetro y altura, debido a que son valores relativamente bajos (menores al 20%). De acuerdo con Murillo et al, (1992); citado por Murillo y Camacho (1998), una plantación con un Coeficiente de Variación (CV%) del diámetro a la altura del pecho inferior al 10%, representa una plantación con un nivel de tolerancia muy bueno, donde hay alta homogeneidad, Es decir, es una plantación con un buen régimen de manejo. Los lotes 7, 8, 12. 32 y 35 presentan valores inferiores al 10%. Esto se da gracias al número de intervenciones al que han sido sometidos estos lotes, que en promedio se han realizado tres raleos por lote (Baltodano, 2001<sup>3</sup>).

<sup>3</sup> BALTODANO, R. 2001. Finca Palo Arco. Panamerican Woods. (Comunicación personal).

También, de acuerdo con Murillo et al, (1992); citado por Murillo y Camacho (1998), una plantación donde el CV% del dap esté entre el rango de 10 - 20%, tiene un nivel de tolerancia aceptable, pero con necesidades de manejo. Los lotes 6, 9 y 17 se ubican dentro de este rango. En este caso dichos lotes serán sometidos a raleo en el 2002<sup>4</sup>.

Se encuentran pequeñas diferencias entre los valores del coeficiente de variación para el diámetro y la altura media para un mismo lote, atribuibles a la desigualdad del terreno de algunos lotes y/o al manejo silvicultural recibido. Lo que provoca que alguna de estas dos variables sea más heterogénea que la otra.

Los lotes con las mismas edades presentan diferencias considerables tanto para el dap como para la altura total promedio. Los lotes con una edad de 9 años presentan valores de dap medio que varían de 22.69 cm a 19.27 cm. Igualmente ocurre con los valores de altura donde la variación es de 18.22 a 16.79 m. Esto se puede atribuir a las diferencias de terreno de ambos lotes, donde el lote 17 presenta un terreno más quebrado que el lote 9; así como también a la densidad presente en ambos lotes, siendo mayor la densidad en el lote 17. En los lotes con edad de 10 años, la variación del diámetro no es muy grande, ésta va de 23.24 a 24.33 cm (lotes 7 y 32); la altura si presenta una variación considerable de 18.7 a 20.04 metros (lotes 8 y 35).

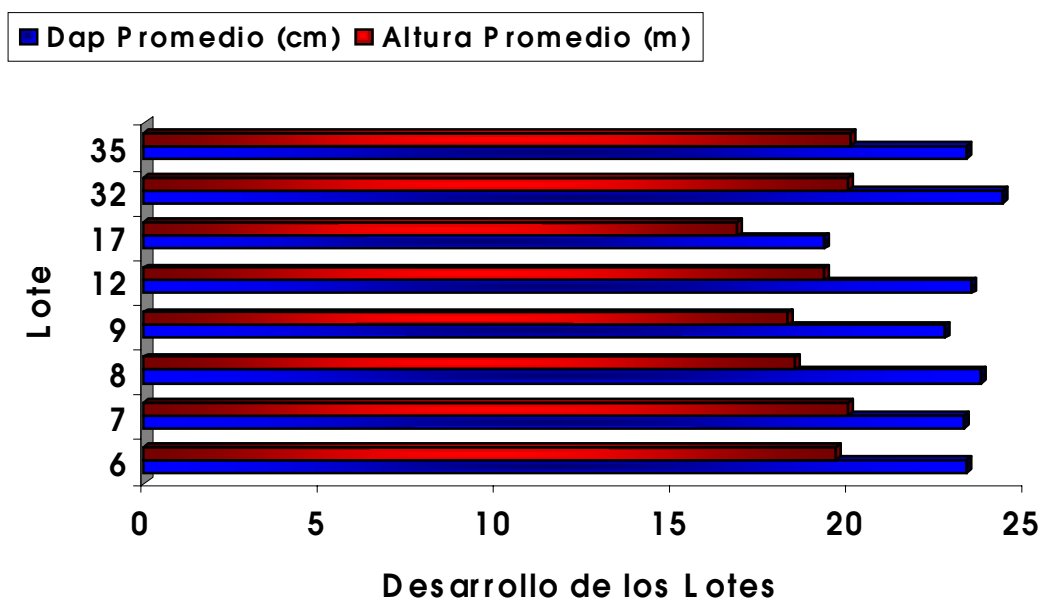
Los lotes de mayor edad presentan mayor desarrollo del diámetro y la altura que los lotes de menor edad, marcando una diferencia importante.

---

<sup>4</sup> BALODANO, R. 2001. Finca Palo Arco. Panamerican Woods. (Comunicación personal).

Con el estudio realizado por Fallas (2000) en la plantación de Carrillo, se nota como el desarrollo de la plantación en Palo Arco es mucho mejor, ya que en Carrillo por ejemplo los lotes evaluados tenían en el año 2000 edades de 12 y 13 años, donde los valores del dap oscilaban entre 20 y 24 cm; y la altura entre 16 y 19 m. En cambio los lotes evaluados en el presente estudio tienen una edad de 9 y 10 años presentan el diámetro entre un rango parecido al anterior al igual que la altura, con lo cual se nota como influye las condiciones de sitio en una plantación de teca, pues en Carrillo el terreno presenta altas pendientes en cambio en Palo Arco los sitios son más planos en su mayoría.

Sin embargo, a pesar de estas diferencias que se presentan en los lotes evaluados, éstos siguen un comportamiento similar en cuanto a estas variables, donde es mayor el factor diametral que el de altura promedio en cada uno de estos lotes, tal y como se presenta en la Figura 5.



Fuente: Cuadros 9 y 10.

**Figura 5.** Promedio del dap y la altura total en plantaciones evaluadas de *Tectona grandis*. Finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.

## **Desarrollo y densidad de la plantación en los lotes evaluados**

La densidad de un rodal (número de árboles por hectárea), va a depender de los objetivos fijados para el proyecto, como por ejemplo, madera, leña, pulpa para papel, etc. El objetivo de obtener madera para aserrío en una plantación, es obtener un rendimiento máximo del rodal por unidad de superficie, y concentrar la mayor cantidad de área basal y volumen en pocos individuos de buena calidad, para así aumentar el rendimiento y calidad del producto final y hacer más fácil y rentable la extracción de ese producto.

Los programas de raleos en plantaciones forestales, tienden a una disminución de la densidad de los rodales conforme aumenta la edad de los mismos, como método para estimular el crecimiento individual del árbol y aumentar la calidad de las plantaciones. En las plantaciones evaluadas, este patrón es similar, sólo el lote 17 presenta alta densidad en comparación con el lote 9 de la misma edad lo cual hace reflejar el poco desarrollo que tiene el lote mencionado. Esto es un buen indicativo para hacer una intervención más intensa (Cuadro 11, Figura 5).

En el caso de la densidad de los lotes, no se les efectuaron raleos durante el tiempo que duró la evaluación, excepto el lote 32 en el cual se empezaba a realizar la intervención en el momento de la evaluación; de acuerdo a lo anterior se evaluaron 5 parcelas en zonas que habían sido raleadas el día anterior a la medición. Esto puede influir en el número de árboles promedio por ha en cierto modo pero no lo hace en gran medida.

La alta densidad del lote 17 se ve reflejada en el crecimiento diametral antes reportado, siendo este el valor más bajo de todos los lotes, producto de la competencia y falta de espacio que estimule un mayor crecimiento radial de los árboles.

De acuerdo con el Cuadro 11, en el lote 17 existe un amplio rango de variación en el número de árboles por hectárea, que va de 570 hasta 795. Si se parte del hecho que la densidad inicial de todos los lotes era de 1 111 árboles por hectárea, es evidente que el manejo de este lote no ha sido el más eficiente, y que el programa de raleos no ha seguido un patrón ni control uniforme; ya que en algunos sitios del lote está marcado para un raleo que no se ha realizado desde hace varios años atrás. Esto provoca que la calidad del material no sea uniforme. Por lo tanto se obtendrá, en los raleos y en la cosecha final, diferentes tipos de producto final para una misma especie, de una misma edad, independiente de las condiciones sitio, pero si dependiente del manejo efectuado sobre ella. Es necesario evaluar las plantaciones si se quiere uniformizar el manejo de las mismas, ya que es obvio que los lotes no presentan la misma estructura, y si se manejan todos por igual, se estaría cometiendo un error, pues se desconoce lo que se le está haciendo al rodal.

**Cuadro 11.** Número de árboles por hectárea promedio y ámbito de variación en una plantación de *Tectona grandis* evaluada en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (95% de confiabilidad)

Lote	Edad (años)	Árboles Promedio (N/ha)	Límites de Confianza (N/ha)		Error de Muestreo Relativo (%)	Coeficiente de Variación (%)
			Inferior	Superior		
6	10	366	288	444	21.37	26.91
7	10	295	264	326	10.48	19.82
8	10	338	285	391	15.70	32.07
9	9	457	402	513	12.11	22.91
12	10	389	361	416	7.10	22.85
17	9	683	570	795	16.51	45.97
32	10	371	333	409	10.26	25.49
35	10	438	395	481	9.86	17.58
<b>Promedio</b>		<b>424</b>	<b>373</b>	<b>476</b>	<b>11.72</b>	<b>26.67</b>

Fuente: Anexos 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42 y 43

En el Cuadro 11 se puede observar que los valores del CV% son relativamente elevados excepto los lotes 7 y 35 que no sobrepasan el 20%. Con esto los lotes no presentan uniformidad en el número de árboles por hectárea dentro del área de cada uno. Principalmente en los lotes 8, y 17, donde el número de árboles por hectárea varía significativamente de una parte del lote a otra más alejada. Esto debido a que se han raleado algunos sitios más que otros dentro de estos lotes y a la mortalidad producto de las condiciones y calidades de los diferentes sitios dentro de los lotes.

A pesar del número de árboles por ha que presentan estos lotes, la densidad en promedio es menor que los lotes evaluados en Carrillo (Fallas, 2001) aunque la edad de los lotes de Palo Arco es menor. Igualmente, si se compara el CV% entre ambos estudios, se nota como en Carrillo existe mayor variación en cuanto a la densidad de un sitio dentro de un mismo lote.

La información del área basal puede ser usada como indicador de raleo en una plantación forestal. De acuerdo a CATIE (1991), el área basal debe alcanzar valores cercanos a los 20 m<sup>2</sup>/ha. para luego, mediante raleos, disminuirla a 13-15 m<sup>2</sup>/ha dependiendo del sitio (Resumen Público del Plan de Manejo de Bosques Puerto Carrillo, 1999).

Todas las áreas basales están por debajo de los 20 m<sup>2</sup>/ha. El área basal cuyo valor es cercano a los 20 m<sup>2</sup>/ha, pertenece al lote 35 con 18.00 m<sup>2</sup>/ha. Las plantaciones de los lotes 7 y 8 poseen los promedios de área basal más bajos con 12.19 y 14.17 m<sup>2</sup>/ha respectivamente (Cuadro 12).

Se observan marcadas diferencias entre lotes de la misma edad, lo que pone en evidencia el manejo desigual de las plantaciones en los lotes con las mismas edades. Así como hay marcadas diferencias entre lotes, también ocurre una desigualdad en la distribución del área basal dentro de cada uno de ellos, producto de las condiciones de sitio y de la topografía predominante (lotes 8 y 17), como se puede apreciar en el Coeficiente de Variación en el Cuadro 12, y gráficamente en los Anexos 3 (Mapa 11) y 6 (Mapa 23).

**Cuadro 12.** Área Basal promedio (m<sup>2</sup>/ha) para cada uno de los lotes evaluados en una plantación de *Tectona grandis* en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (95% de Confiabilidad)

Lote	Edad (años)	Área Basal Promedio (m <sup>2</sup> /ha)	Límites de Confianza (m <sup>2</sup> /ha)		Error de Muestreo Relativo (%)	Coeficiente de Variación (%)
			Inferior	Superior		
6	10	14.73	11.95	17.50	18.85	23.73
7	10	12.19	10.49	13.89	13.96	26.41
8	10	14.17	12.17	16.16	14.11	28.82
9	9	17.62	15.80	19.44	10.33	19.54
12	10	16.11	15.09	17.13	6.32	20.33
17	9	16.62	14.92	18.32	10.21	28.44
32	10	16.59	14.93	18.24	9.97	24.75
35	10	18.00	16.25	19.75	9.74	17.37
<b>Promedio</b>		<b>15.90</b>	<b>14.24</b>	<b>17.56</b>	<b>10.66</b>	<b>23.66</b>

Fuente: Anexos 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42 y 43

Según el Cuadro 12, los coeficientes de variación más altos se reportan nuevamente en los lotes 8 y 17. Debido a que para el cálculo del área basal se necesita la estimación del número de árboles por hectárea, teniendo esta variable un comportamiento diferente dentro de cada uno de los lotes producto del manejo de la densidad, como se mencionó anteriormente.

### Calidad de las plantaciones

Los árboles evaluados se clasificaron en categorías de 1 a 4. Con esto la calidad de estas plantaciones no pueden ser comparadas con las evaluadas en Carrillo, ya que Fallas (2000) utilizó otra metodología. Además no se encontró mucha heterogeneidad para la clasificación de la calidad de los árboles.



Para el caso de las plantaciones de *Tectona grandis* en Palo Arco, la mayor cantidad de árboles se clasificaron como calidad 2, en todos los lotes, con una concentración del 80% aproximadamente de árboles en esta calidad excepto el lote 17. La proporción de individuos de calidad 1 no supera el 10% en todos los lotes, siendo el lote 17 el que presenta el menor porcentaje (2%). Los individuos de calidad 3, también son pocos a excepción del lote 17 donde esta categoría presenta una proporción del 32%. Sólo en este lote se presentaron árboles de calidad 4 en cantidad considerable (24%) (Cuadro 13, Figura 6).

**Cuadro 13.** Número de árboles por calidad y total por hectárea en una plantación de *Tectona grandis* evaluada en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.

Lote	Edad (años)	Número de Árboles por Calidad (N/ha)					Total (N/ha)
		Calidad 1	Calidad 2	Calidad 3	Calidad 4	Calidad 1+2	
6	10	21	273	72	0	294	366
7	10	25	247	23	0	272	295
8	10	28	278	32	0	306	338
9	9	36	350	57	0	386	443
12	10	34	339	15	0	373	389
17	9	14	278	212	163	293	667
32	10	22	314	24	0	336	360
35	10	25	368	19	0	393	412
<b>Promedio</b>		<b>26</b>	<b>311</b>	<b>55</b>	<b>23</b>	<b>337</b>	<b>415</b>

Fuente: Anexos 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42 y 43

De nuevo se presenta la situación donde los lotes con la misma edad mencionados anteriormente registran una cantidad de árboles por categoría de calidad muy diferente. Donde la cantidad de individuos calidad 1 es de 36 árboles para el lote 9 y 14 para el lote 17; la cantidad de individuos calidad 2 es de 350 árboles para el lote 9 y 278 para el lote 17; la cantidad de árboles calidad 3 es de 57 árboles para el lote 9 y 212 para el lote 17; y la cantidad de categoría 4 donde el lote 9 no presenta individuos y el lote 17 presenta 163. Los lotes de 10 años no presentan una diferencia marcada en todas las calidades.

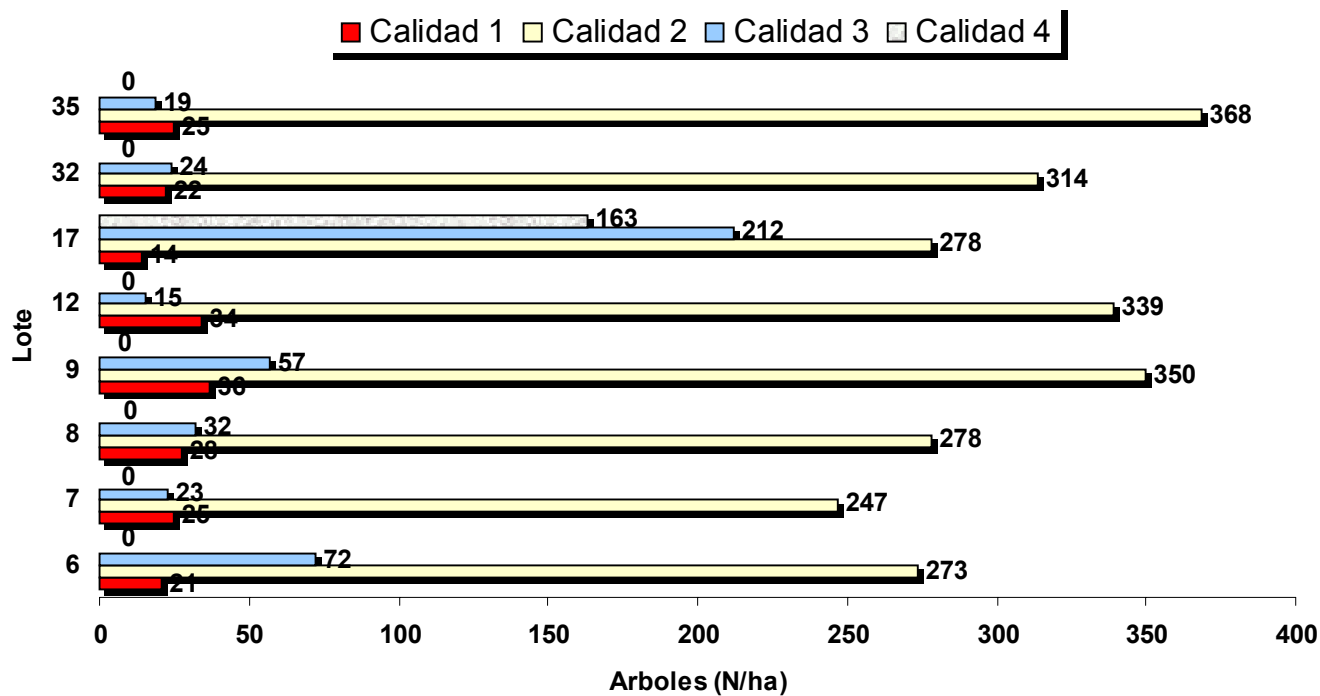
La cantidad de árboles calidad 3 registrada fue muy baja en todos los lotes, excepto el lote 17. Además sólo el lote 17 presentó árboles de calidad 4 (Figura 6).

La gran cantidad de árboles de calidad 1 y 2 encontrados en la mayoría de los lotes son un reflejo del manejo al que se han visto sometidos la mayoría de estos lotes, lo cual es de esperarse en plantaciones manejadas, eliminar las categorías 3 y 4, concentrando el producto final en las categorías 1 y 2. Lo que permitirá obtener un producto final de excelente calidad para cumplir con los objetivos de la plantación (madera para aserrío), a pesar de que el manejo brindado a estas plantaciones no ha sido homogéneo entre lotes de las mismas edades, ni dentro de los lotes mismos, lo que podría incidir en las dimensiones del material ha aprovechar, como se discutió anteriormente (Cuadro 12). También hay que tomar en cuenta el producto final que se va obtener está directamente relacionado con las dimensiones de los árboles, por ejemplo, si elaboran pisos o bloques<sup>5</sup>.

El poco número de individuos de calidad 1 se debe principalmente, a que gran cantidad de árboles de calidad 2 presentaban ciertos defectos que influían en seleccionar dichos individuos como calidad 1. Entre los defectos más comunes que se encontraron están la bifurcación (relacionado directamente con el germoplasma utilizado) y las torceduras (relacionado con el manejo).

---

<sup>5</sup> ZÚÑIGA, V. 2001. Finca Palo Arco. Panamerican Woods. (Comunicación personal).



Fuente: Cuadro 13

**Figura 6.** Relación de las diferentes calidades de los árboles para la *Tectona grandis* evaluada en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.

### Número de trozas comerciales en los rodales

El cálculo del número de trozas comerciales se realizó considerando que cada árbol que se vaya a extraer de la plantación tiene como un mínimo 2 trozas potencialmente aserrables de un largo de 2.56 metros cada una, que son las que generalmente aprovecha la empresa sin ninguna limitación<sup>6</sup>.

Tomando en cuenta lo anterior, el cálculo del número de trozas por categoría de calidad, corresponde a las trozas comerciales (2 primeras trozas) que deben obtenerse de cada árbol; así se observa en el Cuadro 14.

<sup>6</sup> ZÚÑIGA, V. 2001. Finca Palo Arco. Panamerican Woods. (Comunicación personal).

**Cuadro 14.** Trozas comerciales promedio por hectárea y ámbito de variación en una plantación de *Tectona grandis* evaluada en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (95% de Confiabilidad)

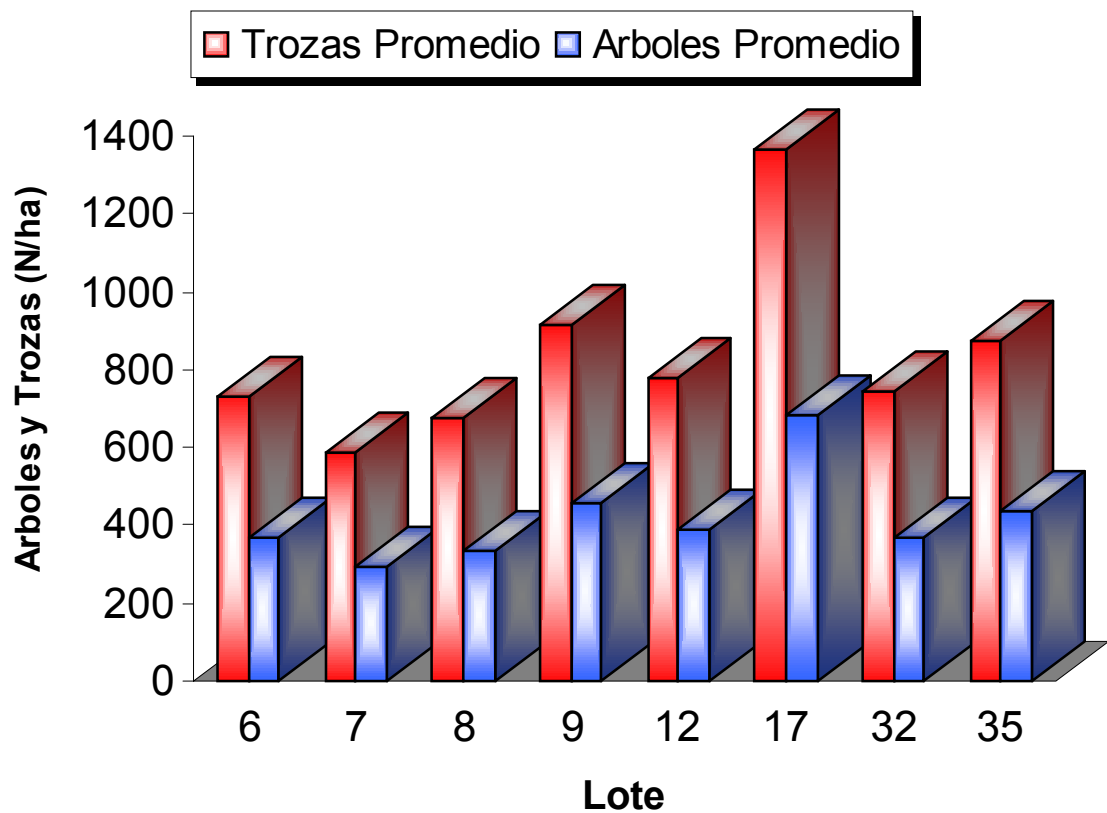
Lote	Edad (años)	Trozas Promedio (n/ha)	Límites de Confianza (n/ha)		Error de Muestreo Relativo (%)	Coeficiente de Variación (%)
			Inferior	Superior		
6	10	732	576	889	21.37	26.91
7	10	590	528	651	10.48	19.82
8	10	676	570	782	15.70	32.07
9	9	915	804	1026	12.11	22.91
12	10	777	722	832	7.10	22.85
17	9	1366	1140	1591	16.51	45.97
32	10	742	666	819	10.26	25.49
35	10	876	789	962	9.86	17.58
<b>Promedio</b>		<b>849</b>	<b>746</b>	<b>952</b>	<b>11.72</b>	<b>26.67</b>

Fuente: Anexos 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42 y 43

En el Cuadro 14 se aprecia que el número de trozas por hectárea varía desde un mínimo de 590 a un máximo de 1366, en los lotes 6 y 17 respectivamente. Consecuentemente, el ámbito de variación (límites de confianza) de las plantaciones de los lotes es alto, ya que osciló entre las 528 y 1591 trozas por hectárea .

El coeficiente de variación varía desde 19.82 hasta un 45.97 por ciento. De acuerdo con Camacho (1995), es conveniente que el coeficiente de variación este por debajo del 10 por ciento en estudios de esta naturaleza. Los lotes con mayores coeficientes de variación son de nuevo los lotes 8 y 17. Esto es debido a que se evaluaron las dos primeras trozas de 2.56 metros de largo de cada árbol, por lo tanto el número de trozas por hectárea para cada lote, va a ser el doble del número de árboles por hectárea para cada lote (Figura 7).

Según Camacho (1995), se recomienda que el coeficiente de variación calculado para el número total de trozas por hectárea sea inferior al 20 por ciento. Un coeficiente de variación inferior al 10 por ciento es aún mejor. En este caso sólo los lotes 6 y 35 están por debajo del 20%.



Fuente: Cuadros 11 y 14

**Figura 7.** Relación entre el número de árboles trozas totales comerciales por hectárea para la *Tectona grandis* evaluada en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.

### Número de trozas por categoría de calidad

La calidad de las trozas se evaluó en cuatro categorías, considerando siempre que esta evaluación está limitada a la calidad de las dos primeras trozas de cada árbol, con el fin de conocer el potencial de las trozas a aprovechar directamente luego de la extracción, de acuerdo con estándares de la empresa.

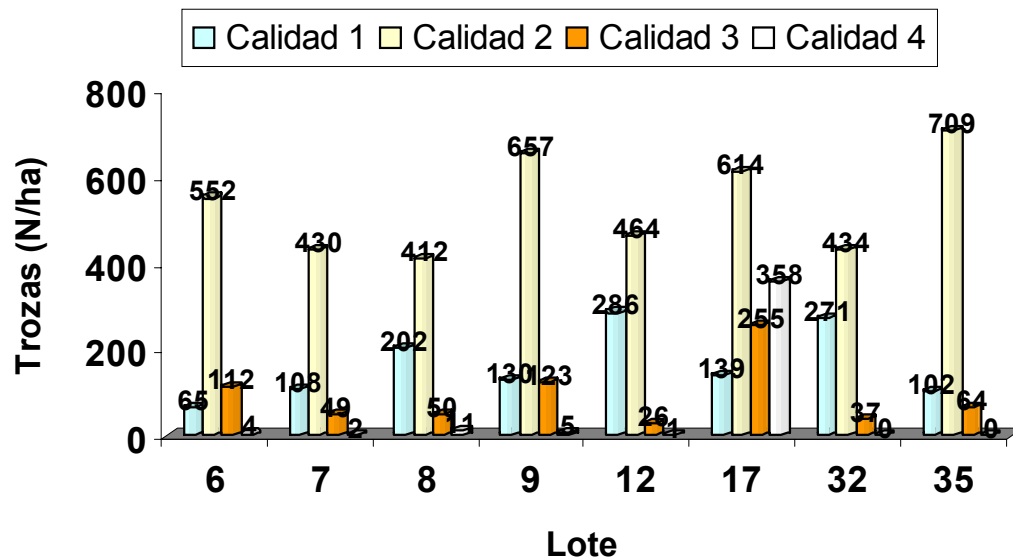
La relación entre la calidad de los árboles y la calidad de las trozas no es necesariamente directa, debido a que un árbol se valora como una unidad independiente, y las trozas son secciones de 2.56 metros de ese árbol. Los árboles calidad 1 tendrán trozas de calidad 1 y algunas de calidad 2, según sea el daño que éstas tengan. Árboles de calidad 2 y 3, pueden presentar trozas de todas las calidades. Un árbol de calidad 3, no tiene potencial para producir trozas de mayor calidad, pero eventualmente su primera troza podría ser una troza 1 o 2.

En este estudio se presentó la mayor cantidad de trozas en las categorías 1 y 2, excepto en el lote 17. Esto gracias a la poca existencia de árboles calidad 4, ya que en las otras calidades existen trozas de calidad 1 y 2. Con ello se tiene garantizado que el 80% de las dos primeras trozas que se obtienen del aprovechamiento de estas plantaciones son de buena a excelente calidad (Cuadro 15, Figura 8). El número de trozas calidad 3 por hectárea es muy reducido en todos los lotes, sólo en los lotes 6, 9 y 17 se presenta poco más del 10% de las trozas totales; las trozas de calidad 4 son mínimas en los lotes, excepto el lote 17 que presenta 358 trozas de esta calidad. Así los lotes 12, 32 y 35 son los que presentan la mayor cantidad de trozas de calidades superiores, calidades 1 y 2. El lote 17, en cambio, presenta la mayor cantidad de trozas de inferior calidad (Cuadro 15, Figura 8).

**Cuadro 15.** Distribución de la calidad de trozas promedio comerciales por lote para *Tectona grandis* en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.

Lote	Edad (años)	Número de Trozas por Calidad (N/ha)				Total (N/ha)
		Calidad 1	Calidad 2	Calidad 3	Calidad 4	
6	10	65	552	112	4	732
7	10	108	430	49	2	590
8	10	202	412	50	11	676
9	9	130	657	123	5	915
12	10	286	464	26	1	777
17	9	139	614	255	358	1366
32	10	271	434	37	0	742
35	10	102	709	64	0	876
<b>Promedio</b>		<b>177</b>	<b>531</b>	<b>86</b>	<b>54</b>	<b>834</b>

Fuente: Anexos 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42 y 43



Fuente: Cuadro 15

**Figura 8.** Relación de las diferentes calidades de trozas comerciales (2 primeras trozas) para *Tectona grandis* en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.

### Volumen comercial y total medio de los lotes evaluados

Tanto el volumen comercial como el volumen total se obtiene desde la base del árbol hasta el ápice, calculado por medio de la altura total media; con base en las fórmulas desarrolladas por la empresa para determinar volumen establecidas en el Resumen Público del Plan de Manejo de Bosque Puerto Carrillo S.A. (1999).

**Cuadro 16.** Volumen comercial y total (m<sup>3</sup>/ha) para los lotes evaluados en una plantación de *Tectona grandis* en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste.2001. (95% de Confiabilidad)

Lote	Volumen Comercial (m <sup>3</sup> /ha)					Volumen Total (m <sup>3</sup> /ha)				
	Promedio	Límites de Confianza		Error de Muestreo (%)	CV (%)	Promedio	Límites de Confianza		Error de Muestreo (%)	CV (%)
		Inferior	Superior				Inferior	Superior		
6	82.06	64.22	99.89	21.74	27.38	91.03	72.83	109.23	19.99	25.18
7	70.31	57.21	83.41	18.63	35.24	77.43	64.17	90.69	17.13	32.39
8	75.64	63.35	87.93	16.25	33.21	83.92	70.53	97.31	15.96	32.60
9	90.20	78.68	101.72	12.77	24.16	101.72	89.67	113.76	11.84	22.39
12	88.03	81.28	94.79	7.67	24.68	97.53	90.56	104.49	7.14	22.97
17	80.45	70.26	90.63	12.66	35.26	97.90	86.10	109.71	12.06	33.59
32	95.06	84.82	105.30	10.78	26.76	103.85	93.03	114.68	10.42	25.87
35	102.78	92.82	112.74	9.69	17.28	113.39	102.62	124.15	9.49	16.92
<b>Promedio</b>	<b>86.07</b>	<b>75.49</b>	<b>96.65</b>	<b>12.64</b>	<b>28.08</b>	<b>96.53</b>	<b>85.24</b>	<b>107.83</b>	<b>12.01</b>	<b>26.68</b>

Fuente: Anexos 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42 y 43

De acuerdo con el Cuadro 16, el volumen promedio comercial para los 8 lotes es 86.07 m<sup>3</sup>/ha, siendo el menor de 70.31 m<sup>3</sup>/ha en el lote 7 y el mayor de 102.78 m<sup>3</sup>/ha en el lote 35. El volumen medio total para los lotes es de 96.53 m<sup>3</sup>/ha. Tanto el menor como el mayor valor lo registran los lote 7 y 35 respectivamente con 77.30 m<sup>3</sup>/ha y 113.39 m<sup>3</sup>/ha.

El estimado del volumen comercial permite valorar el potencial del rodal, y considerar el posible material a obtener en una próxima cosecha, en este caso no depende de la altura comercial, sino más bien de la altura total media. El volumen total es un indicador de las condiciones de sitio independiente de restricciones de medición (trozas, copa, etc.).

La diferencia de los dos volúmenes permite aproximar la cantidad de material que no es aprovechado directamente para el aserrío, pero puede utilizarse para otras situaciones dentro de la finca y no solo como desperdicio.



## ÍNDICES DE CALIDAD

Los índices de calidad, propuestos por Murillo (en prensa), pretenden implementar parámetros que permitan conocer el estado actual de la calidad de las plantaciones y comparar las calificaciones de la calidad con respecto a otras plantaciones establecidas en diferentes partes del país. Así mismo, estos parámetros permitirán verificar la eficiencia del paquete silvicultural desarrollado e implementado en las plantaciones. Permiten, además verificar el avance en programas de mejoramiento genético y valorar económicamente una plantación.

Hay que tener presente que estos índices fueron propuestos para aplicarlos en la metodología presentada por Camacho (1995) y Murillo y Camacho (1998). Por esto fueron aplicados al presente estudio. Igualmente no es conveniente realizar comparaciones entre Carrillo y Palo Arco, pues las metodologías para estimar la calidad de las plantaciones empleadas difieren entre sí.

En el Cuadro 17 se presenta el resultado de los índices de calidad para los lotes evaluados.

**Cuadro 17.** Índices de calidad y ámbitos de variación para *Tectona grandis* en los lotes evaluados en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (95% de Confiabilidad)

Lote	Edad (años)	Índice de Calidad General			Índice de Calidad de Cosecha			Índice de Calidad Máxima			Índice de Calidad de Trozas			Índice de Calidad de la Productividad		
		Lím inf	$(N_{1+2+3+4})$	Lím sup	Lím inf	$(N_{1+2})$	Lím sup	Lím inf	$(\%N_1)$	Lím sup	Lím inf	$(T_1+T_2)$	Lím sup	Lím inf	$(IMA_{v1+v2})$	Lím sup
6	10	1.94	2.10	2.27	239	294	350	-1.97	8.30	18.57	497	616	736	5.55	7.37	9.19
7	10	1.91	2.02	2.14	235	272	309	1.94	9.90	17.85	473	538	604	5.44	6.76	8.09
8	10	1.91	2.04	2.16	240	306	372	2.86	11.06	19.27	495	614	733	5.95	7.29	8.63
9	9	1.92	2.08	2.23	319	397	474	1.24	14.60	27.95	662	786	910	8.02	9.23	10.43
12	10	1.90	1.95	2.01	343	373	403	7.37	13.61	19.85	696	750	804	8.20	8.90	9.60
17	9	2.29	2.47	2.65	242	307	372	0.23	5.69	11.16	631	753	876	9.16	10.34	11.52
32	10	1.94	2.01	2.08	303	347	391	2.28	8.90	15.52	620	705	790	9.28	10.36	11.44
35	10	1.93	1.98	2.03	375	416	457	2.68	11.08	19.48	726	811	897	4.36	5.44	6.52
$\bar{x}$	<b>9.8</b>	<b>1.97</b>	<b>2.08</b>	<b>2.19</b>	<b>287</b>	<b>345</b>	<b>397</b>	<b>2.08</b>	<b>10.69</b>	<b>18.72</b>	<b>600</b>	<b>708</b>	<b>802</b>	<b>7.00</b>	<b>8.33</b>	<b>9.43</b>

El Cuadro 17 muestra como el Índice de Calidad General presenta valores muy cercanos a 2. Estos valores indican que las plantaciones en estos lotes son de muy buena calidad, producto de la eliminación de individuos indeseables durante los raleos, que han dejado una alta incidencia de individuos de calidad 1 y 2, que son los que constituirán la cosecha final. Los lotes con los mejores Índices de Calidad General son el 12 y 35 con 1.95 y 1.98 respectivamente. Según Murillo (en prensa) este índice es útil para estimar la calidad de la semilla empleada en el establecimiento de la plantación, con lo cual se puede estimar que el germoplasma utilizado no fue de la mayor calidad deseada pues existe en la plantación gran cantidad de individuos bifurcados. Esto se debe a las pocas fuentes existentes de material para establecer plantaciones de *Tectona grandis* en Costa Rica en la época que empezó este proyecto.

El Índice de Calidad de Cosecha ( $N_{1+2}$ ), permite comparar una plantación forestal con otra, o entre plantaciones de diferente edad, diferente manejo, diferentes especies, etc. (Murillo, en prensa). Este índice muestra su total independencia a los raleos, ya que los árboles calidad 1 y 2 tienden a permanecer hasta la cosecha final.

Según Murillo (en prensa), la rentabilidad de la cosecha final de una plantación estará plenamente asegurada si ésta contiene al menos 300-400 individuos en pie de las calidades 1 y 2. Estadísticamente, todos los lotes cumplen con dichas condiciones ya que sus límites de confiabilidad están dentro de este ámbito y con ello se indica que la plantación es de muy buena calidad con lo cual está asegurada su factibilidad económica. Los lotes 9, 12 y 35 presentan valores mayores a 400, esto indica que estas plantaciones son de excelente calidad. Los lotes 6, 7, 8 y 17 en sus límites inferiores están entre los términos aceptables.

El Índice de Calidad Máxima, se basa en la diferencia con un ideal de plantación, donde hay 250 individuos calidad 1 en la cosecha final (Murillo en prensa). En este caso estas plantaciones presentan valores muy bajos (11% promedio), o sea, que se encuentran como plantaciones de baja calidad desde este punto vista (pocos individuos de calidad 1). Como se explicó anteriormente esto se debe a la gran cantidad de individuos bifurcados que tenían grandes posibilidades de ser clasificados en la categoría 1. Partiendo de este hecho, si la empresa quiere realizar un programa de mejoramiento genético debe realizar una selección minuciosa de los pocos individuos de calidad 1 para lograr el éxito de una reforestación clonal.

La calidad de las trozas, en este caso en particular, no es comparable con los parámetros propuestos por Murillo (en prensa); ya que en este estudio se evaluaron sólo las dos primeras trozas y el índice se propuso para cuatro trozas.

El Índice de Calidad de la Productividad presenta en promedio un valor aceptable (entre 7-11 m<sup>3</sup>/ha/año), sólo los lotes 7 y 35 tienen promedios inaceptables para este índice.

La interpretación de los índices no debe ser tan estricta para este caso, ya que si se realiza una comparación con el trabajo de “Calidad de plantaciones de teca en la Península de Nicoya” realizado por Rojas y Murillo (en prensa), se puede notar claramente como las plantaciones de Palo Arco son superiores a las muestreadas en la zona.

Rojas y Murillo (en prensa), muestran que las plantaciones raleadas con edades mayores a los 9 años, presentan valores de Índice de Calidad General de 2.63, Índice de Calidad de Cosecha de 192, Índice de Calidad Máxima de 8.4%, Índice de Calidad de Trozas de 538 e Índice de Calidad de la Productividad de 6.22; valores muy por debajo de los obtenidos en los lotes evaluados.

Si la comparación se realiza con el promedio general de la zona se logran apreciar mayores diferencias en cuanto al Índice de Calidad General que es 2.77 y el Índice de Calidad de la Productividad de 3.64.

## COMPARACIÓN DE INVENTARIOS

En el Cuadro 18 se presenta una comparación entre los dos tipos de inventarios ejecutados en los lotes 6, 7, 8, 9, 12, 17, 32 y 35. La empresa Panamerican Woods S.A. desarrolla su inventario en la finca de Palo Arco por medio de parcelas permanentes. En este estudio se realizó el inventario por medio de parcelas de área variable en línea, distribuidas sistemáticamente en los carriles secundarios del levantamiento con un distanciamiento de 80 metros.

**Cuadro 18.** Comparación de los resultados del inventario de parcelas de área variable y del inventario anual por medio de parcelas permanentes en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.

Tipo de Inventario	Número de Lote	Edad (años)	Dap (cm)	Altura Total Media (m)	Árboles (N/ha)	Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Volumen Comercial (m <sup>3</sup> /ha)
Parcelas de Área Variable	6	10	23.32	19.59	366	14.73	82.06
	7	10	23.24	19.98	295	12.19	70.31
	8	10	23.73	18.47	338	14.17	75.64
	9	9	22.69	18.22	457	17.62	90.20
	12	10	23.45	19.30	389	16.11	88.03
	17	9	19.27	16.79	683	16.62	80.45
	32	10	24.33	19.97	371	16.59	95.06
	35	10	23.30	20.04	438	18.00	102.78

Parcelas Permanentes	6	10	21.7	22.1	393	14.4	93.30*
	7	10	21.4	21.4	280	10.0	62.15*
	8	10	21.6	22.7	371	13.6	89.90*
	9	9	21.5	21.9	384	13.9	88.77*
	12	10	21.7	22.1	383	14.1	91.12*
	17	9	18.1	20.5	506	12.7	68.55*
	32	10	22	21.5	424	16.0	100.31*
	35	10	21.1	19.8	398	13.9	78.53*

XX Diferencias significativas al 95% de confiabilidad con respecto al inventario de parcelas de área variable.

$$\text{Volumen Comercial (m}^3/\text{ha), } V_{\text{tot}} = -0.0178 + 0.000023 * d^2 * H_{\text{med}}$$

\* Volumen comercial para árboles mayores a 14 cm de dap sin corteza.

$$* V_{\text{com}} = H_{\text{com}} * d^2 * \pi/4$$

En el Cuadro 18 se observa claramente, al comparar los resultados entre los diferentes lotes evaluados, como se presentan diferencias entre los estimados obtenidos para cada uno de los inventarios, en la mayoría de los lotes. Sin embargo no todas estas diferencias fueron significativas desde el punto de vista estadístico (al 95% de confiabilidad). Según Fallas (2000), en Carrillo sucedió lo mismo pues se realizó una comparación muy parecida.

Para el diámetro promedio, no existen diferencias significativas al 95% de confiabilidad entre los lotes 7, 9 y 17, pues el diámetro medio en estos lotes no se encuentra fuera del rango de los límites de confianza calculados para estos lotes (Cuadro 9). Para el resto de lotes existen diferencias significativas.

En cuanto a la altura total promedio por lote, existen diferencias estadísticamente entre los estimados de todos los lotes, excepto el lote 35; pues la altura total promedio en estos lotes se encuentra fuera del rango de los límites de confianza calculados para estos lotes (Cuadro 10).

En el número de árboles por hectárea, no existen diferencias significativas al 95% de confiabilidad entre los estimados de los lotes 8, 12 y 35; pues el número de árboles en estos lotes se encuentra dentro del rango de los límites de confianza calculados para estos lotes (Cuadro 11). En los lotes que existen estas diferencias (6, 7, 9, 17 y 32) se nota lo que se mencionaba anteriormente, como estos lotes no se ha raleado homogéneamente. Debido a esto, se pueden cometer errores a la hora de valorar parcelas permanentes, según sea su ubicación en sitios raleados o no, o diferentes intensidades de raleo dentro del lote. Además, esta variable influye directamente en el cálculo del área basal por hectárea.

En relación con el área basal por lote, existen diferencias significativas (95% de confiabilidad) entre los valores de todos los lotes, excepto los lotes 8 y 32. El área basal promedio en estos lotes se encuentra fuera del rango de los límites de confianza calculados para estos lotes (Cuadro 12).

Por último, en cuanto al volumen comercial, no se pueden comparar los valores reportados por la empresa con los valores obtenidos en el muestreo realizado; ya que la empresa presenta un volumen industrial hasta 14 cm de diámetro sin corteza, y los calculados en el muestreo son con corteza; además las fórmulas utilizadas son diferentes. Por lo tanto, los valores presentados en el Cuadro 18 son meramente ilustrativos.

Es importante señalar que cuando se trabaja con parcelas permanentes, estas deben ubicarse en sitios dentro de la plantación que sean lo más representativos posibles. De no ser así, se estaría haciendo un muestreo a una porción específica de la población que tal vez no es representativa de la totalidad, y por ende, los resultados obtenidos serían inflados (sobrestimación) o reducidos (subestimación) con respecto a los reales.

Los resultados anteriores son un indicador de la necesidad de estudiar un replanteamiento de la ubicación y cantidad de parcelas permanentes en cada lote evaluado, con el fin de reducir al máximo las diferencias encontradas y lograr una mayor representatividad en la muestra de lo que realmente está sucediendo en el rodal.

## **ANÁLISIS INDIVIDUAL DE LOS LOTES EVALUADOS**

Inicialmente se analizó la situación de la plantación en forma general, con el fin de obtener parámetros de comparación entre los datos en cada uno de estos bloques.

Es conveniente realizar un análisis individual por lote, pues cada lote es considerado como un bloque diferente del otro, recibiendo un manejo silvicultural diferente, a pesar de presentar las mismas edades en algunos casos, y que cada uno presenta condiciones de sitio específicas. Además, con la ayuda de los modelos obtenidos a través del Sistema de Información, se obtiene información del rodal combinada con las condiciones del terreno, lo que los convierte en una gran herramienta para la toma de decisiones en el manejo y la interpretación de datos, pues realizan aproximaciones bastante reales.

Con el fin de evaluar la condición del rodal en cada lote evaluado, se construyeron tablas de rodal con información específica de cada lote, así como mapas topográficos y dasonómicos igualmente específicos para cada lote y que permiten localizar las variables dentro del terreno del lote, así como los factores que se encuentran en sus alrededores, como vías de acceso, ríos, pendientes fuertes, etc.

La distribución por categoría diamétrica, permite conocer la composición de la estructura horizontal del rodal, así como determinar limitantes para las variables respecto al diámetro requerido para cierto producto. Por ello las tablas de rodal se elaboraron por categoría diamétrica.

### **Lote 6 (Cortes Alta)**

El número de árboles totales por hectárea es de 366, distribuidos desde los 10 cm hasta los 35 cm de diámetro (Cuadro 19). La mayor cantidad se concentra en las categorías diamétricas que van de los 15 cm a los 30 cm (con el mayor número de individuos en la categoría diamétrica 20 - 25 cm). Lo mismo ocurre con las variables de área basal y volumen (Cuadro 19). La altura, tanto total como comercial aumenta conforme aumenta la categoría diamétrica. Además se registraron trozas en todas las categorías de calidad, aunque solo se reportaron trozas de calidad 1 en las clases diamétricas (de 20 a 30 cm), y de calidad 4 en la clase diamétrica de 20 - 25 cm con un número bastante bajo, lo que indica que las dos primeras trozas en este lote tienen bastante potencial.

Es evidente que en este lote se deben eliminar los árboles de calidad 3, para lograr obtener un óptimo de árboles calidad 1 y 2 que son los potencialmente aserrables, principalmente los árboles con diámetro inferior a 15 cm que es el mínimo para la industrialización en la empresa (Cuadro 19). El lote no presenta árboles de calidad 4 lo que es un indicio del manejo al que ha sido aplicado este lote.

**Cuadro 19.** Resumen dasométrico total para *Tectona grandis* en el lote 6 (Cortes Alta) de 10 años de edad, en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 16.7 ha).

Variable	Categoría Diamétrica (cm)					Total
	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	
<b>Árboles (N/ha)</b>	12	84	171	92	7	<b>366</b>
<b>Árboles Calidad 1 (N/ha)</b>	0	0	11	10	0	<b>21</b>
<b>Árboles Calidad 2 (N/ha)</b>	0	60	143	64	7	<b>273</b>
<b>Árboles Calidad 3 (N/ha)</b>	12	25	18	18	0	<b>72</b>
<b>Árboles Calidad 4 (N/ha)</b>	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Trozas Calidad 1 (n/ha)</b>	0	0	36	29	0	<b>65</b>
<b>Trozas Calidad 2 (n/ha)</b>	12	130	266	132	12	<b>552</b>
<b>Trozas Calidad 3 (n/ha)</b>	12	39	36	23	2	<b>112</b>
<b>Trozas Calidad 4 (n/ha)</b>	0	0	4	0	0	<b>4</b>
<b>Altura Comercial (m)</b>	0.00	3.46	6.09	7.61	10.83	<b>6.33</b>
<b>Altura Total (m)</b>	17.00	17.96	19.92	19.66	22.00	<b>19.58</b>
<b>Área Basal (m<sup>2</sup>/ha)</b>	0.18	2.18	6.73	5.09	0.55	<b>14.73</b>
<b>Volumen Comercial (m<sup>3</sup>/ha)</b>	0.75	10.26	36.14	27.63	3.15	<b>77.93</b>
<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>/ha)</b>	1.09	12.54	40.39	29.70	3.29	<b>87.00</b>

En el levantamiento de este lote no existieron problemas en la localización de sus límites, concordando con los establecidos en el campo y los mapas existentes (Anexo 1, Mapa 1).

El área basal presenta un comportamiento especial dentro de la topografía de este lote, agrupándose en unas áreas más que en otras. Tanto el número de árboles como el volumen tienen un comportamiento similar al área basal por ser dependientes del número de árboles para su cálculo (Ver Anexo 1, Mapa 2).

El área basal y el volumen, se concentran en los sitios cercanos a la red vial, como se puede observar en el Anexo 1, Mapa 2. La planificación del aprovechamiento y la extracción, en este caso no presenta gran dificultad al estar la mayor cantidad de material disponible cerca del camino disponible.

Los resúmenes dasométricos de los árboles por calidad para este lote se presentan en los Anexos 11, 12 y 13.



## Lote 7 (Cortes Baja)

El Cuadro 20 presenta el resumen dasométrico de este lote.

**Cuadro 20.** Resumen dasométrico total para *Tectona grandis* en el lote 7 (Cortes Baja) de 10 años de edad, en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 22.6 ha).

Variable	Categoría Diamétrica (cm)				Total
	15-20	20-25	25-30	30-35	
Árboles (N/ha)	61	161	72	1	<b>295</b>
Árboles Calidad 1 (N/ha)	8	10	7	0	<b>25</b>
Árboles Calidad 2 (N/ha)	53	139	54	1	<b>247</b>
Árboles Calidad 3 (N/ha)	0	12	11	0	<b>23</b>
Árboles Calidad 4 (N/ha)	0	0	0	0	<b>0</b>
Trozas Calidad 1 (n/ha)	20	90	104	3	<b>217</b>
Trozas Calidad 2 (n/ha)	223	476	159	3	<b>860</b>
Trozas Calidad 3 (n/ha)	0	73	25	0	<b>98</b>
Trozas Calidad 4 (n/ha)	0	4	0	0	<b>4</b>
Altura Comercial (m)	3.88	6.84	8.88	9.50	<b>7.16</b>
Altura Total (m)	17.76	19.70	22.29	22.00	<b>20.33</b>
Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	1.62	6.38	4.10	0.10	<b>12.19</b>
Volumen Comercial (m <sup>3</sup> /ha)	7.50	34.51	24.69	0.64	<b>67.34</b>
Volumen Total (m <sup>3</sup> /ha)	9.14	38.49	26.24	0.66	<b>74.53</b>

Este lote registró según el Cuadro 20, un total de 295 árboles por hectárea distribuidos desde los 15 cm hasta los 35 cm de diámetro, con árboles calidad 1 en las tres primeras clases diamétricas, árboles calidad 2 en todas las categorías diamétricas, árboles calidad 3 solamente en las categorías 20 - 25 cm y 25 - 30 cm; y sin presencia de árboles calidad 4.

El número de trozas por hectárea sigue un modelo de distribución similar que la distribución de número de árboles por calidad; con trozas calidad 1 y 2 en todas las categorías de diámetro, trozas calidad 3 las dos categorías del centro y trozas calidad 4 únicamente en la categoría 20 – 25 cm pero con un número mínimo.

Tanto el área basal como el volumen, presentan sus máximas concentraciones en las categorías 20 - 25 cm y 25 - 30 cm. La altura sigue un patrón ascendente conforme aumenta la categoría diamétrica.

El poco número de individuos de calidad 3, podría indicar que en un eventual raleo, este lote pueda contar únicamente con individuos 1 y 2. Además, en esta intervención se puede eliminar la categoría 15 – 20 cm que presenta pocos individuos tanto de calidad 1 y 2.

El levantamiento del perímetro de este lote coincide con las marcas establecidas tanto en el terreno como en los mapas de la plantación (Ver Anexo 2, Mapa 4).

La distribución del número de árboles por hectárea, área basal y volumen, es muy heterogénea dentro de este lote, ya que en la parte Oeste se presenta mayor concentración de estas variables (Anexo 2, Mapa 5), desconociéndose la causa, la cual puede ser por un manejo heterogéneo, ya que las condiciones del sitio no son limitantes para las labores de aprovechamiento y extracción (Anexo 2, Mapa 6).

Los resúmenes dasométricos de los árboles por calidad para este lote se presentan en los Anexos 14, 15 y 16.

### **Lote 8 (Bella)**

Este lote registra 338 árboles por hectárea desde los 15 cm hasta los 35 cm de diámetro, con árboles calidad 1 y 3 desde los 15 cm hasta los 30 cm de categoría diamétrica y árboles calidad 2 en todas las clases diamétricas ocupando la mayor concentración en cada categoría con respecto a los árboles 1 y 3. Los árboles de calidad 4 están ausentes (Cuadro 21). En este lote se deben eliminar los árboles de calidad 3 en un próximo raleo.

El Cuadro 21 muestra como el número de trozas se distribuye en todas las categorías de calidad, al igual que en las categorías diamétricas, excepto las trozas de calidad 3 y 4 que no están presentes en la categoría 30 – 35 cm. Las trozas de categoría 1 y 2 ocupan la mayor concentración de trozas.

La altura comercial y total siguen el comportamiento anteriormente mencionado en los lotes 6 y 7. Tanto el área basal como el volumen se presentan en mayor cantidad en las categorías diamétricas 20 - 25 cm y 25 - 30 cm, por la gran concentración de individuos en estas categorías (Cuadro 21).

**Cuadro 21.** Resumen dasométrico total para *Tectona grandis* en el lote 8 (Bella) de 10 años de edad, en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 21.3 ha).

Variable	Categoría Diamétrica (cm)				Total
	15-20	20-25	25-30	30-35	
<b>Árboles (N/ha)</b>	62	191	80	4	<b>338</b>
<b>Árboles Calidad 1 (N/ha)</b>	3	10	14	0	<b>28</b>
<b>Árboles Calidad 2 (N/ha)</b>	52	164	57	4	<b>278</b>
<b>Árboles Calidad 3 (N/ha)</b>	7	16	9	0	<b>32</b>
<b>Árboles Calidad 4 (N/ha)</b>	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Trozos Calidad 1 (n/ha)</b>	6	118	72	7	<b>202</b>
<b>Trozos Calidad 2 (n/ha)</b>	103	230	77	2	<b>412</b>
<b>Trozos Calidad 3 (n/ha)</b>	12	29	9	0	<b>50</b>
<b>Trozos Calidad 4 (n/ha)</b>	4	4	3	0	<b>11</b>
<b>Altura Comercial (m)</b>	4.60	5.94	7.61	10.38	<b>6.41</b>
<b>Altura Total (m)</b>	17.50	18.10	19.85	19.88	<b>18.63</b>
<b>Área Basal (m<sup>2</sup>/ha)</b>	1.75	7.58	4.50	0.33	<b>14.17</b>
<b>Volumen Comercial (m<sup>3</sup>/ha)</b>	8.39	37.25	23.86	1.77	<b>71.26</b>
<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>/ha)</b>	10.06	42.06	25.68	1.86	<b>79.65</b>

El levantamiento del perímetro de este lote, coincidió con las marcas establecidas tanto en el terreno como en los mapas de la plantación (Anexo 3, Mapa 7).

La distribución del área basal por hectárea, número de árboles por hectárea, y volumen por hectárea, es muy heterogénea dentro de este lote, con sitios con mayor densidad que otros (Anexo 3, Mapa 8). En este lote, se registraron pendientes considerables para la planificación de las labores de manejo pertinentes (Anexo 3. Mapa 9).

Los resúmenes dasométricos de los árboles por calidad para este lote se presentan en los Anexos 17, 18 y 19.

## Lote 9 (Conejo)

Se registraron un total de 457 árboles por hectárea en este lote, desde los 10 cm hasta los 35 cm de diámetro, con mayor cantidad en las dos primeras categorías diamétricas. Presenta árboles calidad 2 y 3 en todas las clases diamétricas y árboles calidad 1 en las tres primeras categorías. En este caso no se presentaron árboles calidad 4 (Cuadro 22). Los árboles calidad 2 son los que dominan todas las categorías.

La próxima intervención debe estar dirigida sobre los individuos con diámetros menores a 15 cm (127 individuos por ha) para cumplir con los requerimientos de la industria, además se pueden eliminar algunos individuos de mayor diámetro que son de calidad 3.

El número de trozas se distribuye en todas las categorías diamétricas, excepto en la primera y la última donde no existen trozas de calidad 4. La altura total se comporta parecido en todas las categorías, no así la altura comercial que aumenta conforme aumenta el diámetro. Tanto el área basal como el volumen, se concentran en su mayoría en la categoría diamétrica 15 - 20 cm. Este rodal presenta muy pocos árboles que superen los 25 cm de diámetro. (Cuadro 22).

**Cuadro 22.** Resumen dasométrico total para *Tectona grandis* en el lote 9 (Conejo) de 9 años de edad, en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 21.2 ha).

Variable	Categoría Diamétrica (cm)				Total
	10-15	15-20	20-25	25-30	
<b>Árboles (N/ha)</b>	127	258	64	9	<b>457</b>
<b>Árboles Calidad 1 (N/ha)</b>	7	28	2	0	<b>36</b>
<b>Árboles Calidad 2 (N/ha)</b>	112	201	42	5	<b>360</b>
<b>Árboles Calidad 3 (N/ha)</b>	8	29	21	4	<b>61</b>
<b>Árboles Calidad 4 (N/ha)</b>	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Trozas Calidad 1 (n/ha)</b>	3	101	21	4	<b>130</b>
<b>Trozas Calidad 2 (n/ha)</b>	220	352	77	8	<b>657</b>
<b>Trozas Calidad 3 (n/ha)</b>	30	61	26	6	<b>123</b>
<b>Trozas Calidad 4 (n/ha)</b>	0	2	3	0	<b>5</b>
<b>Altura Comercial (m)</b>	4.77	6.99	7.38	8.14	<b>6.69</b>
<b>Altura Total (m)</b>	17.23	18.64	18.36	17.86	<b>18.29</b>
<b>Área Basal (m<sup>2</sup>/ha)</b>	3.33	10.10	3.52	0.67	<b>17.62</b>
<b>Volumen Comercial (m<sup>3</sup>/ha)</b>	15.01	50.18	17.70	3.32	<b>86.21</b>
<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>/ha)</b>	18.46	56.68	19.19	3.49	<b>97.83</b>

En el levantamiento no se presentó ningún problema, por lo que sus límites son los diferenciados tanto en el campo como en los mapas existentes (Anexo 4, Mapa 10).

A pesar de contar con la distribución diamétrica del número de árboles por hectárea, área basal y volumen (Cuadro 22), es importante reconocer que la distribución de estas variables no es uniforme en todo el terreno, concentrándose más en algunos sitios (Anexo 4, Mapa 11). En este caso las condiciones topográficas del mismo hacen que el manejo realizado sea desigual, por las pendientes que se presentan, aunque en los sitios favorables sucede lo mismo con el manejo aplicado (Anexo 4, Mapas 11 y 12),

Los resúmenes dasométricos de los árboles por calidad para este lote se presentan en los Anexos 20, 21 y 22.

### Lote 12 (Mango)

**Cuadro 23.** Resumen dasométrico total para *Tectona grandis* en el lote 12 (Mango) de 10 años de edad, en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 46.5 ha).

Variable	Categoría Diamétrica (cm)				Total
	15-20	20-25	25-30	30-35	
Árboles (N/ha)	77	223	81	8	<b>389</b>
Árboles Calidad 1 (N/ha)	9	17	8	0	<b>34</b>
Árboles Calidad 2 (N/ha)	66	196	71	7	<b>339</b>
Árboles Calidad 3 (N/ha)	3	10	3	0	<b>15</b>
Árboles Calidad 4 (N/ha)	0	0	0	0	<b>0</b>
Trozas Calidad 1 (n/ha)	6	184	88	8	<b>286</b>
Trozas Calidad 2 (n/ha)	142	245	70	6	<b>464</b>
Trozas Calidad 3 (n/ha)	7	16	3	0	<b>26</b>
Trozas Calidad 4 (n/ha)	0	1	0	0	<b>1</b>
Altura Comercial (m)	5.69	7.62	8.59	8.84	<b>7.68</b>
Altura Total (m)	17.79	19.17	20.40	20.31	<b>19.37</b>
Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	2.15	8.87	4.51	0.58	<b>16.11</b>
Volumen Comercial (m <sup>3</sup> /ha)	10.05	46.04	25.10	3.27	<b>84.46</b>
Volumen Total (m <sup>3</sup> /ha)	11.93	50.39	26.90	3.42	<b>92.63</b>

En el Cuadro 23 se aprecia que el número de árboles por hectárea es de 389, que van distribuidos desde los 15 cm hasta 35 cm de diámetro, concentrándose la mayor cantidad en la categoría diamétrica 20 - 25 cm. Presenta árboles calidad 1 y 3 en las tres clases diamétricas menores; árboles calidad 2 en todas las categorías como ha sido constante en todos los lotes, así como la ausencia de árboles calidad 4.

El número de trozas se reparte en las categorías 1, 2 y 3, siendo las de calidad 2 las que predominan. Las trozas de calidad 4 prácticamente no se presentan. Tanto el área basal como el volumen, presentan su máxima concentración en las categorías diamétricas 20 - 25 cm y 25 - 30 cm. El número de árboles de gran dimensión (mayor a 30 cm) en este rodal es mínimo (Cuadro 23).

Es muy claro que en este lote los futuros árboles a eliminar en un raleo sean los de calidad 3. Pero también, dicha intervención debe estar dirigida principalmente en la categoría de menor diámetro, con lo cual pueden ser raleados árboles de calidad 1 y 2 (15 – 20 cm de diámetro)

Durante el levantamiento de este lote no se presentó problemas para identificar los límites, tanto en el mapa como el campo, como se refleja en el Anexo 5, Mapa 13.

Este lote reporta diferencias en la distribución sobre el terreno de las variables de número de árboles, área basal y volumen por hectárea (Anexo 5, Mapa 14). Pero es un lote plano en el que se puede planificar sin problemas el raleo para homogenizar la densidad dentro del rodal, por limitar su mayoría por caminos (Anexo 5, Mapa 15).

Los resúmenes dasométricos de los árboles por calidad para este lote se presentan en el Anexo 23, 24 y 25.

### **Lote 17 (Alvarado)**

Un total de 683 árboles por hectárea se registraron en este lote, distribuidos desde los 5 cm hasta 35 cm de diámetro, concentrándose la mayor cantidad en las categorías diamétricas ubicadas entre los 10 y 25 cm. Presenta árboles calidad 1 y 3 en las categorías situadas entre los 10cm y 30 cm; árboles calidad 2 en las clases diamétricas 15 – 20 cm hasta 30 – 35 cm. Es el único lote que presenta árboles calidad 4 en las tres primeras categorías, siendo en la primera categoría diamétrica la única calidad que se presenta por ser árboles que debieron ser raleados en un raleo que se marcó y nunca se realizó. (Cuadro 24).

El número de trozas se reparte en todas las categorías, con mayor concentración de trozas calidad 2 (614); un valor considerable y un poco alarmante es el número de trozas calidad 4 (358), lo cual hace mella en la necesidad de una intervención más intensa para eliminar el número de individuos indeseables para favorecer las calidades 1 y 2, tanto en árboles como para trozas. La eliminación de árboles de calidad 4 debe estar acompañada con los árboles menores a 15 cm de diámetro (material no aserrable en la industria), sin importar la calidad de los individuos.

El comportamiento de la altura, tanto total como comercial, es ascendente conforme aumenta la categoría diamétrica, excepto en la última categoría donde existe una disminución. El área basal y el volumen presentan sus máximas concentraciones en las categorías diamétricas 15 - 20 cm y 20 - 25 cm (Cuadro 23).

**Cuadro 24.** Resumen dasométrico total para *Tectona grandis* en el lote 17 (Alvarado) de 9 años de edad, en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 59.9 ha).

Variable	Categoría Diamétrica (cm)						Total
	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	
Árboles (N/ha)	91	125	283	158	25	1	<b>683</b>
Árboles Calidad 1 (N/ha)	0	3	2	6	3	0	<b>14</b>
Árboles Calidad 2 (N/ha)	0	25	141	107	19	1	<b>293</b>
Árboles Calidad 3 (N/ha)	0	42	124	45	2	0	<b>213</b>
Árboles Calidad 4 (N/ha)	91	56	16	0	0	0	<b>163</b>
Trozas Calidad 1 (n/ha)	0	0	22	88	27	2	<b>139</b>
Trozas Calidad 2 (n/ha)	7	53	351	184	19	1	<b>614</b>
Trozas Calidad 3 (n/ha)	0	75	135	41	3	0	<b>255</b>
Trozas Calidad 4 (n/ha)	175	123	57	3	0	0	<b>358</b>
Altura Comercial (m)	0.00	0.53	4.66	7.15	8.47	7.75	<b>5.34</b>
Altura Total (m)	8.30	12.83	16.61	18.60	19.52	18.00	<b>16.95</b>
Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	0.48	1.71	6.95	6.00	1.38	0.10	<b>16.62</b>
Volumen Comercial (m <sup>3</sup> /ha)	4.98	27.84	29.46	7.29	0.47	0.30	<b>70.33</b>
Volumen Total (m <sup>3</sup> /ha)	8.14	35.50	33.30	7.85	0.50	3.04	<b>88.32</b>

Durante el levantamiento de este lote se presentaron problemas para identificar el límite con los lotes 18 y 20, debido a que no existía ningún tipo de marca en el campo; dichas marcas fueron realizadas mientras se realizaba el levantamiento. Finalmente se obtuvo que este límite no coincide con los mapas existentes, como se refleja en el Anexo 6, Mapa 16.

La distribución sobre el terreno del número de árboles por hectárea, área basal y volumen por hectárea es muy heterogénea, concentrándose en unos sitios más que otros (Anexo 6, Mapa 17). En el Anexo 6, Mapa 18 se observa como en este lote se presentaron las pendientes más pronunciadas de los lotes evaluados, con lo cual esto ha podido influir en la realización de los raleos que se marcaron pero que no se efectuaron, igualmente influye la extensión tan grande que presenta.

Se considera necesario hacer una planificación minuciosa de las actividades de aprovechamiento y extracción, para extraer el máximo material disponible al menor costo posible. El Anexo 6, Mapas 17 y 18 son una herramienta útil para lograrlo.



Los resúmenes dasométricos de los árboles por calidad para este lote se presentan en el Anexo 26, 27 y 28.

### Lote 32 (Samuel)

**Cuadro 25.** Resumen dasométrico total para *Tectona grandis* en el lote 32 (Samuel) de 10 años de edad, en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 30.9 ha).

Variable	Categoría Diamétrica (cm)				Total
	15-20	20-25	25-30	30-35	
<b>Árboles (N/ha)</b>	48	217	94	12	<b>371</b>
<b>Árboles Calidad 1 (N/ha)</b>	4	15	3	0	<b>22</b>
<b>Árboles Calidad 2 (N/ha)</b>	42	190	81	12	<b>325</b>
<b>Árboles Calidad 3 (N/ha)</b>	2	13	9	0	<b>24</b>
<b>Árboles Calidad 4 (N/ha)</b>	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Trozos Calidad 1 (n/ha)</b>	4	171	85	11	<b>271</b>
<b>Trozos Calidad 2 (n/ha)</b>	88	247	88	11	<b>434</b>
<b>Trozos Calidad 3 (n/ha)</b>	4	17	15	2	<b>37</b>
<b>Trozos Calidad 4 (n/ha)</b>	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Altura Comercial (m)</b>	6.02	7.77	8.16	8.47	<b>7.80</b>
<b>Altura Total (m)</b>	18.85	20.02	20.36	20.06	<b>20.04</b>
<b>Área Basal (m<sup>2</sup>/ha)</b>	1.35	8.94	5.35	0.94	<b>16.59</b>
<b>Volumen Comercial (m<sup>3</sup>/ha)</b>	6.87	48.80	29.82	5.25	<b>90.74</b>
<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>/ha)</b>	8.15	54.12	31.90	5.47	<b>99.64</b>

En este lote se registran 371 árboles por hectárea desde los 15 cm hasta los 35 cm de diámetro, con árboles calidad 1 y 3 desde los 15 cm hasta los 30 cm de categoría diamétrica; y árboles calidad 2 en todas las clases diamétricas ocupando la mayor concentración en cada categoría con respecto a los árboles 1 y 3. Los árboles de calidad 4 están ausentes (Cuadro 25). En este lote los árboles de calidad 3 pueden ser eliminados en un próximo raleo; así como también los individuos de la categoría 15 – 20 cm de diámetro para favorecer los árboles de mayor dimensión y tener material comercial en el raleo.

El Cuadro 25 muestra como el número de trozas se distribuye en todas las categorías diamétricas, para las trozas calidad 1, 2 y 3. Las trozas de calidad 4 no están presentes. Las trozas de categoría 1 y 2 ocupan la mayor concentración de trozas.

La altura comercial sigue un comportamiento ascendente conforme aumenta el diámetro. La altura total asciende hasta la categoría 20 – 25 cm de diámetro, manteniéndose constante en el resto de categorías diamétricas. Tanto el área basal como el volumen se presentan en mayor cantidad en las categorías diamétricas 20 - 25 cm y 25 - 30 cm, por la gran concentración de individuos en estas categorías (Cuadro 25).

El levantamiento del perímetro de este lote, coincidió con las marcas establecidas tanto en el terreno como en los mapas de la plantación (Anexo 7, Mapa 19).

La distribución del área basal por hectárea, número de árboles por hectárea, y volumen por hectárea, es muy heterogénea dentro de este lote, con sitios con mayor densidad que otros (Anexo 7, Mapa 20). En dicho anexo se nota como en la esquina Sureste del lote es donde se evaluaron las parcelas en las que se acababa de realizar el raleo. En este lote, se registraron pendientes bajas (Anexo 7. Mapa 21).

Los resúmenes dasométricos de los árboles por calidad para este lote se presentan en el Anexo 29, 30 y 31.

### Lote 35 (Fausto)

En el Cuadro 26 se presenta el resumen dasométrico del este lote.

**Cuadro 26.** Resumen dasométrico total para *Tectona grandis* en el lote 35 (Fausto) de 10 años de edad, en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 19.7 ha).

Variable	Categoría Diamétrica (cm)				Total
	15-20	20-25	25-30	30-35	
Árboles (N/ha)	60	299	74	4	<b>438</b>
Árboles Calidad 1 (N/ha)	0	22	6	0	<b>28</b>
Árboles Calidad 2 (N/ha)	55	264	65	4	<b>388</b>
Árboles Calidad 3 (N/ha)	5	13	4	0	<b>22</b>
Árboles Calidad 4 (N/ha)	0	0	0	0	<b>0</b>
Trozos Calidad 1 (n/ha)	0	87	15	0	<b>102</b>
Trozos Calidad 2 (n/ha)	113	466	121	8	<b>709</b>
Trozos Calidad 3 (n/ha)	7	44	13	0	<b>64</b>
Trozos Calidad 4 (n/ha)	0	0	0	0	<b>0</b>
Altura Comercial (m)	5.44	7.11	8.03	8.50	<b>7.18</b>
Altura Total (m)	19.50	19.91	20.62	21.00	<b>20.05</b>
Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	1.68	11.89	4.11	0.32	<b>18.00</b>
Volumen Comercial (m <sup>3</sup> /ha)	8.80	64.27	23.03	1.81	<b>97.91</b>
Volumen Total (m <sup>3</sup> /ha)	10.39	71.67	24.69	1.89	<b>108.64</b>

El Cuadro 26 muestra que el número de árboles totales por hectárea es de 438, distribuidos desde los 15 cm hasta los 35 cm de diámetro. La mayor cantidad se concentra en la categoría diamétrica 25 - 30 cm. Lo mismo ocurre con las variables de área basal y volumen. La altura, tanto total como comercial aumenta conforme aumenta la categoría diamétrica. No se reportan árboles de calidad 4.

Las trozas de calidad 1 se presentan en las categorías 20 – 25 cm y 25 – 30 cm de diámetro. Además se registraron trozas calidad 2 en todas las categorías de diámetro y representando la mayor cantidad en proporción; las trozas calidad 3 son muy pocas, las cuales pueden ser eliminadas en la próxima intervención. No existen trozas de calidad 4.

Con la eliminación de los árboles de calidad 3 y los individuos de calidad 2 de la categoría diamétrica menor (15 – 20 cm), se tiene asegurada una población de más de 300 árboles por hectárea de calidad 1 y 2 mayor a 20 cm de diámetro disponibles para la cosecha final.

Durante el levantamiento de este lote no existieron problemas en la localización de sus límites, concordando con los límites establecidos en el campo y los mapas existentes (Ver Anexo 8, Mapa 22). El área basal presenta un comportamiento heterogéneo dentro de la topografía de este lote, agrupándose en unas áreas más que en otras. Tanto el número de árboles como el volumen tienen un comportamiento similar al área basal por ser dependientes del número de árboles para su cálculo (Ver Anexo 8, Mapa 23). El lote es bastante plano (Anexo 8, Mapa 24) con lo cual las condiciones del sitio no influyen en el manejo heterogéneo realizado en el lote.

Los resúmenes dasométricos de los árboles por calidad para este lote se presentan en el Anexo 32, 33 y 34.

## CONCLUSIONES

- Existen diferencias en los resultados de las áreas totales calculadas por medio del levantamiento de campo de cada lote con respecto a las áreas totales reportadas por la empresa.
- Se determinaron cuatro tipos de cobertura en los lotes evaluados: teca, zona de protección, basurero e infraestructura.
- Las plantaciones de teca abarcan la mayor parte del área total de cada lote. Las áreas de protección se encuentran distribuidas cerca de los ríos y nacientes y en parches de terreno de alta pendiente.
- Las bajas pendientes predominan dentro de la plantación de teca, excepto en el lote 17.
- Existen diferencias entre lotes con la misma edad para las variables número de árboles, área basal, volumen, lo que refleja un manejo silvicultural heterogéneo en los lotes, así como diferencias en la calidad de sitio donde se encuentra la plantación forestal.
- La mayor cantidad de árboles se ubica en la categoría de calidad 2, en todas las categorías diamétricas. La existencia de árboles calidad 4 sólo se presenta en el lote 17.
- El mayor número de trozas comerciales se concentra en las calidades 1 y 2.
- El lote con mayor crecimiento en área basal, volumen, diámetro y altura es el 32. El lote con menores incrementos es el lote 17.
- La altura comercial aumenta conforme aumenta el diámetro, no así para la altura total.
- En general, las plantaciones establecidas en Palo Arco son superiores a las establecidas en Carrillo, por las condiciones de sitio que favorecen tanto el crecimiento como las labores silviculturales.

- El Índice de Calidad General presenta valores muy cercanos a 2, lo que indica que las plantaciones en estos lotes son de muy buena calidad, con una alta incidencia de individuos de calidad 1 y 2, que son los deseables a nivel comercial.
- De acuerdo con el Índice de Calidad de Cosecha, el lote 35 recibe una calificación de excelente ya que presentan 400 o más individuos calidad 1 y 2. Los lotes 8, 9, 12, 17 y 32 presenta valores entre 300 y 400 individuos calidad 1 y 2, lo cual se calificaría como muy bueno. Los lotes 6 y 7 presenta valores entre 200 y 300 individuos calidad 1 y 2 lo que se consideraría como aceptable.
- El Índice de Calidad Máxima presenta valores muy bajos, debido a la gran cantidad de individuos calidad 2 que están bifurcados a una altura menor a 10 m, por lo cual no fueron calificados como calidad 1.
- El Índice de Calidad de las Trozas no es comparable con los parámetros propuestos, por evaluar sólo las dos primeras trozas que pueden sobrevalorar las plantaciones.
- El Índice de Calidad de la Productividad es aceptable, para todos los lotes excepto para los lotes 7 y 35.
- La calidad de las plantaciones evaluadas están por encima del promedio de la calidad de las plantaciones de teca en la Península de Nicoya.
- Existen diferencias significativas en ciertos lotes, de los resultados obtenidos del muestreo realizado en el estudio y el inventario realizado por la empresa para el diámetro medio, área basal, altura total media y número de árboles por hectárea. Esta diferencia es producto de la forma de tomar y analizar los datos; y de la ubicación de las parcelas permanentes.

## RECOMENDACIONES

- Actualizar los mapas que se utilizan para labores silviculturales dentro de la finca, ya que la mayoría no corresponden a lo que se indica en el terreno.
- Se debe continuar con este estudio para actualizar la información de la finca en cuanto a terreno, calidad y condición actual de la plantación y además poder verificar la efectividad de los datos que otorgan las parcelas permanentes presentes en la finca.
- Implementar un Sistema de Información Geográfica en la empresa para manejar los datos de la finca, con el fin de generar información precisa de la misma en forma actualizada, contribuyendo a la reducción de costos de operación de otras labores que se pueden realizar de una manera más rápida y sencilla con este sistema.
- Es necesario realizar un manejo más uniforme dentro de los lotes evaluados para obtener plantaciones de mayor calidad y homogeneidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALDER, D.** 1980. Estimación del Volumen Forestal y Predicción del Rendimiento. Estudio FAO: Monte 22 / 2. 80 p.
- BITTERLICH, W.** 1984. The Relascope Idea. Relative Measurements in Forestry. Commonwealth Agricultural Bureaux. England. Page Bros (Norwich) Ltd. 242p.
- BOSQUE PUERTO CARRILLO.** 1999b. Resumen Público del Plan de Manejo. Qualifor, United Kingdom. Guanacaste, Costa Rica.
- BRUCE, D Y SCHUMACHER, F.** 1965. Medición Forestal. Trad. por Ramón Palacios y José Meza. México. Editorial Herrero. 473 p.
- CAILLIEZ, F.** 1980. Estimación del Volumen Forestal y Predicción del Rendimiento. Estudio FAO: Monte 22 / 1. 92 p.
- CAMACHO, P.** 1995. Evaluación de Calidad de las Plantaciones Forestales en la Región Huetar Norte de Costa Rica. COSEFORMA. Alajuela, Costa Rica. 85 p.
- CATIE.** 1991. Teca (*Tectona grandis* L.f) árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico; No 179. 60 p.
- CENTRO CIENTÍFICO TROPICAL.** 1993. Mapa Ecológico de Costa Rica. Hoja Nicoya. San José, Costa Rica. Esc. 1:200 000.
- FALLAS, J.** 2000. Mapas Topográficos Digitalizados y Determinación de la Calidad de las Plantaciones de *Tectona grandis*, en la Finca Bosque Puerto Carrillo, Puerto Carrillo, Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. Tesis Bach. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 126 p.
- KAVANAGH, B Y BIRD, G.** 1992. Surveying: Principles and applications. 3<sup>rd</sup> ed. Englewood Cliffs. New Jersey. Prentice-Hall. 667 p.

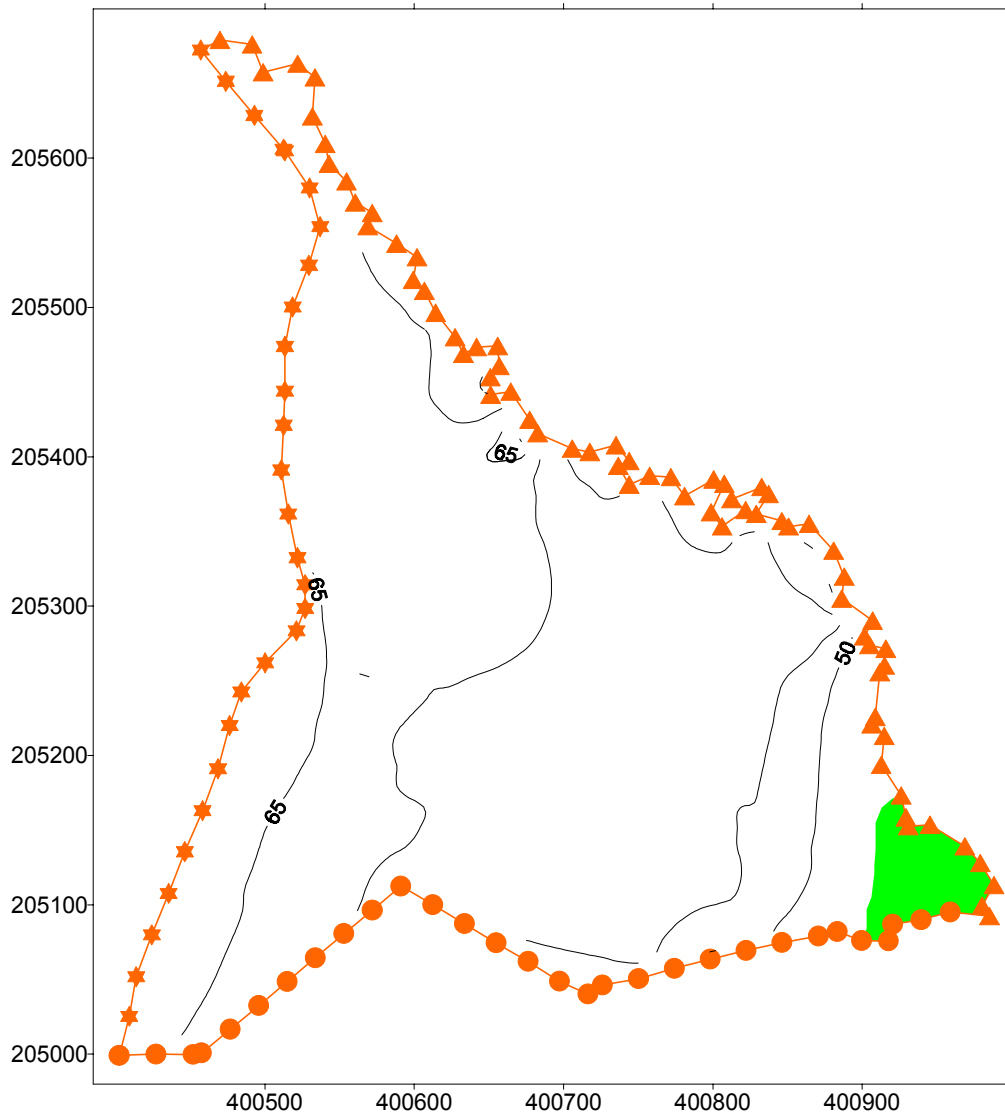


- LOJAN, L.** 1966. Apuntes del Curso de Dasonometría. Mediciones de árboles individuales. CATIE, Programa Forestal. Turrialba, Costa Rica. 106 p.
- MAGINNIS, S; MENDEZ, G; DAVIES, J.** 1998. Manual para el Manejo de Bloques Pequeños de Bosque Húmedo Tropical (con especial referencia a la Zona Norte de Costa Rica). CODEFORSA. 208 p.
- MONTERO, S.** 1996. Evaluación de la Calidad de las Plantaciones Forestales en la Región Chorotega de Costa Rica. Fideicomiso 340-FONAFIFO, MIRENEM. Tesis Bach. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 78 p.
- MURILLO, O Y CAMACHO, P.** 1992. Metodología para la evaluación de la Calidad de las Plantaciones Forestales. En: II Congreso Forestal Nacional. 25-27 Nov. 1992. San José, Costa Rica: p. 40-42.
- MURILLO, O Y CAMACHO, P.** 1998. Evaluación de la Calidad de las Plantaciones Forestales. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal. Serie de Apoyo Académico No. 27. Cartago, Costa Rica. 56 p.
- MURILLO, O.** (En prensa). Índices de Calidad para la Reforestación en Costa Rica. (En prensa, Agronomía Costarricense).
- ORTIZ, E.** 1989. Planificación y Ejecución de Raleos en Plantaciones Forestales. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal. Serie de Apoyo Académico No. 10. Cartago, Costa Rica. 12 p.
- ORTIZ, E.** 1999. Manual para la Enseñanza el Curso de Inventarios Forestales. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal.





- PALACIOS, E.** 1998. Evaluación de Diferentes Formas y Tamaños de Parcelas de Muestreo para Inventarios en Plantaciones de *Cupressus lusitanica* Mill., en Usumatlan, Zacapa y *Gmelina arborea* Roxb., en los Amates, Izabal. Tesis Lic. Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario de Nor-Occidente. Huehuetenango, Guatemala. 51 p.
- PRODAN, M; PETERS, R; COX, F; REAL, P.** 1997. Mensura Forestal. Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible. San José, Costa Rica.: GTZ/IICA. 586 p.
- RODRÍGUEZ, P.** 1997. Evaluación de la Calidad de Plantaciones Forestales. Tesis Bach. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 97 p.
- ROJAS, O; MURILLO, O.** (en prensa) Calidad de las plantaciones de teca en la Península de Nicoya, Costa Rica. (En prensa, Agronomía Costarricense).

# ANEXOS

**Anexo 1. Mapas del Lote 6 (Cortes Alta) de la finca  
Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste.**

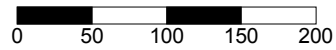


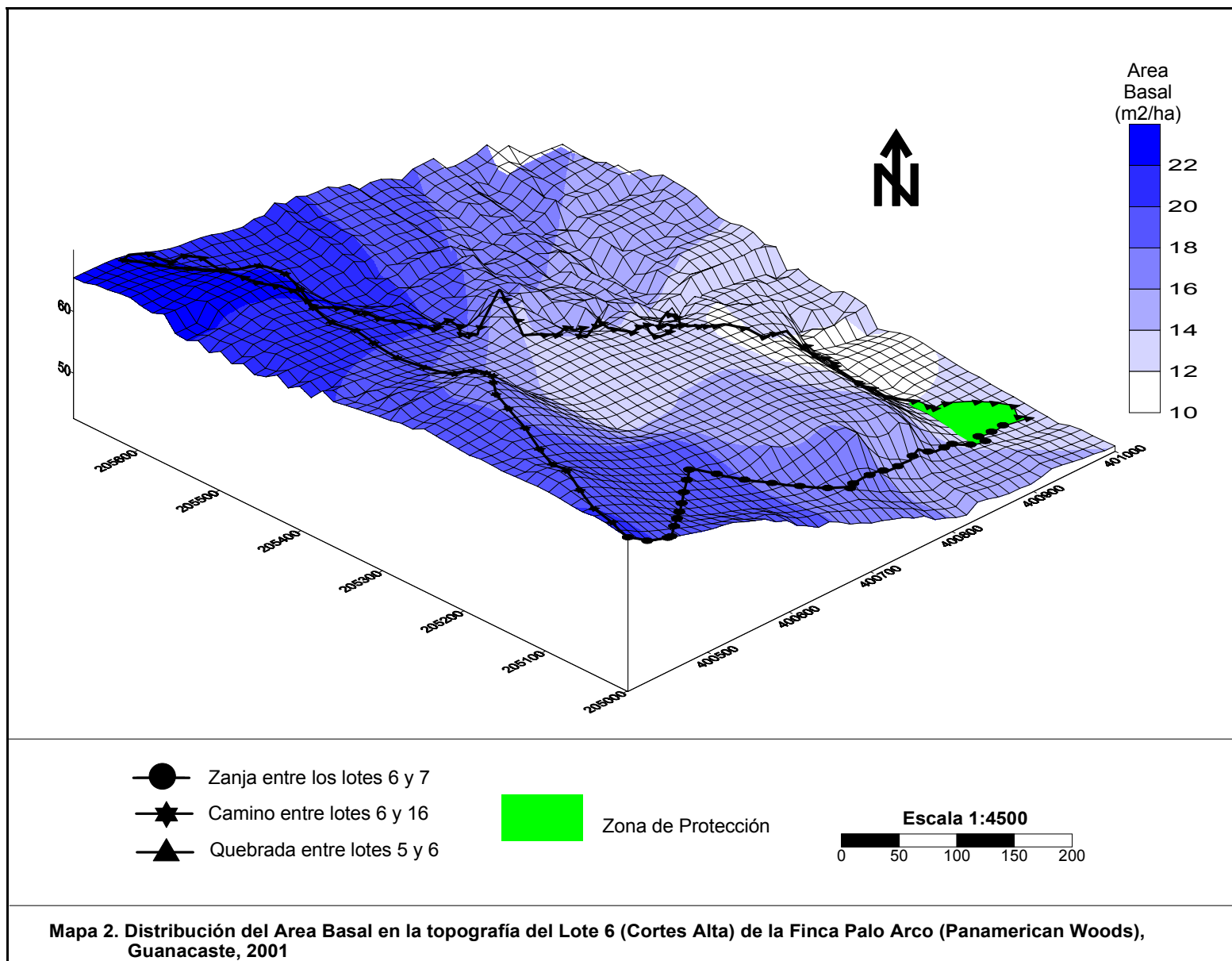
**Mapa 1. Curvas de nivel, ríos y uso del suelo en el Lote 6 (Cortes Alta) de la Finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste, 2001**

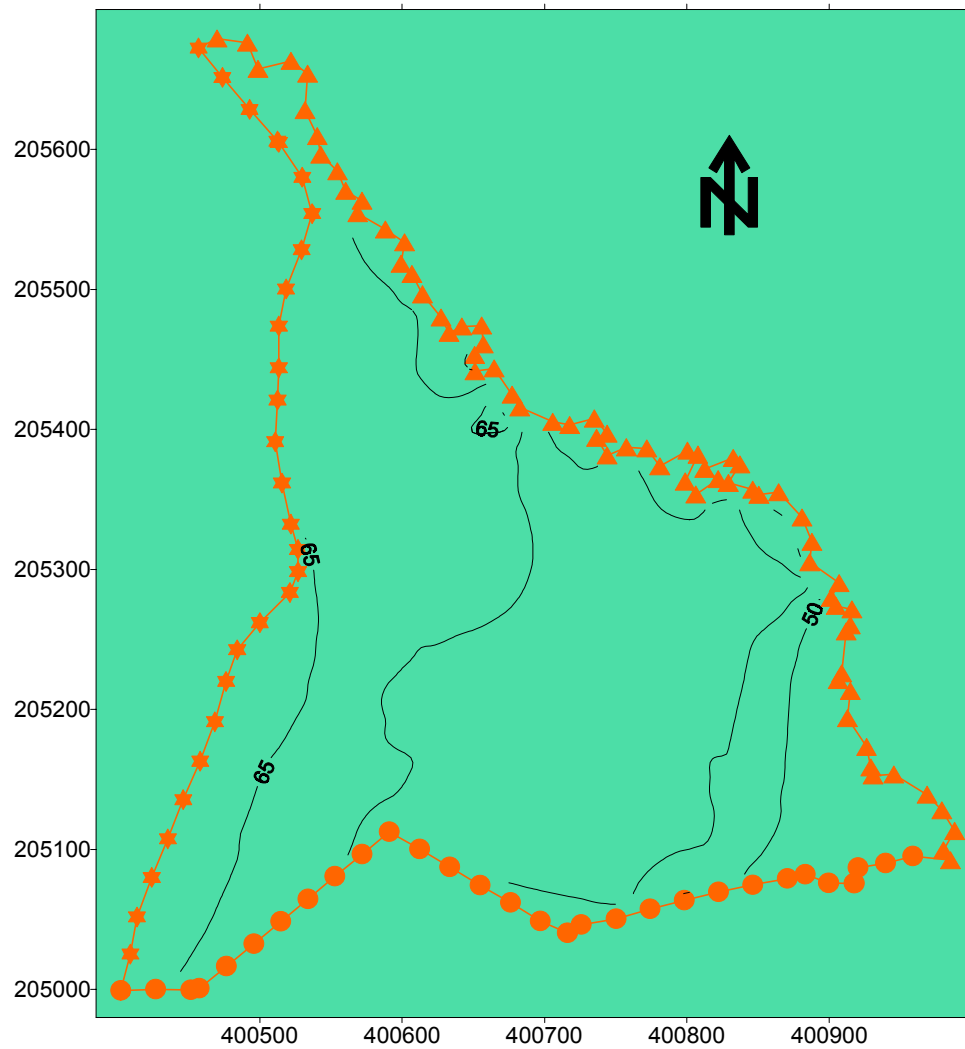
-  Zanja entre los lotes 6 y 7
-  Camino entre lotes 6 y 16
-  Quebrada entre lotes 5 y 6
-  Zona de Protección

**Curvas cada 5 metros**




**Escala 1:4500**



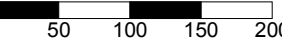
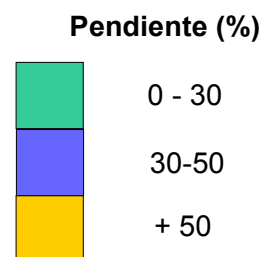




**Mapa 3. Clasificación de la pendiente (%) en el Lote 6 (Cortes Alta) de la Finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste, 2001**

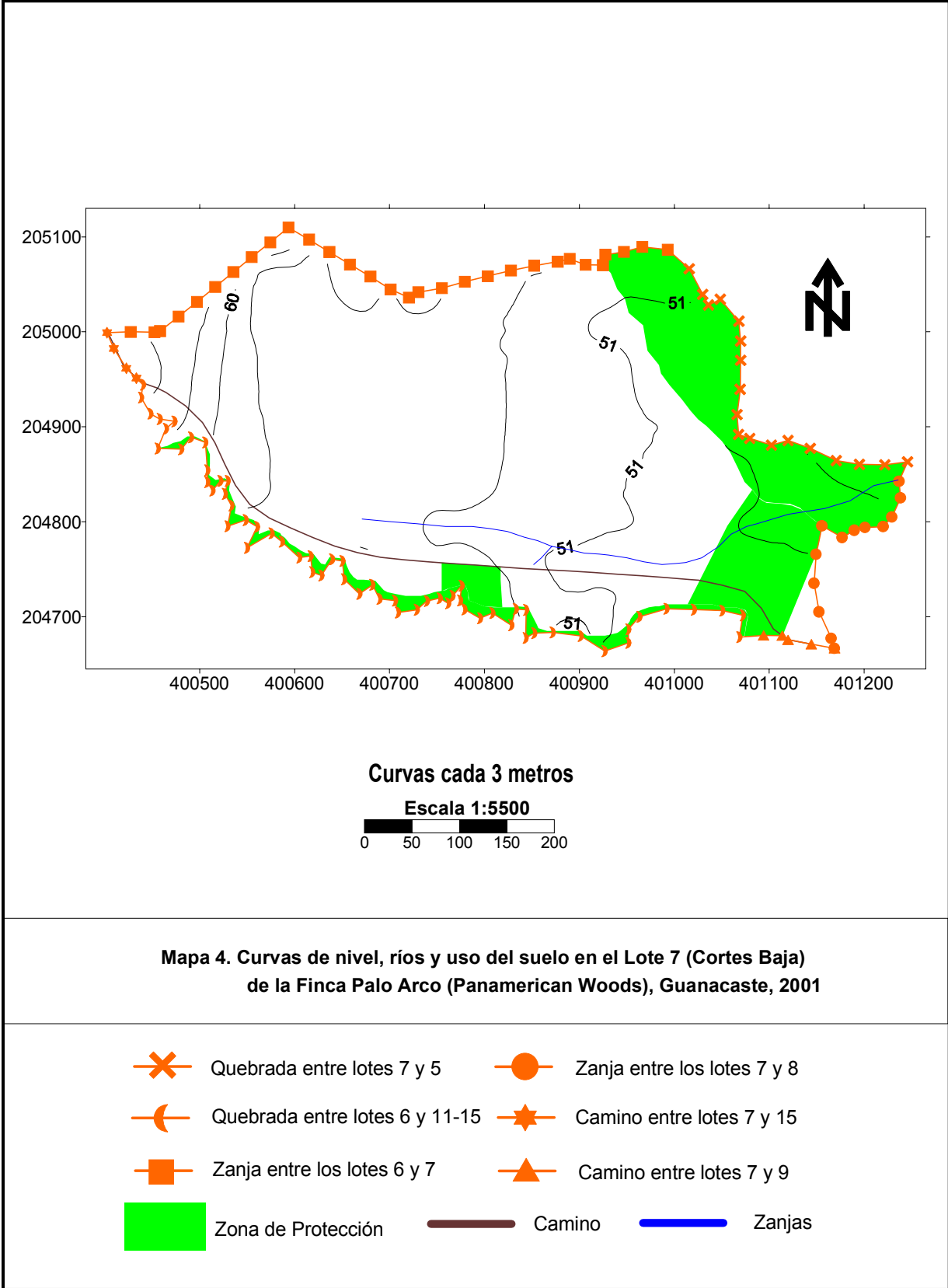
-  Zanja entre los lotes 6 y 7
-  Camino entre lotes 6 y 16
-  Quebrada entre lotes 5 y 6

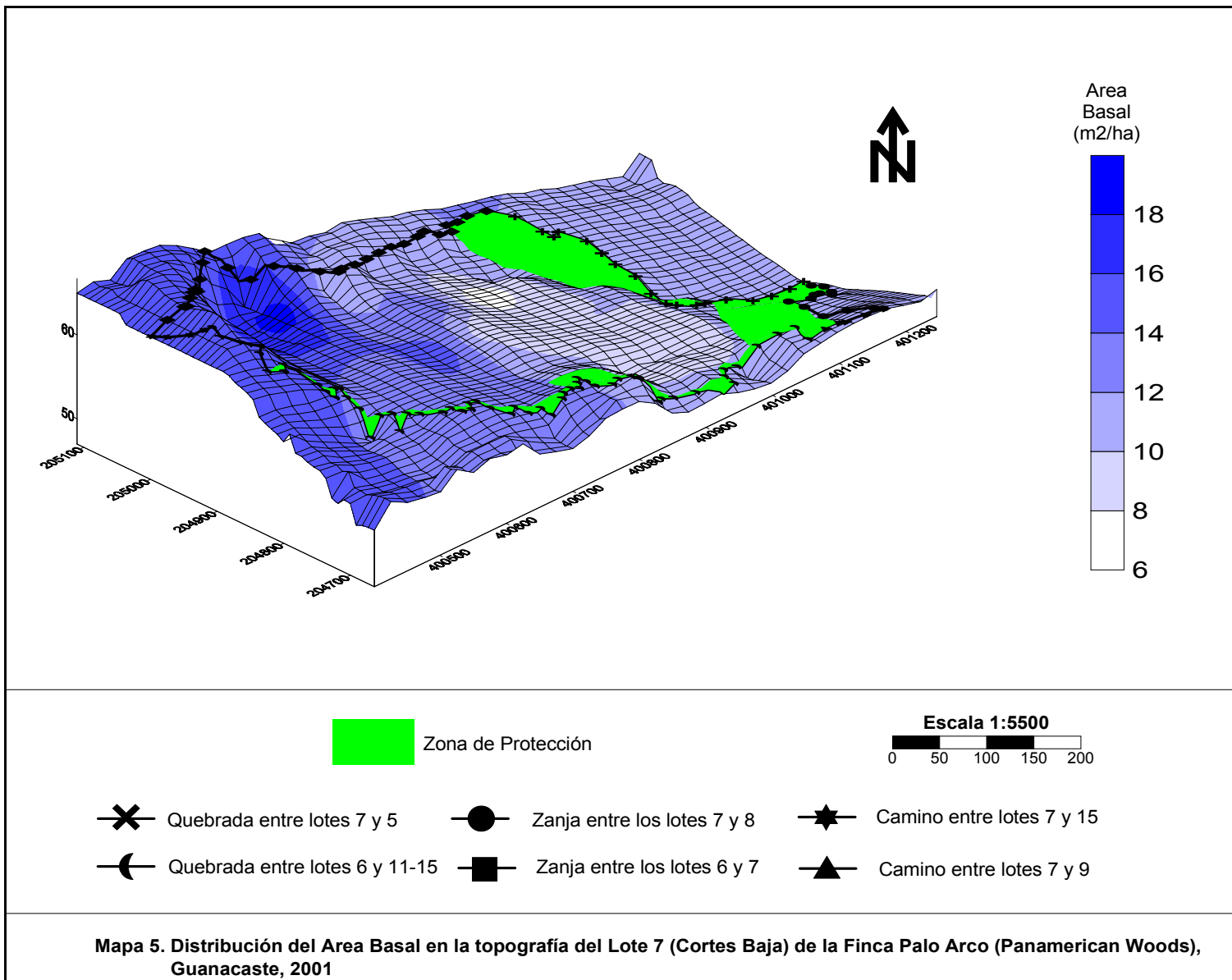
**Curvas cada 5 metros**  
**Escala 1:4500**

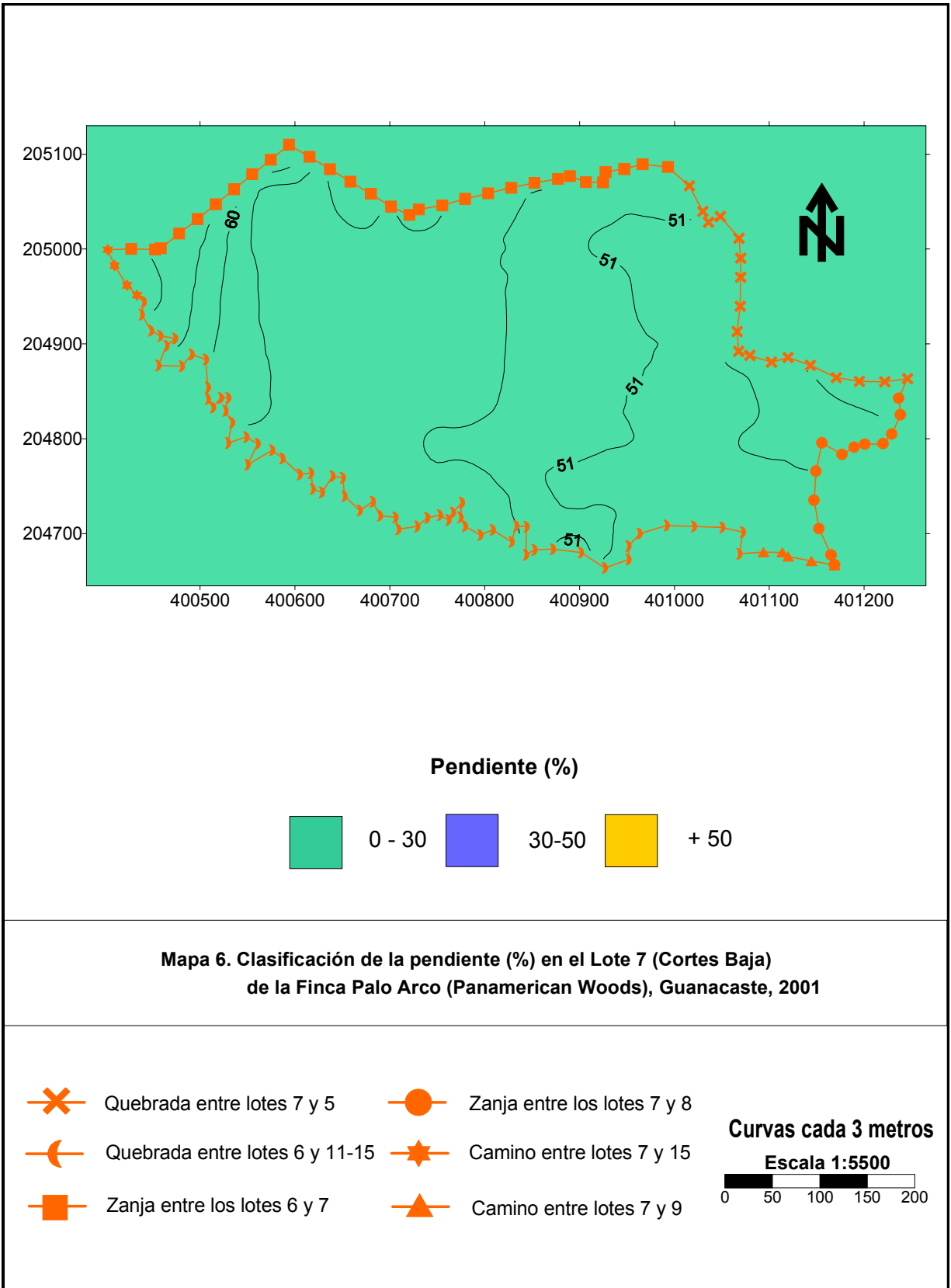



**Anexo 2. Mapas del Lote 7 (Cortes Baja) de la finca  
Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste.**

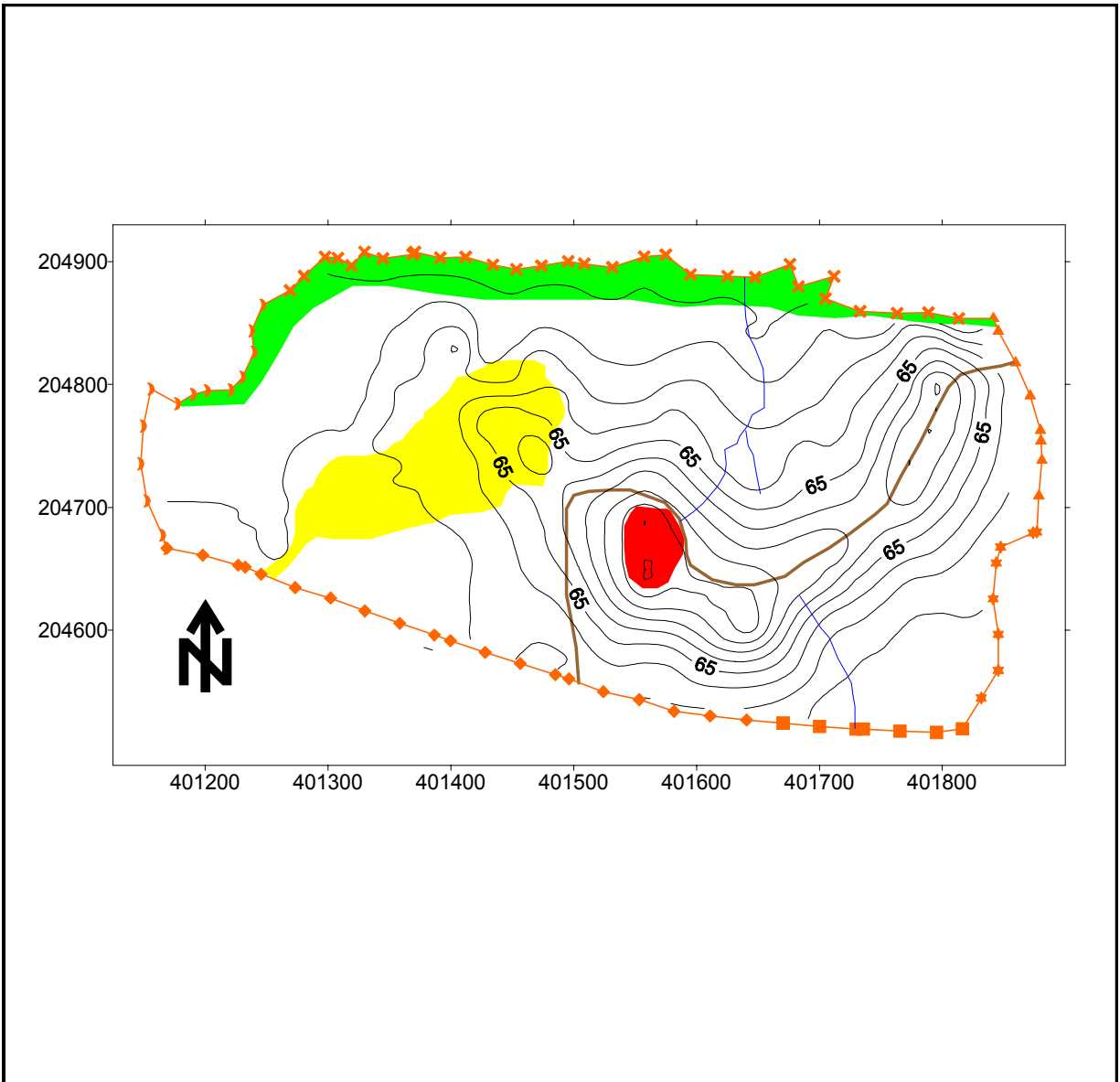




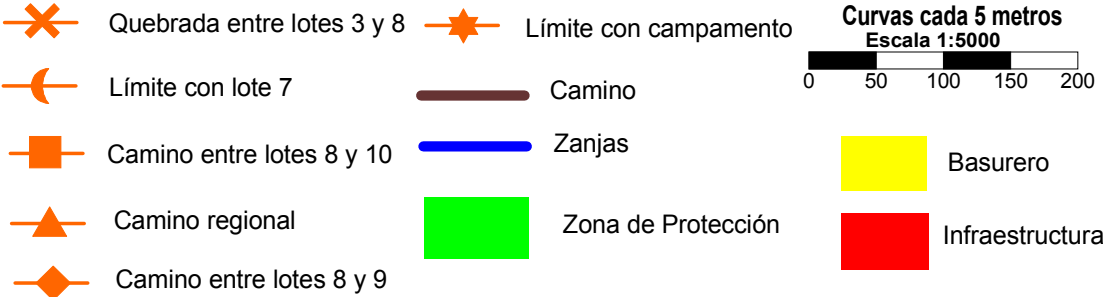


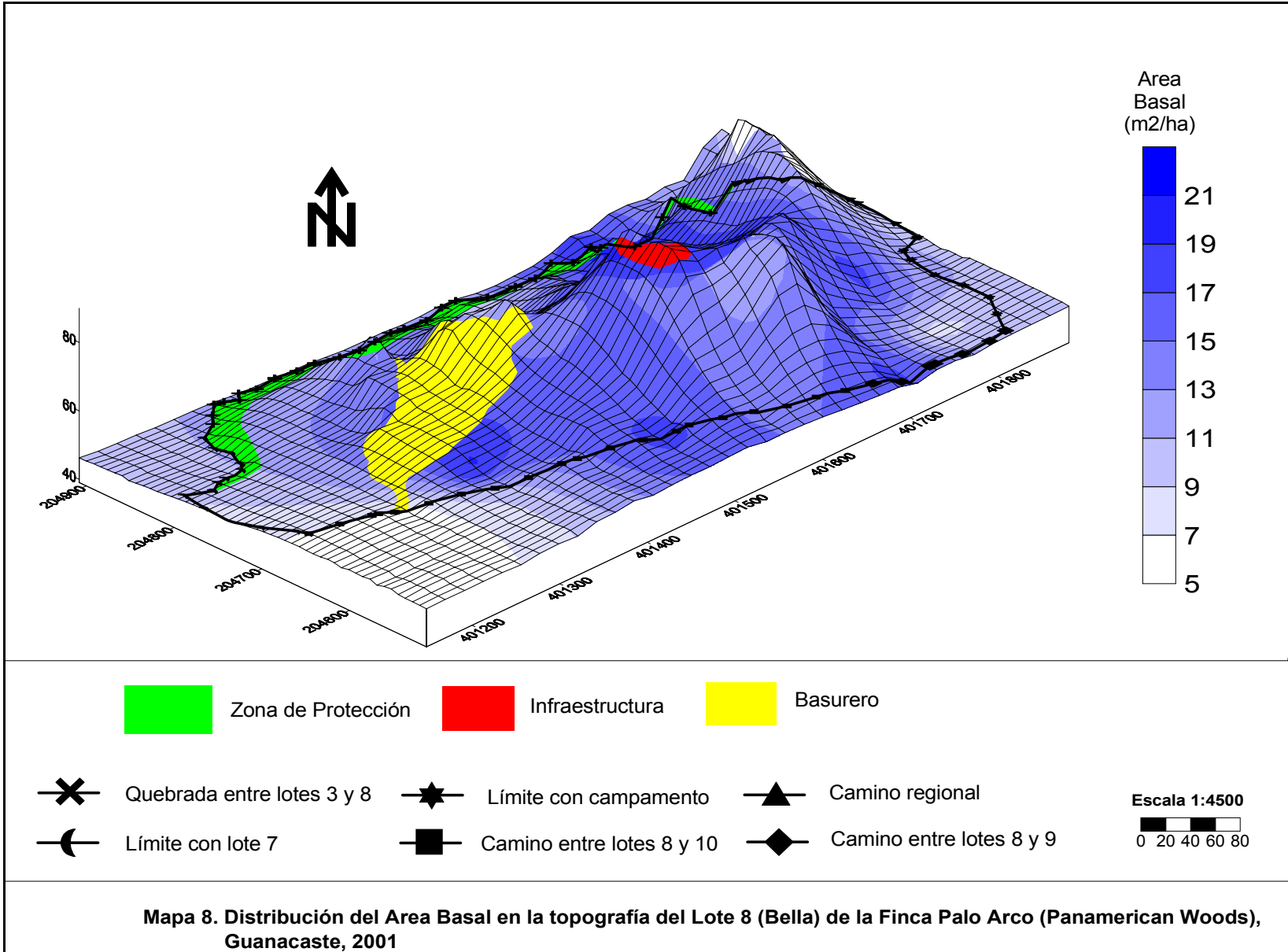


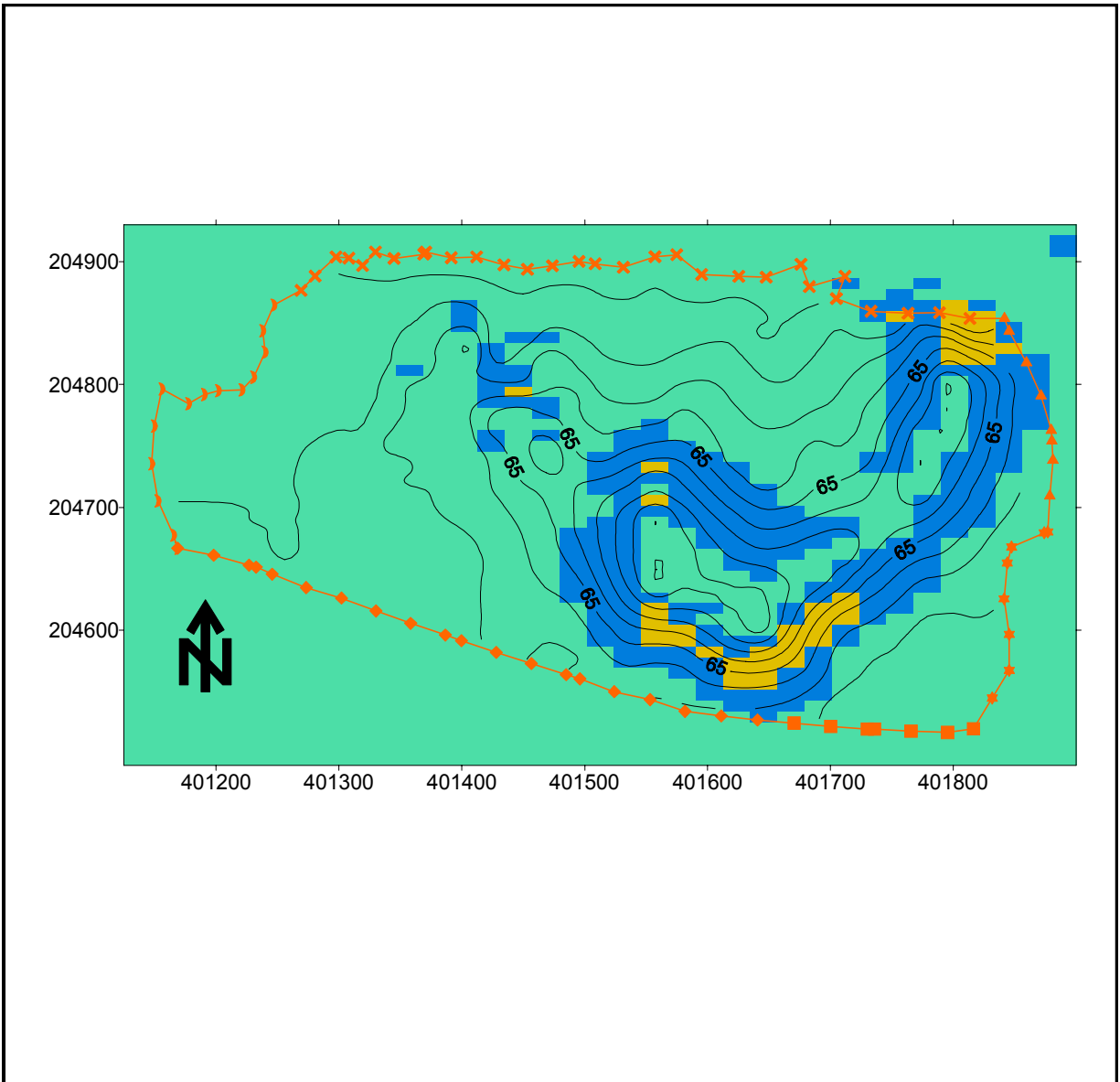
**Anexo 3. Mapas del Lote 8 (Bella) de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste.**



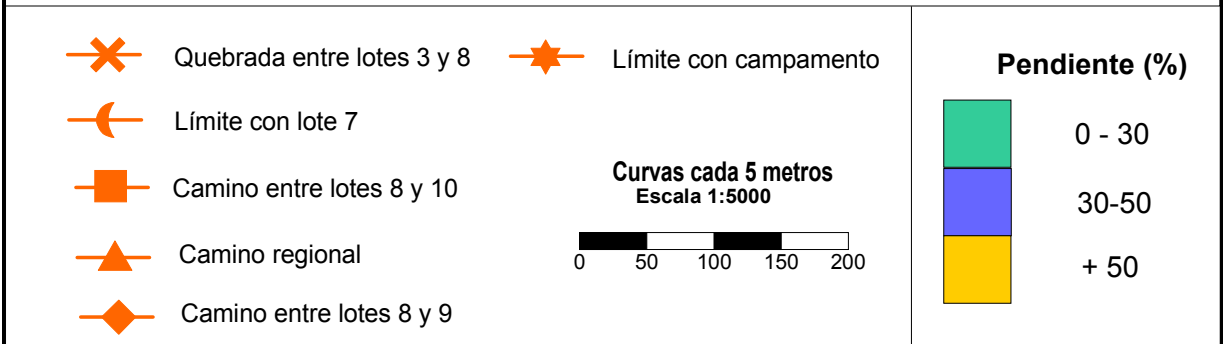
**Mapa 7. Curvas de nivel, ríos y uso del suelo en el Lote 8 (Bella) de la Finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste, 2001**





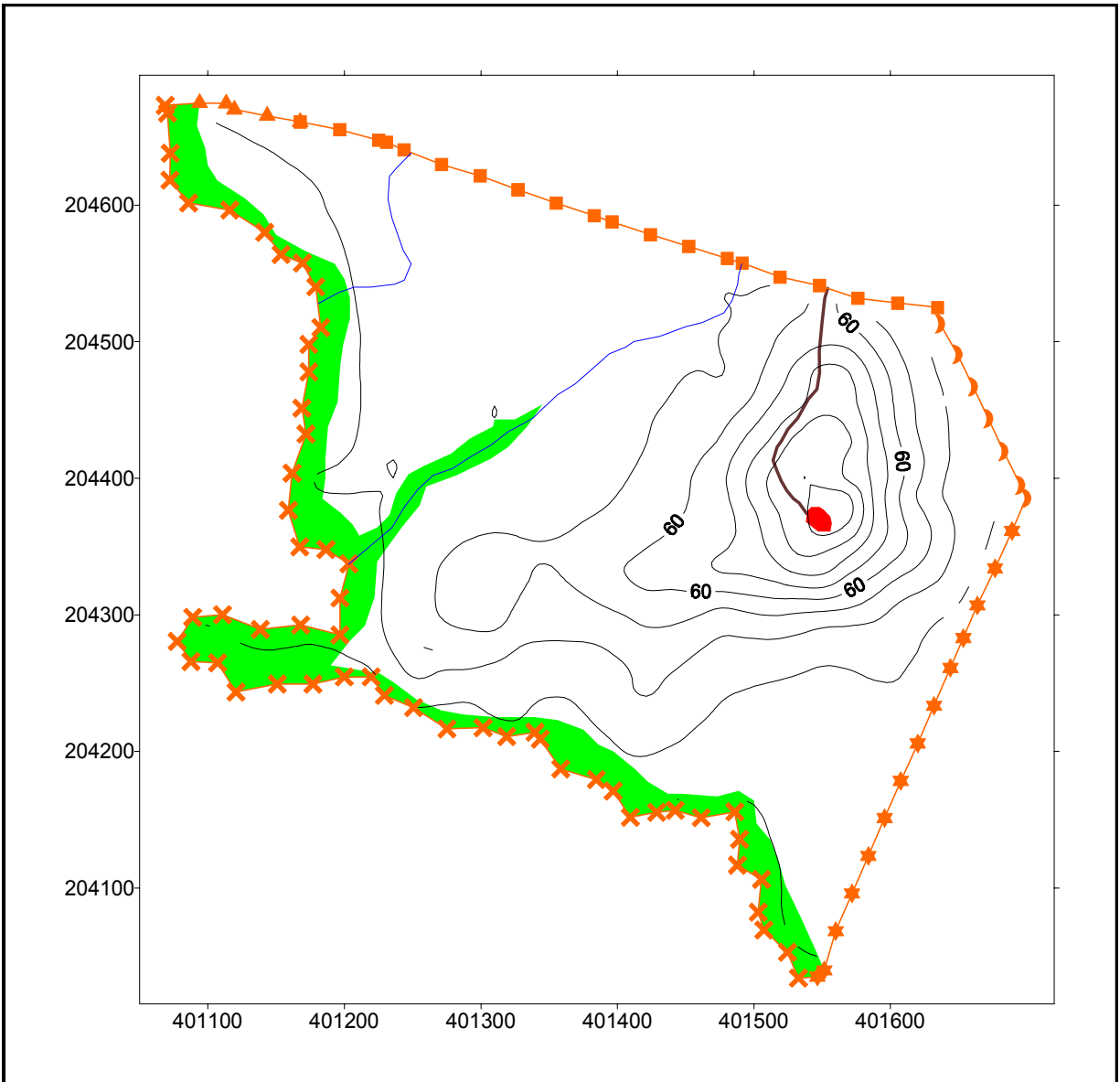


**Mapa 9. Clasificación de la pendiente (%) en el Lote 8 (Bella)  
de la Finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste, 2001**












**Anexo 4. Mapas del Lote 9 (Conejo) de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste.**

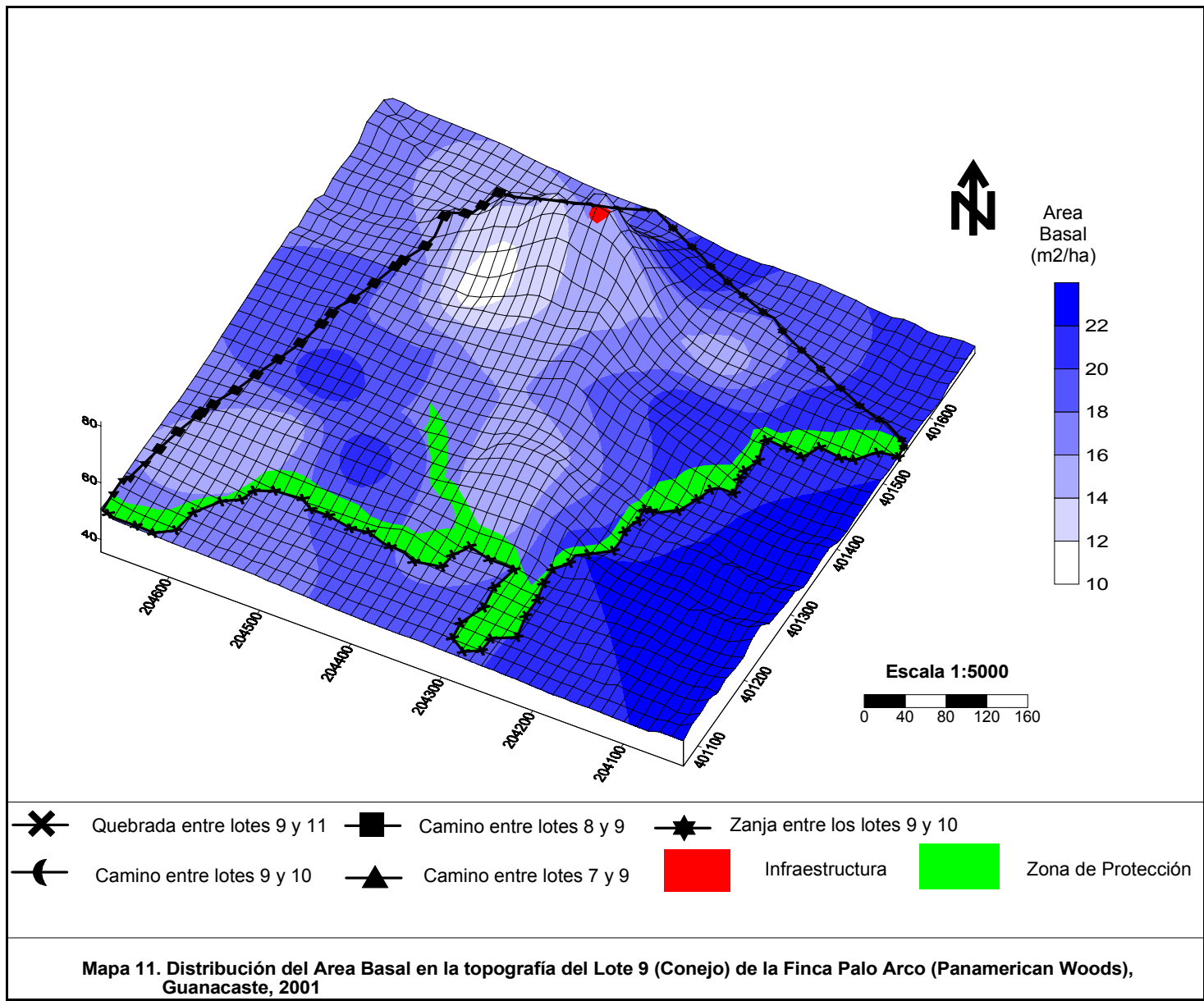


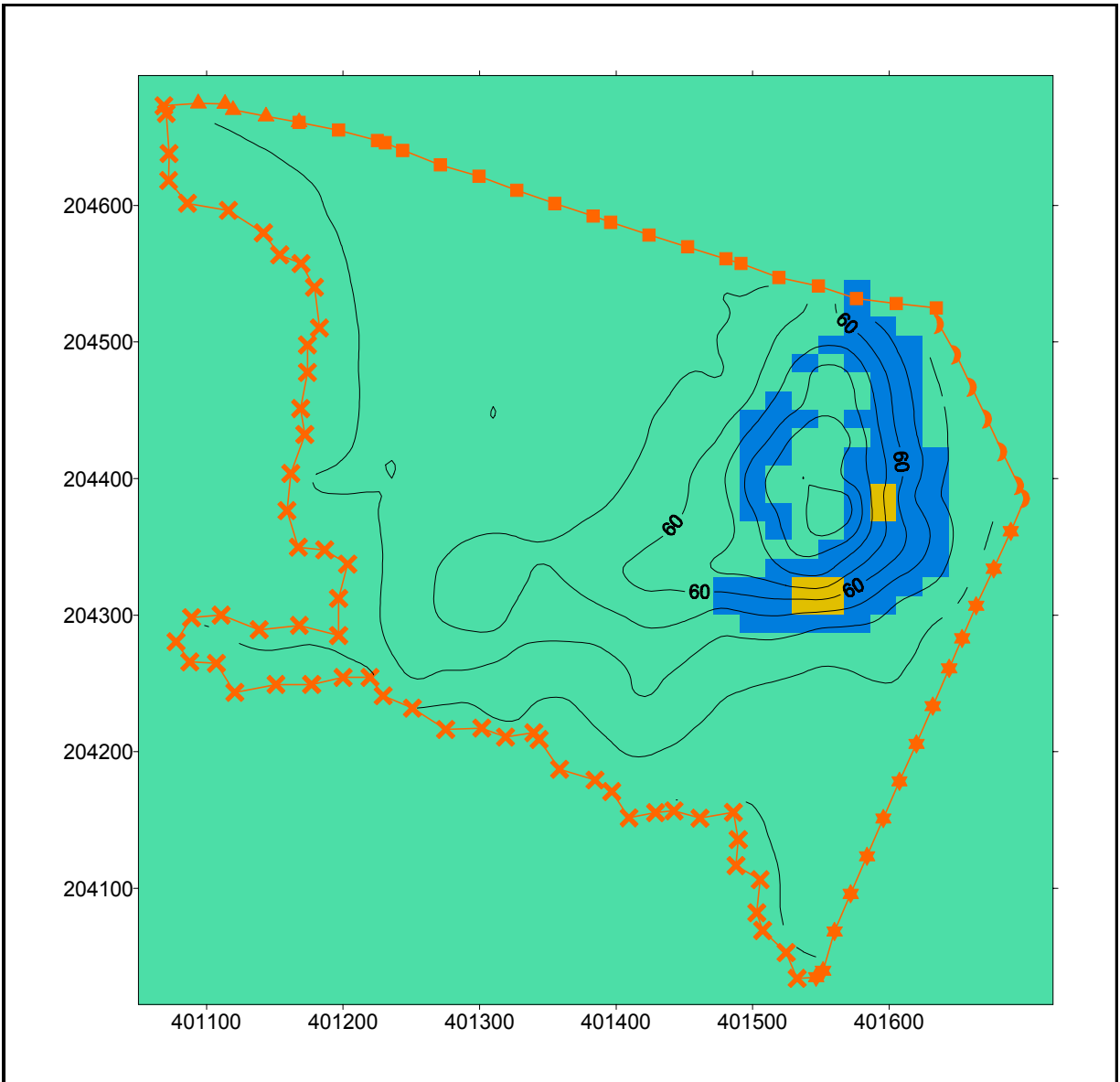


**Mapa 10. Curvas de nivel, ríos y uso del suelo en el Lote 9 (Conejo) de la Finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste, 2001**

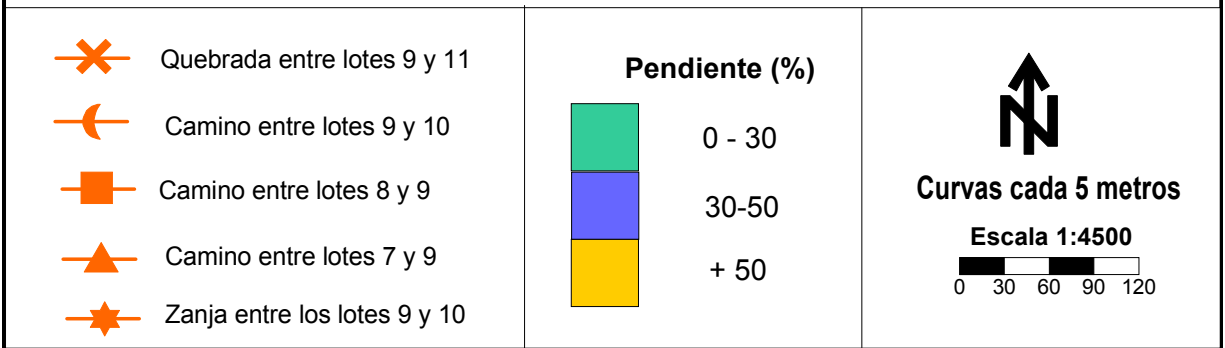
- |   |                              |   |                    |
|---|------------------------------|---|--------------------|
|  | Quebrada entre lotes 9 y 11  |  | Camino             |
|  | Camino entre lotes 9 y 10    |  | Zanjas             |
|  | Camino entre lotes 8 y 9     |  | Zona de Protección |
|  | Camino entre lotes 7 y 9     |  | Infraestructura    |
|  | Zanja entre los lotes 9 y 10 |   |                    |

  
**Curvas cada 5 metros**  
**Escala 1:4500**  

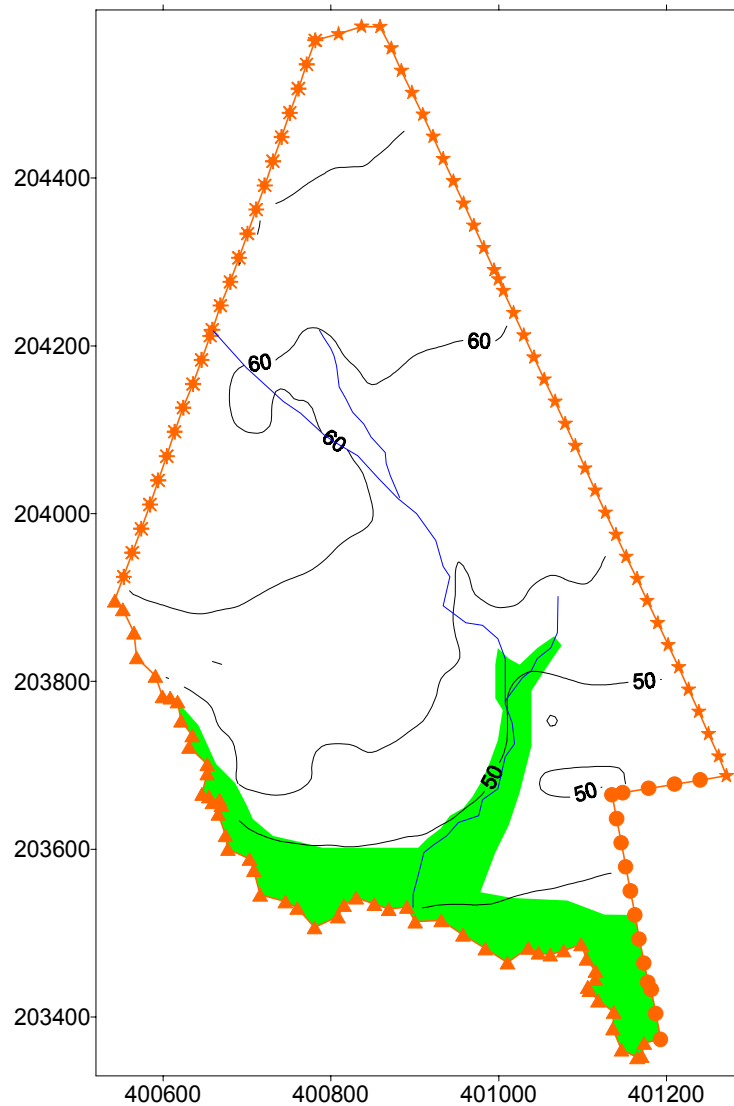





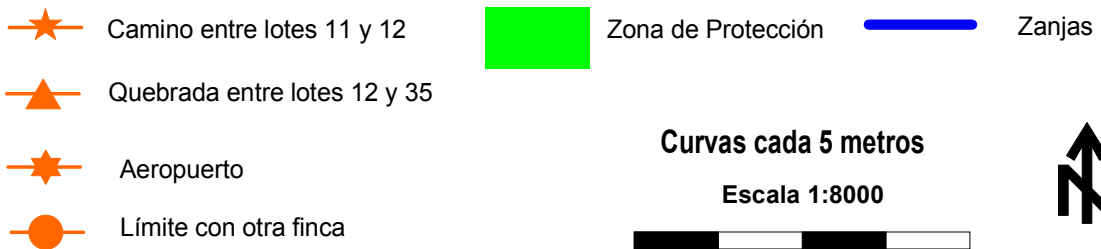
**Mapa 12. Clasificación de la pendiente en el Lote 9 (Conejo)  
de la Finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste, 2001**

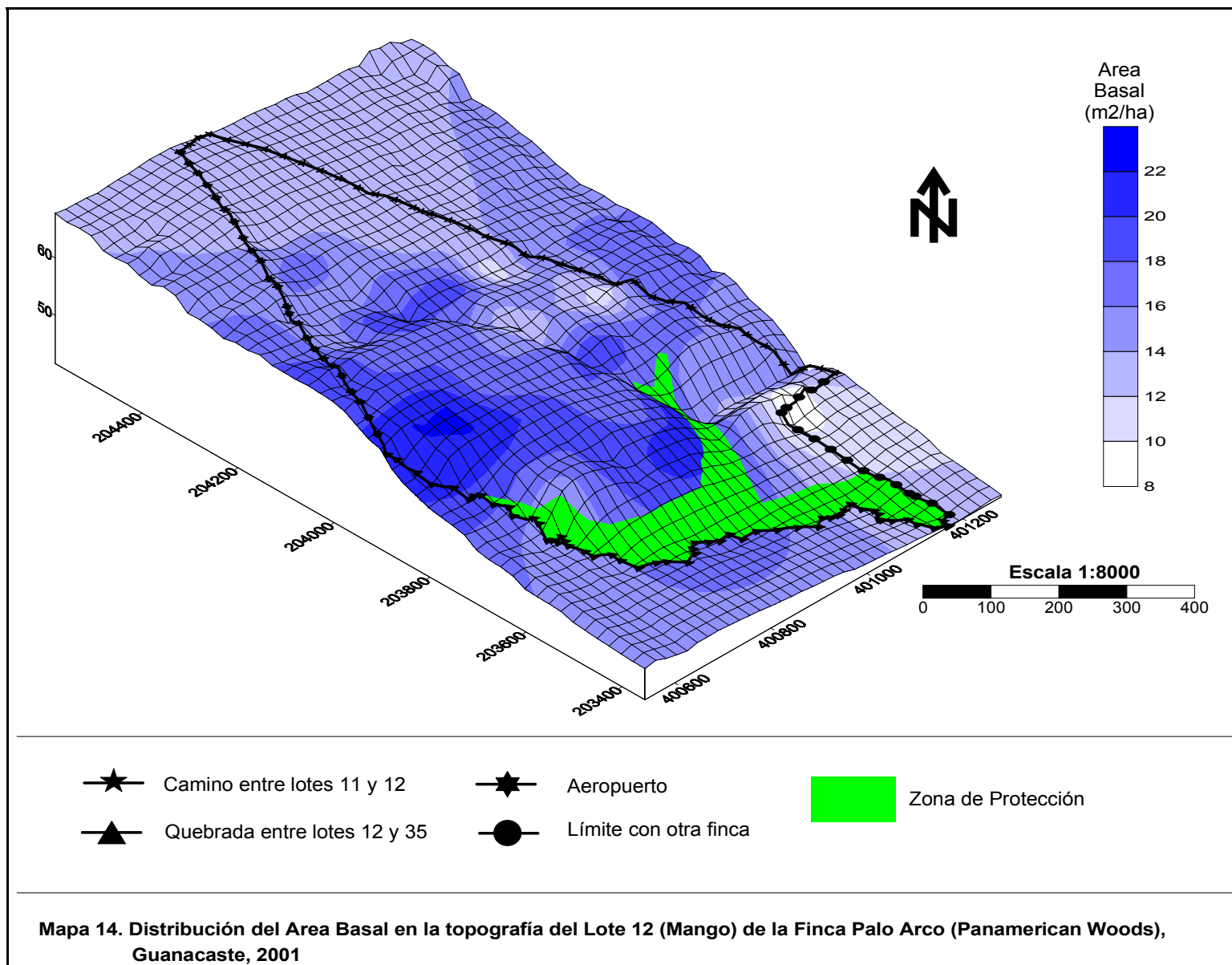


**Anexo 5. Mapas del Lote 12 (Mango) de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste.**

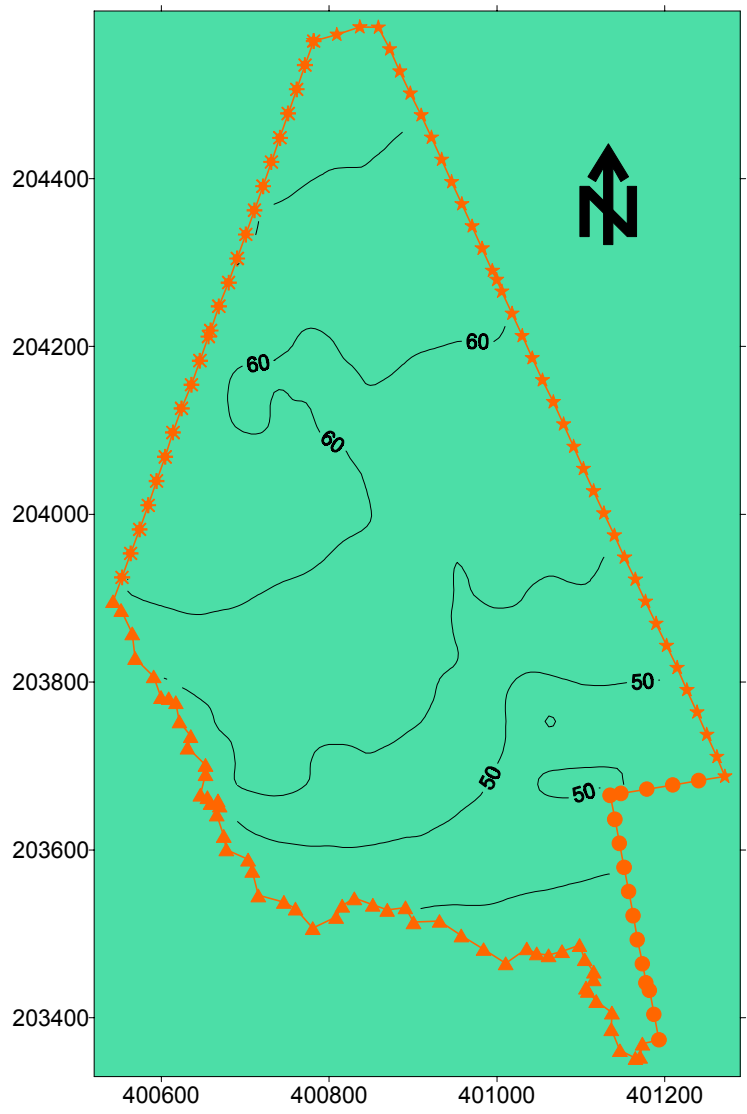


**Mapa 13. Curvas de nivel, ríos y uso del suelo en el Lote 12 (Mango)  
de la Finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste, 2001**







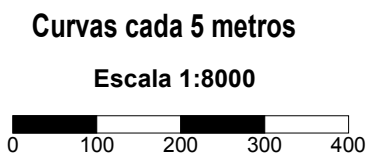
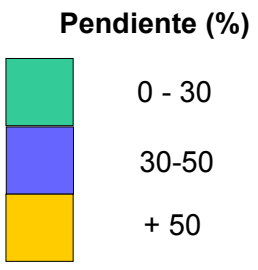


Mapa 14. Distribución del Area Basal en la topografía del Lote 12 (Mango) de la Finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste, 2001



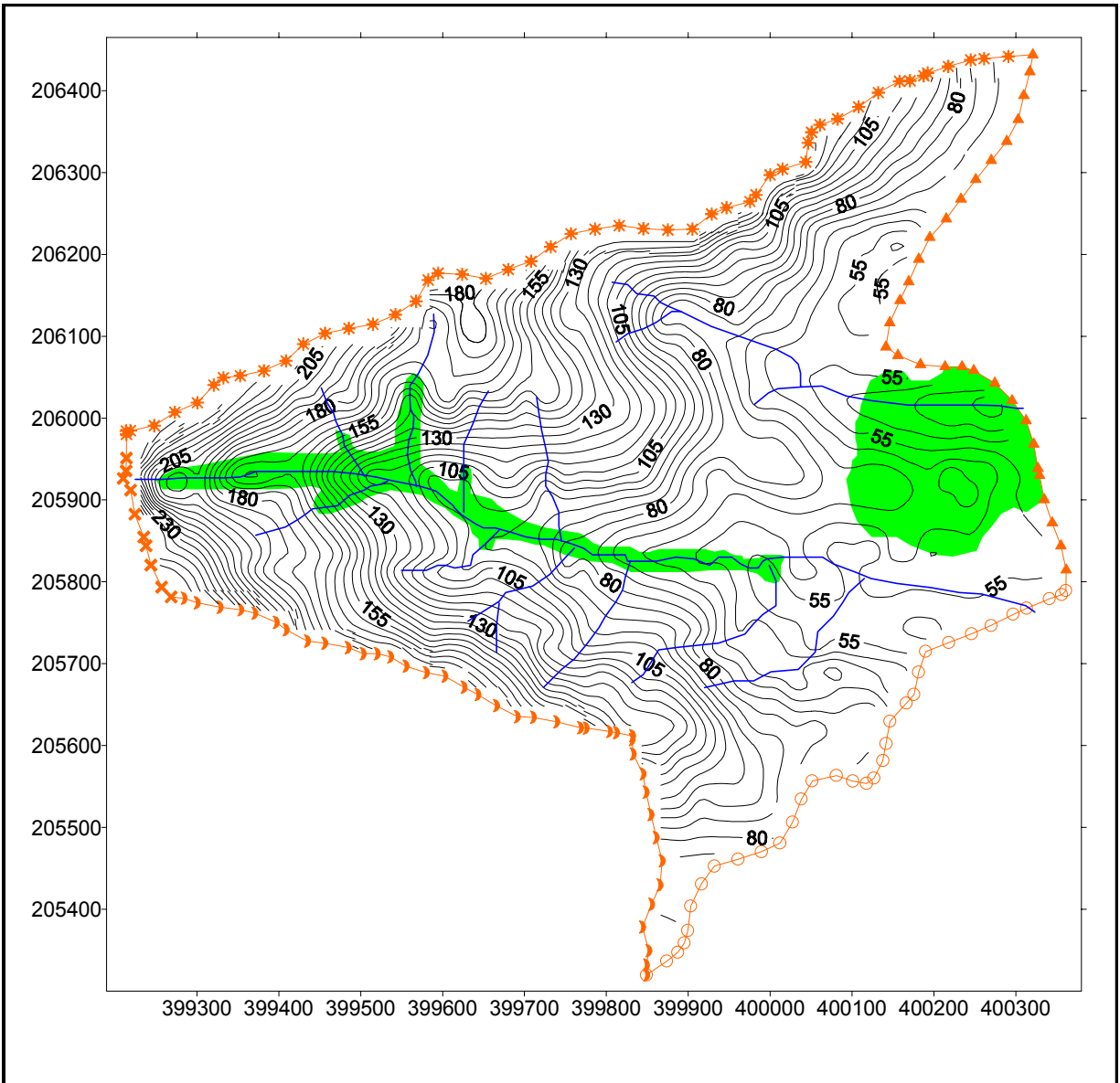
**Mapa 15. Clasificación de la pendiente (%) en el Lote 12 (Mango)  
de la Finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste, 2001**

-  Camino entre lotes 11 y 12
-  Quebrada entre lotes 12 y 35
-  Aeropuerto
-  Límite con otra finca



**Anexo 6. Mapas del Lote 17 (Alvarado) de la finca  
Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste.**





**Mapa 16. Curvas de nivel, ríos y uso del suelo en el Lote 17 (Alvarado) de la Finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste, 2001**

✕ Límite con lote 20

☾ Límite con lote 18

○ Camino entre lotes 16 y 17

▲ Camino entre lotes 4 y 17

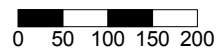
★ Camino regional

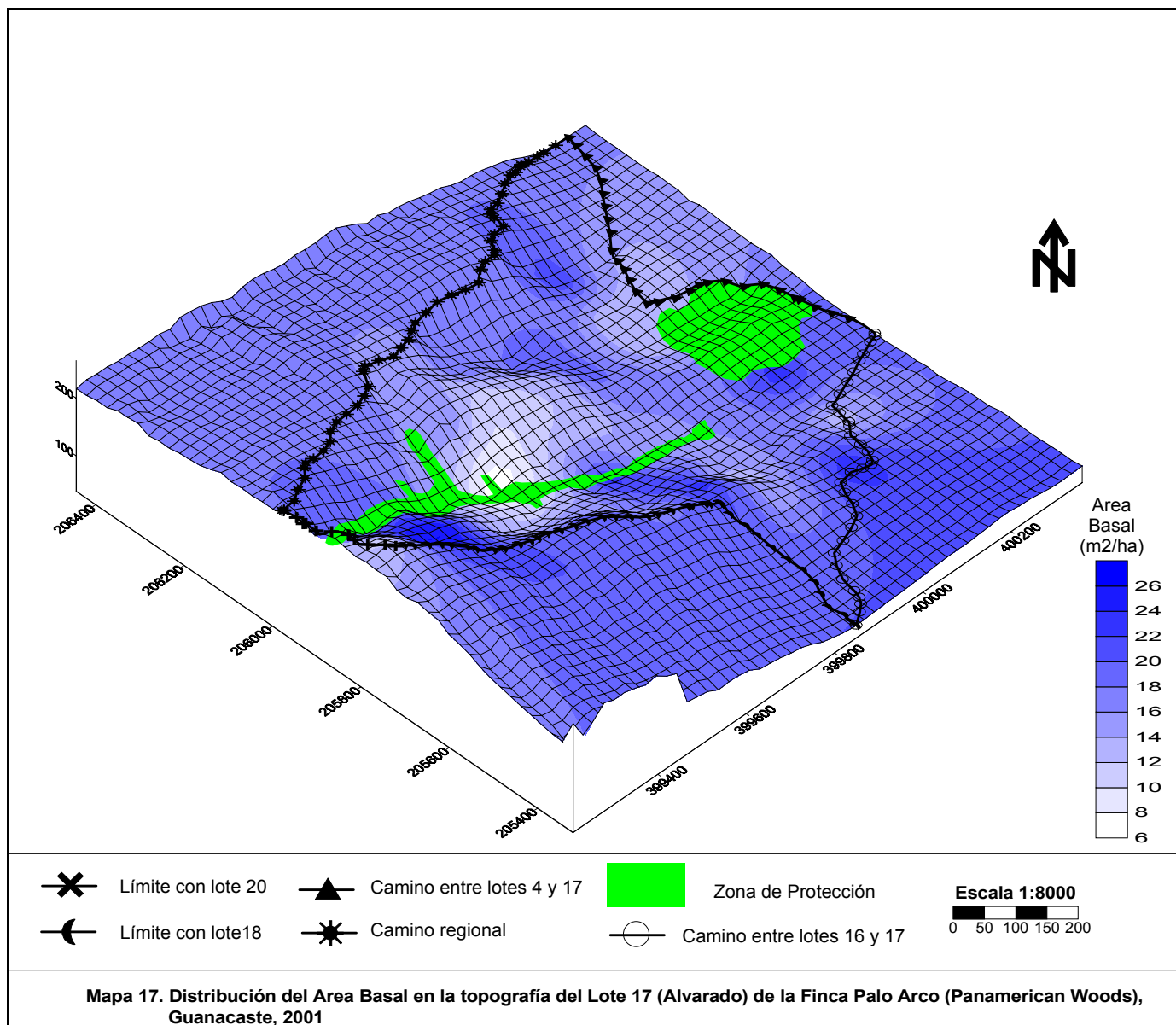
— Quebradas

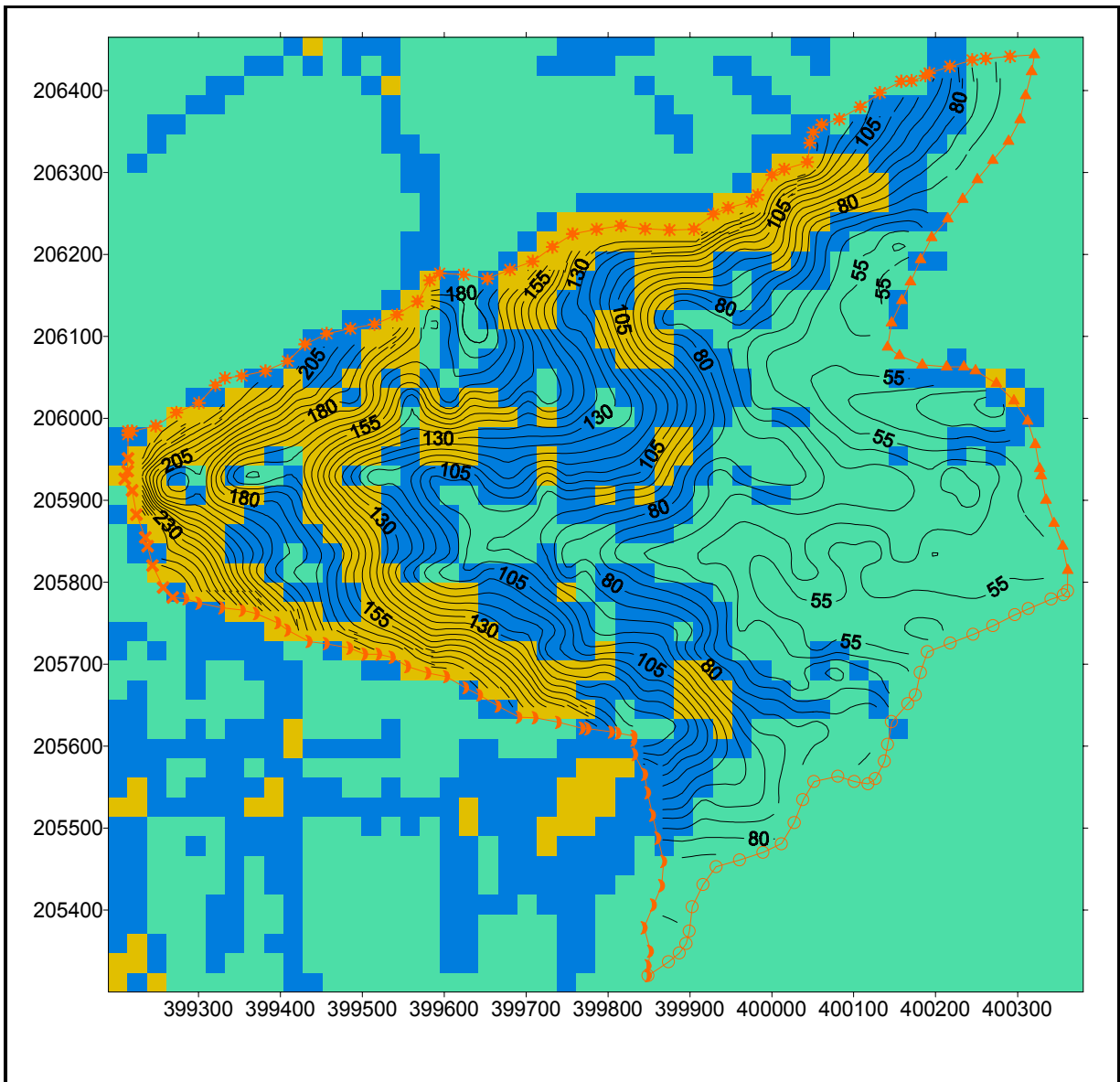
■ Zona de Protección

**Curvas cada 5 metros**






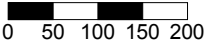

**Escala 1:7500**



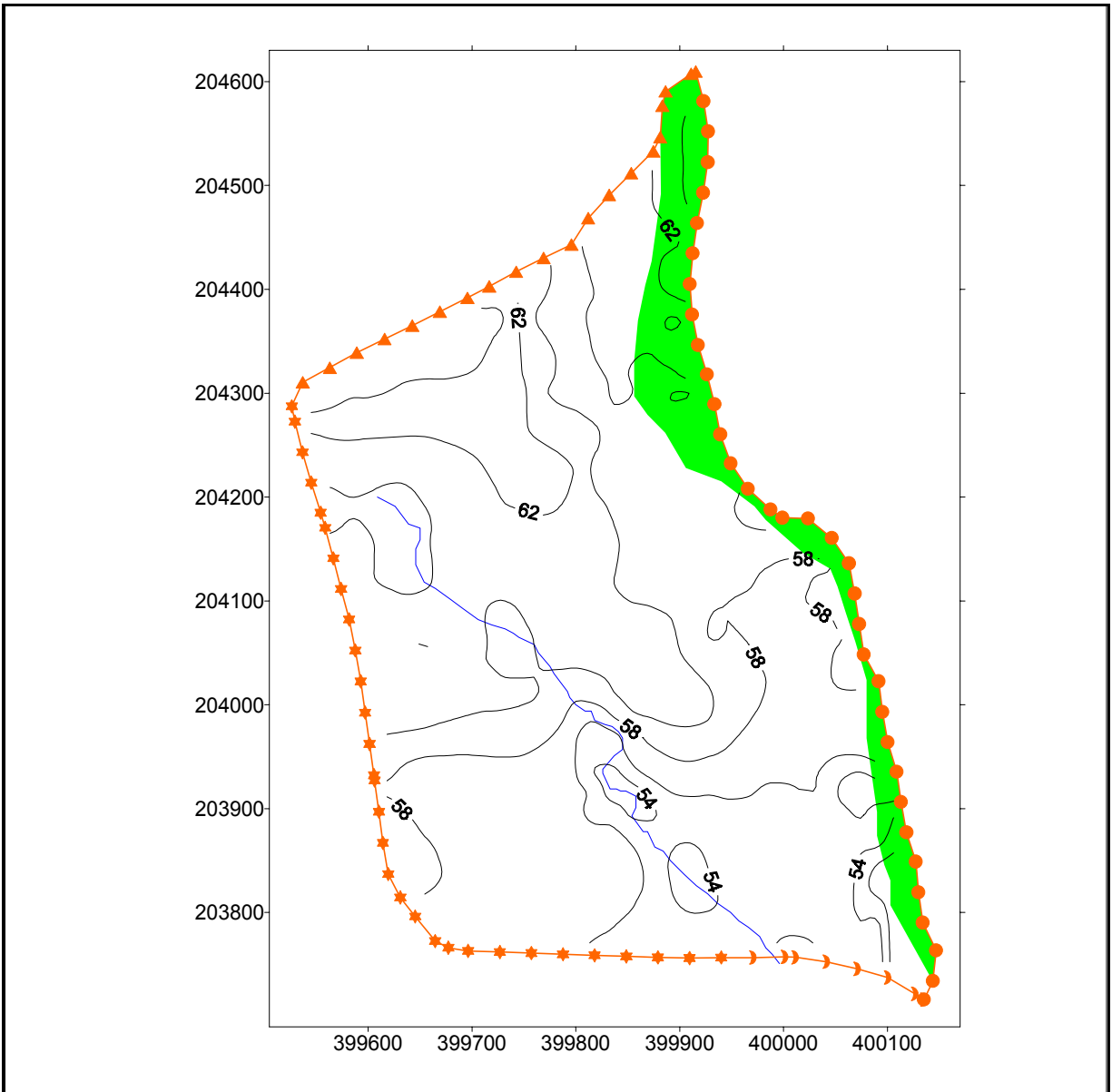




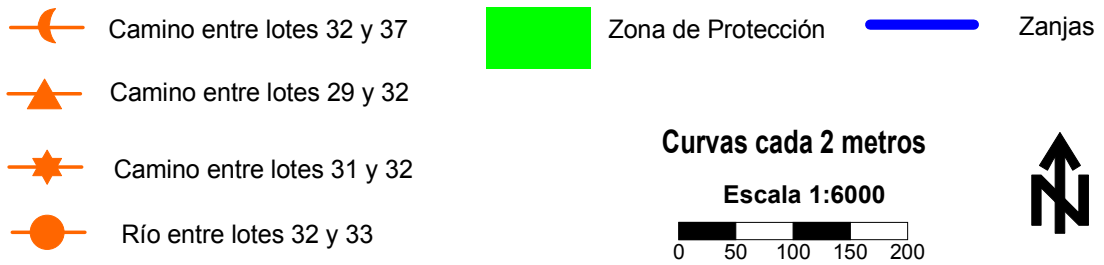
**Mapa 18. Clasificación de la pendiente (%) en el Lote 17 (Alvarado) de la Finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste, 2001**

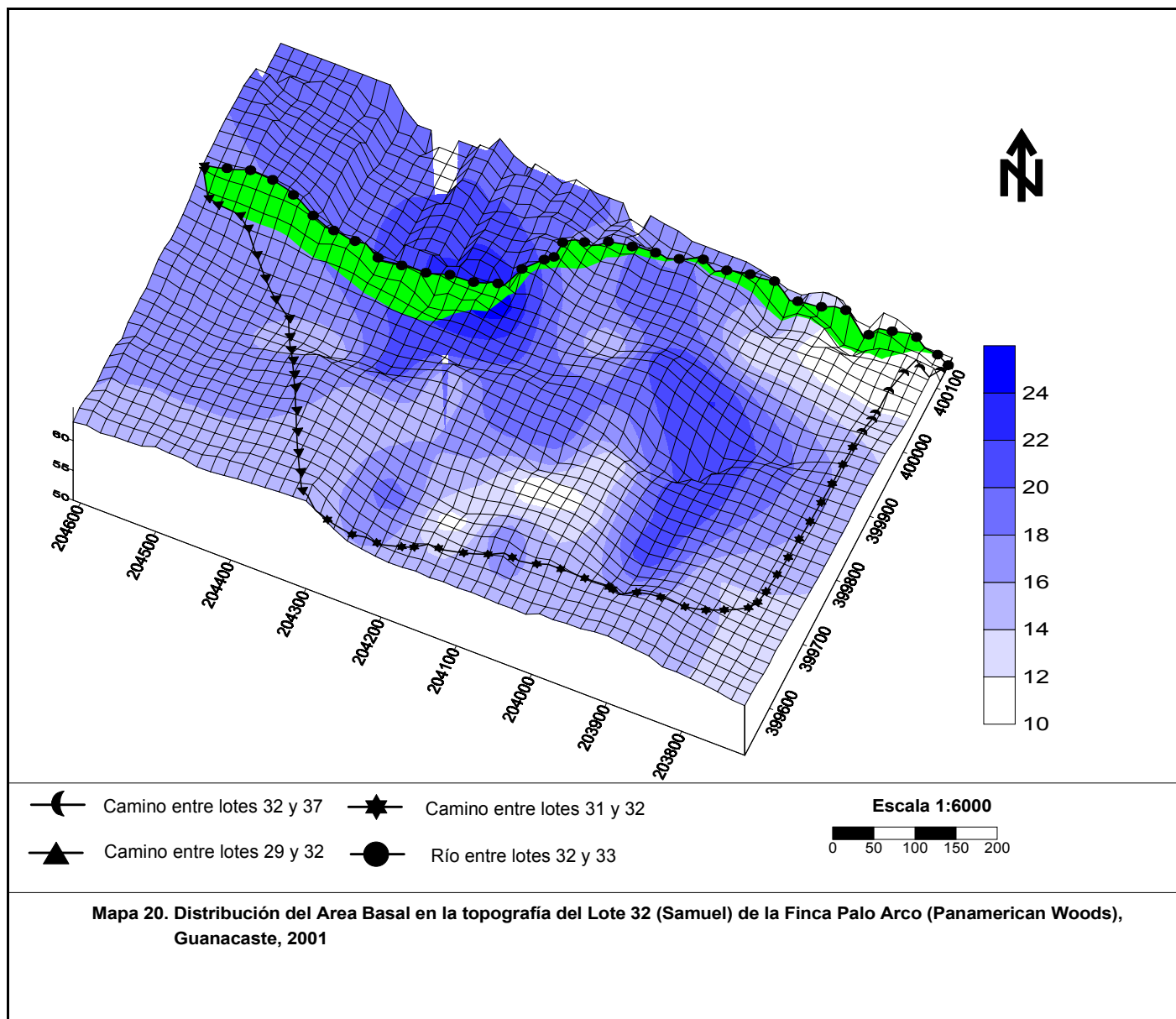
<ul style="list-style-type: none"> <li> Límite con lote 20</li> <li> Límite con lote 18</li> <li> Camino entre lotes 16 y 17</li> <li> Camino entre lotes 4 y 17</li> <li> Camino regional</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Pendiente (%)</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="background-color: #90EE90; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="padding: 2px;">0 - 30</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #6495ED; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="padding: 2px;">30-50</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FFD700; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="padding: 2px;">+ 50</td> </tr> </table>		0 - 30		30-50		+ 50	<p style="text-align: center;"><b>Curvas cada 5 metros</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Escala 1:7500</b></p> <div style="text-align: center;">  <p>0 50 100 150 200</p>  </div>
	0 - 30							
	30-50							
	+ 50							

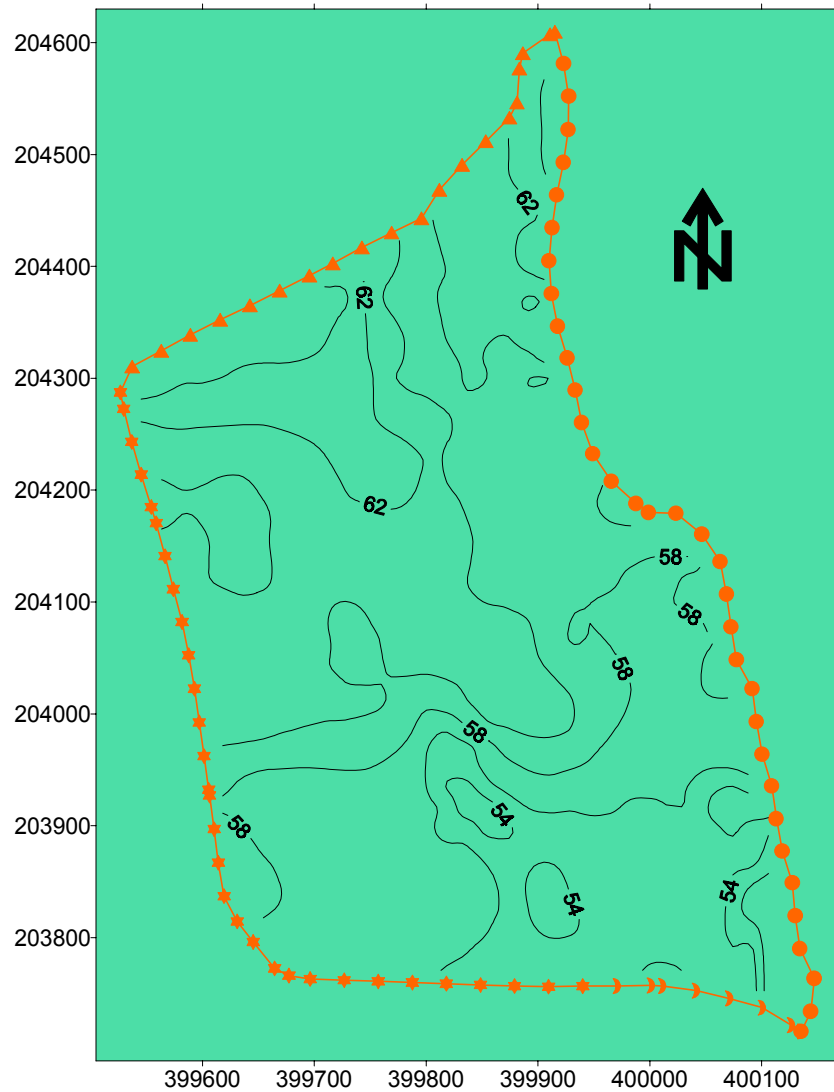
**Anexo 7. Mapas del Lote 32 (Samuel) de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste.**





**Mapa 19. Curvas de nivel, ríos y uso del suelo en el Lote 32 (Samuel) de la Finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste, 2001**

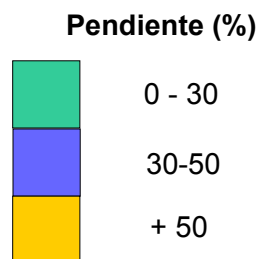






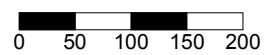
**Mapa 21. Clasificación de la pendiente (%) en el Lote 32 (Samuel) de la Finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste, 2001**

-  Camino entre lotes 32 y 37
-  Camino entre lotes 29 y 32
-  Camino entre lotes 31 y 32
-  Río entre lotes 32 y 33



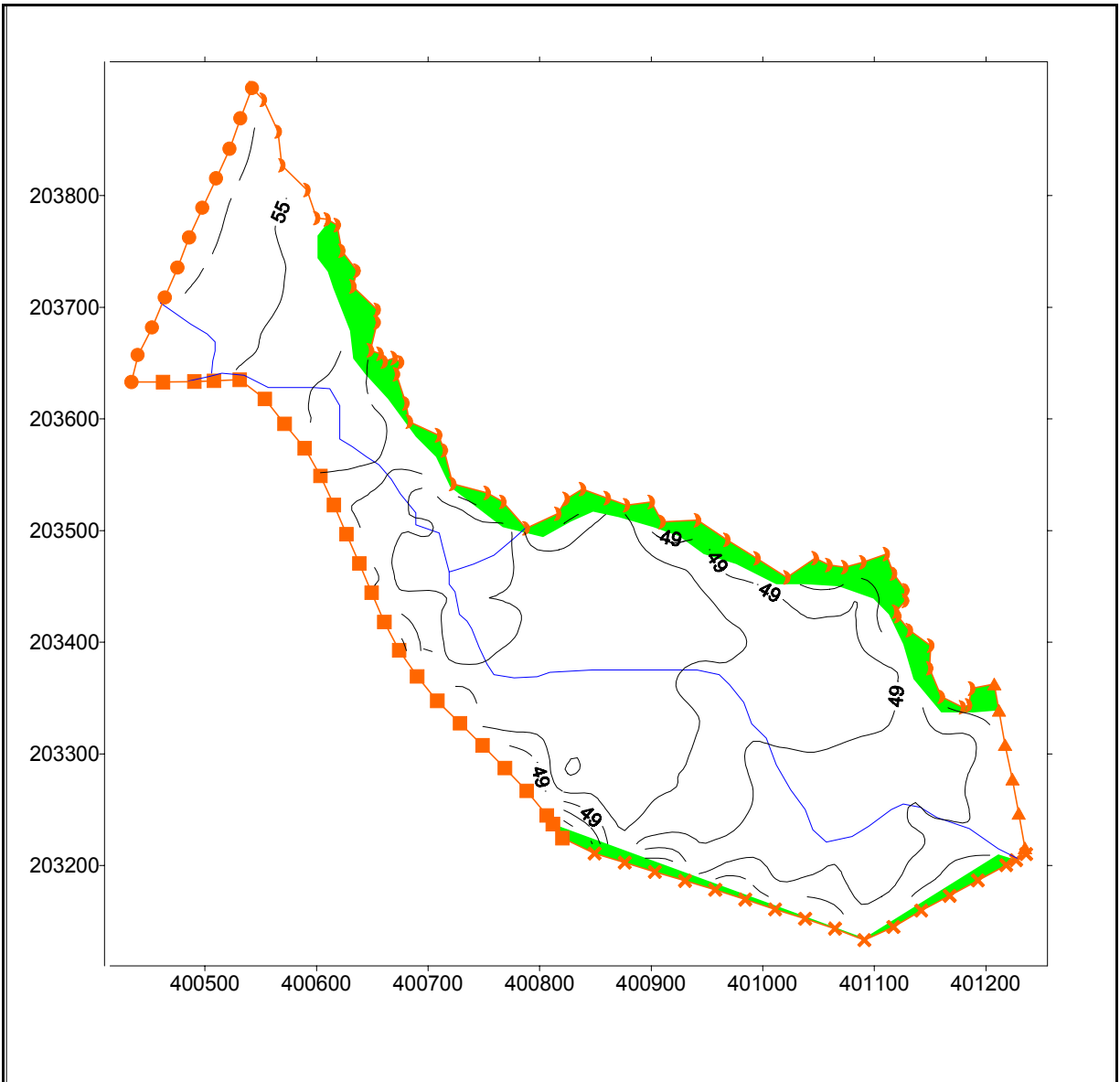
**Curvas cada 2 metros**

**Escala 1:6000**










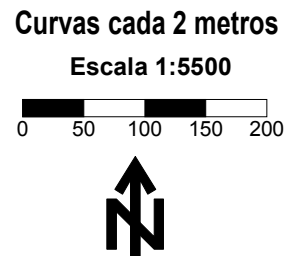
**Anexo 8. Mapas del Lote 35 (Fausto) de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste.**

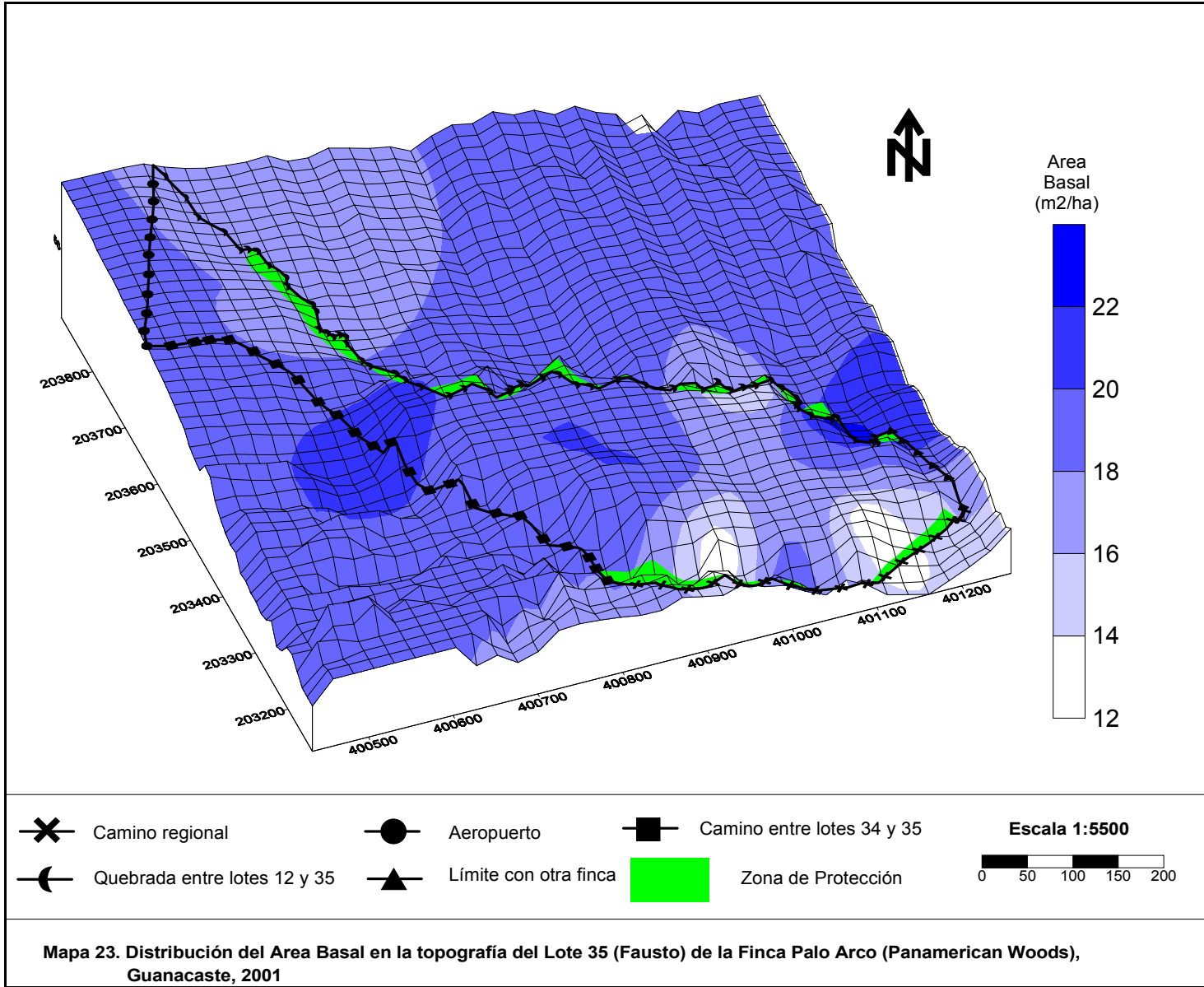


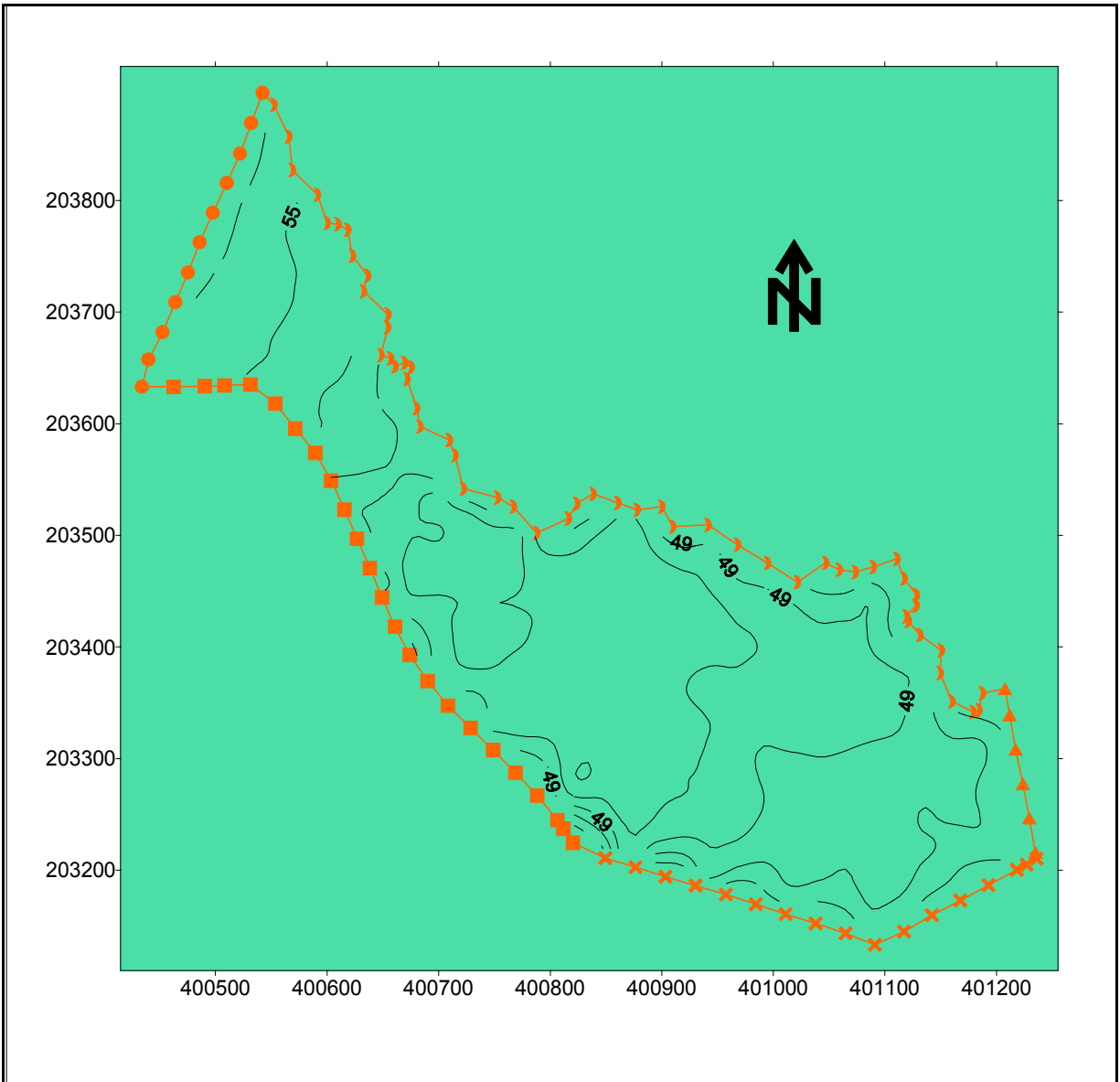


**Mapa 22. Curvas de nivel, ríos y uso del suelo en el Lote 35 (Fausto)  
de la Finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste, 2001**




- |   |                              |   |                       |
|---|------------------------------|---|-----------------------|
|  | Camino regional              |  | Aeropuerto            |
|  | Quebrada entre lotes 12 y 35 |  | Límite con otra finca |
|  | Camino entre lotes 34 y 35   |  | Zanjas                |
|  | Zona de Protección           |   |                       |

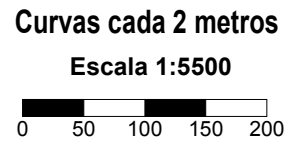
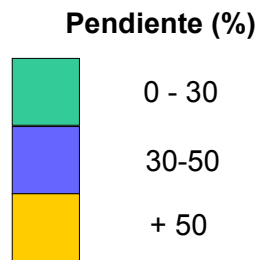






**Mapa 24. Clasificación de la pendiente (%) en el Lote 35 (Fausto)  
de la Finca Palo Arco (Panamerican Woods), Guanacaste, 2001**

-  Camino regional
-  Quebrada entre lotes 12 y 35
-  Camino entre lotes 34 y 35
-  Aeropuerto
-  Límite con otra finca





**Anexo 10. Área y Tipos de uso del suelo presente en los lotes evaluados en la plantación de *Tectona grandis* en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.**

Tipo de cobertura	LOTE															
	6		7		8		9		12		17		32		35	
	Area (ha)	Area (%)	Area (ha)	Area (%)	Area (ha)	Area (%)	Area (ha)	Area (%)	Area (ha)	Area (%)	Area (ha)	Area (%)	Area (ha)	Area (%)	Area (ha)	Area (%)
Teca	16.19	97.14	17.85	79.07	17.61	82.67	18.68	88.20	39.97	85.98	52.67	87.89	28.02	90.72	18.04	91.43
Zona de Protección	0.48	2.86	4.73	20.93	1.60	7.49	2.47	11.68	6.52	14.02	7.26	12.11	2.87	9.28	1.69	8.57
Basurero	0.00	0.00	0.00	0.00	1.83	8.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Infraestructura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	1.24	0.03	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>16.67</b>	<b>100.00</b>	<b>22.58</b>	<b>100.00</b>	<b>21.30</b>	<b>100.00</b>	<b>21.18</b>	<b>100.00</b>	<b>46.48</b>	<b>100.00</b>	<b>59.93</b>	<b>100.00</b>	<b>30.89</b>	<b>100.00</b>	<b>19.73</b>	<b>100.00</b>

**Anexo 11. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 1 para el Lote 6 (Cortes Alta) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 16.7 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)		Total
	20-25	25-30	
Árboles (N/ha)	11	10	21
Trozas Calidad 1 (n/ha)	5	0	5
Trozas Calidad 2 (n/ha)	17	20	36
Trozas Calidad 3 (n/ha)	0	0	0
Trozas Calidad 4 (n/ha)	0	0	0
Altura Comercial (m)	6.00	8.00	7.20
Altura Total (m)	20.00	20.83	20.50
Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	0.36	0.55	0.91
Volumen Comercial (m <sup>3</sup> /ha)	0.55	0.92	4.97
Volumen Total (m <sup>3</sup> /ha)	2.22	3.25	5.47

**Anexo 12. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 2 para el Lote 6 (Cortes Alta) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 16.7 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)				Total
	15-20	20-25	25-30	30-35	
Árboles (N/ha)	60	143	64	7	273
Trozas Calidad 1 (n/ha)	0	31	22	0	52
Trozas Calidad 2 (n/ha)	113	228	94	12	447
Trozas Calidad 3 (n/ha)	6	27	12	2	48
Trozas Calidad 4 (n/ha)	0	0	0	0	0
Altura Comercial (m)	3.72	6.15	7.85	10.83	6.56
Altura Total (m)	18.11	20.13	19.90	22.00	19.86
Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	1.64	5.64	3.64	0.55	11.45
Volumen Comercial (m <sup>3</sup> /ha)	7.85	30.62	19.95	3.15	61.57
Volumen Total (m <sup>3</sup> /ha)	9.44	34.15	21.37	3.29	68.26

**Anexo 13. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 3 para el Lote 6 (Cortes Alta) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 16.7 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)				Total
	10-15	15-20	20-25	25-30	
<b>Árboles (N/ha)</b>	12	25	18	18	<b>72</b>
<b>Trozas Calidad 1 (n/ha)</b>	0	0	0	7	<b>7</b>
<b>Trozas Calidad 2 (n/ha)</b>	12	17	22	18	<b>69</b>
<b>Trozas Calidad 3 (n/ha)</b>	12	33	9	11	<b>64</b>
<b>Trozas Calidad 4 (n/ha)</b>	0	0	4	0	<b>4</b>
<b>Altura Comercial (m)</b>	0.00	2.67	5.75	6.40	<b>4.85</b>
<b>Altura Total (m)</b>	17.00	17.50	18.25	18.00	<b>17.88</b>
<b>Área Basal (m<sup>2</sup>/ha)</b>	0.18	0.55	0.73	0.91	<b>2.36</b>
<b>Volumen Comercial (m<sup>3</sup>/ha)</b>	0.75	2.41	3.57	4.66	<b>11.39</b>
<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>/ha)</b>	1.09	3.10	4.01	5.08	<b>13.28</b>

**Anexo 14. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 1 para el Lote 7 (Cortes Baja) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 22.6 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)			Total
	15-20	20-25	25-30	
<b>Árboles (N/ha)</b>	8	10	7	<b>25</b>
<b>Trozas Calidad 1 (n/ha)</b>	4	5	9	<b>18</b>
<b>Trozas Calidad 2 (n/ha)</b>	12	14	5	<b>32</b>
<b>Trozas Calidad 3 (n/ha)</b>	0	0	0	<b>0</b>
<b>Trozas Calidad 4 (n/ha)</b>	0	0	0	<b>0</b>
<b>Altura Comercial (m)</b>	3.25	6.75	8.63	<b>6.80</b>
<b>Altura Total (m)</b>	17.00	19.75	22.88	<b>20.45</b>
<b>Área Basal (m<sup>2</sup>/ha)</b>	0.19	0.38	0.38	<b>0.95</b>
<b>Volumen Comercial (m<sup>3</sup>/ha)</b>	0.88	1.96	2.26	<b>5.10</b>
<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>/ha)</b>	1.10	2.20	2.42	<b>5.72</b>

**Anexo 15. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 2 para el Lote 7 (Cortes Baja) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 22.6 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)				Total
	15-20	20-25	25-30	30-35	
<b>Árboles (N/ha)</b>	53	139	54	1	<b>247</b>
<b>Trozas Calidad 1 (n/ha)</b>	6	40	43	1	<b>91</b>
<b>Trozas Calidad 2 (n/ha)</b>	99	212	62	1	<b>375</b>
<b>Trozas Calidad 3 (n/ha)</b>	0	27	2	0	<b>29</b>
<b>Trozas Calidad 4 (n/ha)</b>	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Altura Comercial (m)</b>	3.97	6.91	8.91	9.50	<b>7.12</b>
<b>Altura Total (m)</b>	17.87	19.81	22.31	22.00	<b>20.31</b>
<b>Área Basal (m<sup>2</sup>/ha)</b>	1.43	5.52	3.05	0.10	<b>10.10</b>
<b>Volumen Comercial (m<sup>3</sup>/ha)</b>	1.06	9.13	6.48	0.25	<b>16.92</b>
<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>/ha)</b>	8.04	33.45	19.74	0.66	<b>61.90</b>

**Anexo 16. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 3 para el Lote 7 (Cortes Baja) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 22.6 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)		Total
	20-25	25-30	
<b>Árboles (N/ha)</b>	12	11	<b>23</b>
<b>Trozas Calidad 1 (n/ha)</b>	0	0	<b>0</b>
<b>Trozas Calidad 2 (n/ha)</b>	12	12	<b>23</b>
<b>Trozas Calidad 3 (n/ha)</b>	10	11	<b>20</b>
<b>Trozas Calidad 4 (n/ha)</b>	2	0	<b>2</b>
<b>Altura Comercial (m)</b>	6.20	8.93	<b>7.79</b>
<b>Altura Total (m)</b>	18.50	21.86	<b>20.46</b>
<b>Área Basal (m<sup>2</sup>/ha)</b>	0.48	0.67	<b>1.14</b>
<b>Volumen Comercial (m<sup>3</sup>/ha)</b>	0.70	1.30	<b>6.38</b>
<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>/ha)</b>	2.84	4.07	<b>6.91</b>



**Anexo 17. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 1 para el Lote 8 (Bella) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 21.3 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)			Total
	15-20	20-25	25-30	
Árboles (N/ha)	3	10	14	<b>28</b>
Trozas Calidad 1 (n/ha)	0	10	20	<b>30</b>
Trozas Calidad 2 (n/ha)	6	11	8	<b>25</b>
Trozas Calidad 3 (n/ha)	0	0	0	<b>0</b>
Trozas Calidad 4 (n/ha)	0	0	0	<b>0</b>
Altura Comercial (m)	3.00	7.50	7.94	<b>7.47</b>
Altura Total (m)	16.00	19.60	19.67	<b>19.40</b>
Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	0.08	0.42	0.75	<b>1.25</b>
Volumen Comercial (m <sup>3</sup> /ha)	0.43	2.21	3.97	<b>6.61</b>
Volumen Total (m <sup>3</sup> /ha)	0.51	2.47	4.29	<b>7.28</b>

**Anexo 18. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 2 para el Lote 8 (Bella) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 21.3 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)				Total
	15-20	20-25	25-30	30-35	
Árboles (N/ha)	52	164	57	4	<b>278</b>
Trozas Calidad 1 (n/ha)	6	108	47	7	<b>167</b>
Trozas Calidad 2 (n/ha)	94	199	65	2	<b>359</b>
Trozas Calidad 3 (n/ha)	6	21	3	0	<b>30</b>
Trozas Calidad 4 (n/ha)	0	0	0	0	<b>0</b>
Altura Comercial (m)	4.92	5.94	7.90	10.38	<b>6.49</b>
Altura Total (m)	17.86	18.29	20.13	19.88	<b>18.80</b>
Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	1.50	6.50	3.25	0.33	<b>11.58</b>
Volumen Comercial (m <sup>3</sup> /ha)	7.29	32.33	17.31	1.77	<b>58.69</b>
Volumen Total (m <sup>3</sup> /ha)	8.69	36.46	18.60	1.86	<b>65.61</b>

**Anexo 19. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 3 para el Lote 8 (Bella) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 21.3 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)			Total
	15-20	20-25	25-30	
Árboles (N/ha)	7	16	9	32
Trozas Calidad 1 (n/ha)	0	0	5	5
Trozas Calidad 2 (n/ha)	3	20	4	27
Trozas Calidad 3 (n/ha)	7	8	6	20
Trozas Calidad 4 (n/ha)	4	4	3	11
Altura Comercial (m)	2.50	4.94	5.25	4.75
Altura Total (m)	15.00	15.31	18.33	16.41
Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	0.17	0.67	0.50	1.33
Volumen Comercial (m <sup>3</sup> /ha)	0.67	2.71	2.58	5.96
Volumen Total (m <sup>3</sup> /ha)	0.85	3.13	2.78	6.77

**Anexo 20. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 1 para el Lote 9 (Conejo) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 21.2 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)			Total
	15-20	20-25	25-30	
Árboles (N/ha)	7	28	2	36
Trozas Calidad 1 (n/ha)	3	35	3	42
Trozas Calidad 2 (n/ha)	10	21	0	31
Trozas Calidad 3 (n/ha)	0	0	0	0
Trozas Calidad 4 (n/ha)	0	0	0	0
Altura Comercial (m)	6.00	7.54	9.00	7.43
Altura Total (m)	19.00	19.08	20.00	19.13
Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	0.19	1.14	0.10	1.43
Volumen Comercial (m <sup>3</sup> /ha)	0.96	5.83	0.52	7.32
Volumen Total (m <sup>3</sup> /ha)	1.14	6.54	0.56	8.24

**Anexo 21. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 2 para el Lote 9 (Conejo) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 21.2 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)				Total
	15-20	20-25	25-30	30-35	
<b>Árboles (N/ha)</b>	112	201	42	5	<b>360</b>
<b>Trozas Calidad 1 (n/ha)</b>	0	66	18	2	<b>86</b>
<b>Trozas Calidad 2 (n/ha)</b>	202	306	57	6	<b>573</b>
<b>Trozas Calidad 3 (n/ha)</b>	22	30	8	1	<b>61</b>
<b>Trozas Calidad 4 (n/ha)</b>	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Altura Comercial (m)</b>	4.68	7.05	7.67	8.75	<b>6.68</b>
<b>Altura Total (m)</b>	17.16	18.74	18.71	18.00	<b>18.37</b>
<b>Área Basal (m<sup>2</sup>/ha)</b>	2.95	7.81	2.29	0.38	<b>13.43</b>
<b>Volumen Comercial (m<sup>3</sup>/ha)</b>	13.19	38.99	11.56	1.88	<b>65.62</b>
<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>/ha)</b>	16.25	44.06	12.53	1.99	<b>74.82</b>

**Anexo 22. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 3 para el Lote 9 (Conejo) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 21.2 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)				Total
	15-20	20-25	25-30	30-35	
<b>Árboles (N/ha)</b>	8	29	21	4	<b>61</b>
<b>Trozas Calidad 1 (n/ha)</b>	0	0	0	1	<b>1</b>
<b>Trozas Calidad 2 (n/ha)</b>	8	24	20	1	<b>53</b>
<b>Trozas Calidad 3 (n/ha)</b>	8	31	19	5	<b>62</b>
<b>Trozas Calidad 4 (n/ha)</b>	0	2	3	0	<b>5</b>
<b>Altura Comercial (m)</b>	5.00	6.04	6.67	7.33	<b>6.36</b>
<b>Altura Total (m)</b>	16.50	17.50	17.54	17.67	<b>17.47</b>
<b>Área Basal (m<sup>2</sup>/ha)</b>	0.19	1.14	1.14	0.29	<b>2.76</b>
<b>Volumen Comercial (m<sup>3</sup>/ha)</b>	0.86	5.35	5.62	1.43	<b>13.27</b>
<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>/ha)</b>	1.08	6.08	6.11	1.51	<b>14.78</b>

**Anexo 23. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 1 para el Lote 12 (Mango) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 46.5 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)			Total
	15-20	20-25	25-30	
Árboles (N/ha)	9	17	8	<b>34</b>
Trozas Calidad 1 (n/ha)	1	24	11	<b>37</b>
Trozas Calidad 2 (n/ha)	17	11	3	<b>31</b>
Trozas Calidad 3 (n/ha)	0	0	1	<b>1</b>
Trozas Calidad 4 (n/ha)	0	0	0	<b>0</b>
Altura Comercial (m)	5.36	7.58	8.58	<b>7.49</b>
Altura Total (m)	18.00	19.76	20.21	<b>19.58</b>
Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	0.25	0.69	0.44	<b>1.38</b>
Volumen Comercial (m <sup>3</sup> /ha)	1.16	3.68	2.37	<b>7.20</b>
Volumen Total (m <sup>3</sup> /ha)	1.40	4.12	2.54	<b>8.05</b>

**Anexo 24. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 2 para el Lote 12 (Mango) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 46.5 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)				Total
	15-20	20-25	25-30	30-35	
Árboles (N/ha)	66	196	71	7	<b>339</b>
Trozas Calidad 1 (n/ha)	5	157	74	7	<b>243</b>
Trozas Calidad 2 (n/ha)	123	226	66	6	<b>421</b>
Trozas Calidad 3 (n/ha)	4	8	1	0	<b>14</b>
Trozas Calidad 4 (n/ha)	0	0	0	0	<b>0</b>
Altura Comercial (m)	5.70	7.67	8.69	8.80	<b>7.74</b>
Altura Total (m)	17.70	19.18	20.46	20.27	<b>19.39</b>
Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	1.82	7.82	3.93	0.55	<b>14.11</b>
Volumen Comercial (m <sup>3</sup> /ha)	8.52	40.49	21.92	3.07	<b>74.00</b>
Volumen Total (m <sup>3</sup> /ha)	10.09	44.16	23.50	3.21	<b>80.95</b>

**Anexo 25. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 3 para el Lote 12 (Mango) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 46.5 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)				Total
	15-20	20-25	25-30	30-35	
<b>Árboles (N/ha)</b>	3	10	3	0	<b>15</b>
<b>Trozas Calidad 1 (n/ha)</b>	0	3	3	1	<b>6</b>
<b>Trozas Calidad 2 (n/ha)</b>	3	8	1	0	<b>12</b>
<b>Trozas Calidad 3 (n/ha)</b>	3	8	1	0	<b>12</b>
<b>Trozas Calidad 4 (n/ha)</b>	0	1	0	0	<b>1</b>
<b>Altura Comercial (m)</b>	6.50	6.75	5.88	9.50	<b>6.68</b>
<b>Altura Total (m)</b>	19.25	17.75	19.38	21.00	<b>18.50</b>
<b>Área Basal (m<sup>2</sup>/ha)</b>	0.07	0.36	0.15	0.04	<b>0.62</b>
<b>Volumen Comercial (m<sup>3</sup>/ha)</b>	0.37	1.87	0.81	0.20	<b>3.25</b>
<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>/ha)</b>	0.44	2.12	0.87	0.21	<b>3.63</b>

**Anexo 26. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 1 para el Lote 17 (Alvarado) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 59.9 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)				Total
	10-15	15-20	20-25	25-30	
<b>Árboles (N/ha)</b>	3	2	6	3	<b>14</b>
<b>Trozas Calidad 1 (n/ha)</b>	0	0	9	6	<b>15</b>
<b>Trozas Calidad 2 (n/ha)</b>	5	4	4	1	<b>14</b>
<b>Trozas Calidad 3 (n/ha)</b>	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Trozas Calidad 4 (n/ha)</b>	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Altura Comercial (m)</b>	2.00	4.50	7.60	8.75	<b>7.23</b>
<b>Altura Total (m)</b>	14.00	20.00	19.70	19.88	<b>19.27</b>
<b>Área Basal (m<sup>2</sup>/ha)</b>	0.05	0.05	0.24	0.19	<b>0.52</b>
<b>Volumen Comercial (m<sup>3</sup>/ha)</b>	4.98	27.84	29.46	7.29	<b>69.56</b>
<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>/ha)</b>	0.23	0.28	1.37	1.12	<b>3.00</b>

**Anexo 27. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 2 para el Lote 17 (Alvarado) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 59.9 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)					Total
	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	
Árboles (N/ha)	25	141	107	19	1	<b>293</b>
Trozas Calidad 1 (n/ha)	0	21	77	19	2	<b>118</b>
Trozas Calidad 2 (n/ha)	36	250	135	17	1	<b>438</b>
Trozas Calidad 3 (n/ha)	13	12	1	3	0	<b>30</b>
Trozas Calidad 4 (n/ha)	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Altura Comercial (m)	1.00	5.43	7.44	8.39	7.75	<b>6.49</b>
Altura Total (m)	14.25	17.78	19.02	19.43	18.00	<b>18.37</b>
Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	0.38	3.62	4.10	1.05	0.10	<b>9.24</b>
Volumen Comercial (m <sup>3</sup> /ha)	1.18	16.03	20.51	5.48	0.47	<b>43.67</b>
Volumen Total (m <sup>3</sup> /ha)	1.89	19.89	23.20	5.92	0.50	<b>51.40</b>

**Anexo 28. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 3 para el Lote 17 (Alvarado) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 59.9 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)				Total
	10-15	15-20	20-25	25-30	
Árboles (N/ha)	42	124	45	2	<b>213</b>
Trozas Calidad 1 (n/ha)	0	2	2	2	<b>6</b>
Trozas Calidad 2 (n/ha)	11	98	44	2	<b>155</b>
Trozas Calidad 3 (n/ha)	54	116	40	1	<b>211</b>
Trozas Calidad 4 (n/ha)	19	32	3	0	<b>53</b>
Altura Comercial (m)	0.54	4.12	6.39	8.67	<b>4.53</b>
Altura Total (m)	12.73	15.56	17.41	19.67	<b>15.92</b>
Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	0.62	2.95	1.67	0.14	<b>5.38</b>
Volumen Comercial (m <sup>3</sup> /ha)	1.91	10.52	7.74	0.76	<b>20.93</b>
Volumen Total (m <sup>3</sup> /ha)	2.79	13.82	8.73	0.81	<b>26.15</b>

**Anexo 29. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 4 para el Lote 17 (Alvarado) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 59.9 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)			Total
	5-10	10-15	15-20	
Árboles (N/ha)	91	56	16	<b>163</b>
Trozas Calidad 1 (n/ha)	0	0	0	<b>0</b>
Trozas Calidad 2 (n/ha)	7	0	0	<b>7</b>
Trozas Calidad 3 (n/ha)	0	7	14	<b>21</b>
Trozas Calidad 4 (n/ha)	175	25	50	<b>249</b>
Altura Comercial (m)	0.00	0.14	1.21	<b>0.34</b>
Altura Total (m)	8.30	12.04	12.57	<b>10.95</b>
Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	0.48	0.67	0.33	<b>1.48</b>
Volumen Comercial (m <sup>3</sup> /ha)	0.30	3.09	0.00	<b>3.39</b>
Volumen Total (m <sup>3</sup> /ha)	3.04	3.22	1.50	<b>7.76</b>

**Anexo 30. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 1 para el Lote 32 (Samuel) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 30.9 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)			Total
	15-20	20-25	25-30	
Árboles (N/ha)	4	15	3	<b>22</b>
Trozas Calidad 1 (n/ha)	0	22	4	<b>27</b>
Trozas Calidad 2 (n/ha)	8	7	2	<b>18</b>
Trozas Calidad 3 (n/ha)	0	0	0	<b>0</b>
Trozas Calidad 4 (n/ha)	0	0	0	<b>0</b>
Altura Comercial (m)	6.50	8.10	9.00	<b>8.07</b>
Altura Total (m)	20.00	20.50	21.50	<b>20.63</b>
Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	0.12	0.59	0.18	<b>0.88</b>
Volumen Comercial (m <sup>3</sup> /ha)	0.64	3.25	0.98	<b>4.87</b>
Volumen Total (m <sup>3</sup> /ha)	0.75	3.61	1.06	<b>5.42</b>

**Anexo 31. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 2 para el Lote 32 (Samuel) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 30.9 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)				Total
	15-20	20-25	25-30	30-35	
<b>Árboles (N/ha)</b>	42	190	81	12	<b>325</b>
<b>Trozas Calidad 1 (n/ha)</b>	4	147	80	11	<b>242</b>
<b>Trozas Calidad 2 (n/ha)</b>	78	227	78	11	<b>393</b>
<b>Trozas Calidad 3 (n/ha)</b>	2	5	5	2	<b>14</b>
<b>Trozas Calidad 4 (n/ha)</b>	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Altura Comercial (m)</b>	6.08	7.84	8.31	8.47	<b>7.89</b>
<b>Altura Total (m)</b>	18.75	20.05	20.57	20.06	<b>20.11</b>
<b>Área Basal (m<sup>2</sup>/ha)</b>	1.18	7.82	4.65	0.94	<b>14.59</b>
<b>Volumen Comercial (m<sup>3</sup>/ha)</b>	5.91	42.75	25.99	5.25	<b>79.90</b>
<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>/ha)</b>	7.03	47.39	27.78	5.47	<b>87.67</b>

**Anexo 32. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 3 para el Lote 32 (Samuel) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 30.9 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)			Total
	15-20	20-25	25-30	
<b>Árboles (N/ha)</b>	2	13	9	<b>24</b>
<b>Trozas Calidad 1 (n/ha)</b>	0	1	1	<b>2</b>
<b>Trozas Calidad 2 (n/ha)</b>	2	13	8	<b>23</b>
<b>Trozas Calidad 3 (n/ha)</b>	2	11	10	<b>24</b>
<b>Trozas Calidad 4 (n/ha)</b>	0	0	0	<b>0</b>
<b>Altura Comercial (m)</b>	4.00	6.44	6.61	<b>6.39</b>
<b>Altura Total (m)</b>	18.50	19.06	18.17	<b>18.61</b>
<b>Área Basal (m<sup>2</sup>/ha)</b>	0.06	0.53	0.53	<b>1.12</b>
<b>Volumen Comercial (m<sup>3</sup>/ha)</b>	0.31	2.81	2.85	<b>5.97</b>
<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>/ha)</b>	0.37	3.12	3.06	<b>6.55</b>



**Anexo 33. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 1 para el Lote 35 (Fausto) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 19.7 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)		Total
	20-25	25-30	
Árboles (N/ha)	22	6	28
Trozas Calidad 1 (n/ha)	16	4	20
Trozas Calidad 2 (n/ha)	28	8	36
Trozas Calidad 3 (n/ha)	0	0	0
Trozas Calidad 4 (n/ha)	0	0	0
Altura Comercial (m)	7.94	9.00	8.23
Altura Total (m)	20.44	21.67	20.77
Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	0.84	0.32	1.16
Volumen Comercial (m <sup>3</sup> /ha)	4.52	1.80	6.32
Volumen Total (m <sup>3</sup> /ha)	5.08	1.92	7.00

**Anexo 34. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 2 para el Lote 35 (Fausto) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 19.7 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)				Total
	15-20	20-25	25-30	30-35	
Árboles (N/ha)	55	264	65	4	388
Trozas Calidad 1 (n/ha)	0	71	11	0	83
Trozas Calidad 2 (n/ha)	104	419	110	8	641
Trozas Calidad 3 (n/ha)	7	37	9	0	53
Trozas Calidad 4 (n/ha)	0	0	0	0	0
Altura Comercial (m)	5.60	7.09	8.06	8.50	7.19
Altura Total (m)	19.60	19.90	20.60	21.00	20.05
Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	1.58	10.53	3.58	0.32	16.00
Volumen Comercial (m <sup>3</sup> /ha)	8.27	56.92	20.09	1.81	87.08
Volumen Total (m <sup>3</sup> /ha)	9.73	63.43	21.54	1.89	96.59

**Anexo 35. Resumen dasométrico de los árboles Calidad 3 para el Lote 35 (Fausto) en la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001. (Área 19.7 ha).**

Variable	Categoría Diamétrica (cm)			Total
	15-20	20-25	25-30	
<b>Árboles (N/ha)</b>	5	13	4	<b>22</b>
<b>Trozas Calidad 1 (n/ha)</b>	0	0	0	<b>0</b>
<b>Trozas Calidad 2 (n/ha)</b>	9	19	4	<b>32</b>
<b>Trozas Calidad 3 (n/ha)</b>	0	7	4	<b>12</b>
<b>Trozas Calidad 4 (n/ha)</b>	0	0	0	<b>0</b>
<b>Altura Comercial (m)</b>	3.00	6.10	6.00	<b>5.69</b>
<b>Altura Total (m)</b>	18.00	19.30	19.25	<b>19.13</b>
<b>Área Basal (m<sup>2</sup>/ha)</b>	0.11	0.53	0.21	<b>0.84</b>
<b>Volumen Comercial (m<sup>3</sup>/ha)</b>	0.53	2.82	1.14	<b>4.50</b>
<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>/ha)</b>	0.66	3.16	1.23	<b>5.05</b>

**Anexo 36. Lote 6 (Cortes Alta). Cálculo de las variables medidas en el campo con su respectivo análisis estadístico para cada una de las parcelas evaluadas en el lote 6 de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.**

Parcela	Coordenadas de la parcela		Dap medio (cm)	Area Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Número Arboles (n/ha)	Altura total (m)	Altura com (m)	Vol Total (m <sup>3</sup> /ha)	Vol Com (m <sup>3</sup> /ha)	Calidad de Arboles (n/ha)				Calidad de trozas (n/ha)				Total trozas (n/ha)
	X	Y								1	2	3	4	1	2	3	4	
1	400825.5	205137.1	18.69	14.00	557.80	18.07	3.29	88.31	73.35	0	190	368	0	0	615	456	44	1116
2	400601.4	205458.3	26.97	22.00	397.36	21.77	8.68	147.54	139.07	93	305	0	0	166	571	58	0	795
3	400676.4	205378.3	27.42	12.00	209.31	19.92	8.75	73.67	69.11	0	170	39	0	0	344	74	0	419
4	400675.0	205218.4	25.37	14.00	281.33	18.57	7.57	79.44	72.79	0	241	40	0	192	253	118	0	563
5	400750.8	205218.4	22.30	14.00	359.90	22.79	7.36	96.16	87.52	0	360	0	0	152	521	47	0	720
6	400751.4	205378.3	24.90	14.00	311.03	18.93	6.29	87.53	80.17	0	311	0	0	66	474	83	0	622
7	400673.6	205138.4	20.74	14.00	433.71	17.43	4.71	79.70	68.34	0	355	79	0	0	618	249	0	867
8	400601.4	205218.4	22.97	12.00	298.71	20.08	6.00	75.48	68.19	37	262	0	0	0	597	0	0	597
9	400600.9	205138.8	24.37	20.00	445.11	18.30	6.00	115.22	104.43	36	288	122	0	37	816	37	0	890
10	400751.4	205138.4	21.93	16.00	434.75	18.31	5.25	92.14	81.07	63	227	144	0	97	716	56	0	870
11	400826.3	205217.1	20.82	10.00	299.31	21.30	4.40	66.12	58.58	0	299	0	0	0	545	54	0	599
<b>Promedio</b>			<b>23.32</b>	<b>14.73</b>	<b>366.21</b>	<b>19.59</b>	<b>6.21</b>	<b>91.03</b>	<b>82.06</b>	<b>20.75</b>	<b>273.49</b>	<b>71.97</b>	<b>0.00</b>	<b>64.53</b>	<b>551.78</b>	<b>112.09</b>	<b>4.02</b>	<b>732.42</b>
<b>Desviación Estándar</b>			<b>2.75</b>	<b>3.50</b>	<b>98.54</b>	<b>1.73</b>	<b>1.76</b>	<b>22.92</b>	<b>22.46</b>	<b>32.33</b>	<b>61.93</b>	<b>111.14</b>	<b>0.00</b>	<b>75.37</b>	<b>157.25</b>	<b>130.98</b>	<b>13.33</b>	<b>197.07</b>
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>			<b>11.78</b>	<b>23.73</b>	<b>26.91</b>	<b>8.84</b>	<b>28.27</b>	<b>25.18</b>	<b>27.38</b>	<b>155.84</b>	<b>22.64</b>	<b>154.43</b>	<b>-</b>	<b>116.80</b>	<b>28.50</b>	<b>116.84</b>	<b>331.66</b>	<b>26.91</b>
<b>Error Estándar</b>			<b>0.83</b>	<b>1.05</b>	<b>29.71</b>	<b>0.52</b>	<b>0.53</b>	<b>6.91</b>	<b>6.77</b>	<b>9.75</b>	<b>18.67</b>	<b>33.51</b>	<b>0.00</b>	<b>22.73</b>	<b>47.41</b>	<b>39.49</b>	<b>4.02</b>	<b>59.42</b>
<b>Error de Muestreo Absoluto</b>			<b>2.18</b>	<b>2.78</b>	<b>78.25</b>	<b>1.38</b>	<b>1.39</b>	<b>18.20</b>	<b>17.84</b>	<b>25.68</b>	<b>49.18</b>	<b>88.26</b>	<b>0.00</b>	<b>59.85</b>	<b>124.88</b>	<b>104.01</b>	<b>10.59</b>	<b>156.50</b>
<b>Error de Muestreo Relativo</b>			<b>9.35</b>	<b>18.85</b>	<b>21.37</b>	<b>7.02</b>	<b>22.45</b>	<b>19.99</b>	<b>21.74</b>	<b>123.76</b>	<b>17.98</b>	<b>122.63</b>	<b>-</b>	<b>92.75</b>	<b>22.63</b>	<b>92.79</b>	<b>263.38</b>	<b>21.37</b>
<b>Límite de Confianza Superior</b>			<b>25.50</b>	<b>17.50</b>	<b>444.46</b>	<b>20.96</b>	<b>7.60</b>	<b>109.23</b>	<b>99.89</b>	<b>46.43</b>	<b>322.67</b>	<b>160.23</b>	<b>0.00</b>	<b>124.38</b>	<b>676.66</b>	<b>216.10</b>	<b>14.60</b>	<b>888.92</b>
<b>Límite de Confianza Inferior</b>			<b>21.13</b>	<b>11.95</b>	<b>287.96</b>	<b>18.21</b>	<b>4.81</b>	<b>72.83</b>	<b>64.22</b>	<b>-4.93</b>	<b>224.32</b>	<b>-16.29</b>	<b>0.00</b>	<b>4.68</b>	<b>426.90</b>	<b>8.08</b>	<b>-6.57</b>	<b>575.93</b>

**Anexo 37. Lote 7 (Cortes Baja). Cálculo de las variables medidas en el campo con su respectivo análisis estadístico para cada una de las parcelas evaluadas en el lote 7 de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.**

Parcela	Coordenadas de la parcela		Dap medio (cm)	Area Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Número Arboles (n/ha)	Altura total (m)	Altura com (m)	Vol Total (m <sup>3</sup> /ha)	Vol Com (m <sup>3</sup> /ha)	Calidad de Arboles (n/ha)				Calidad de trozas (n/ha)				Total trozas (n/ha)
	X	Y								1	2	3	4	1	2	3	4	
1	400555.8	204875.6	26.24	14.00	262.42	22.43	7.71	94.62	88.95	0	262	0	0	305	219	0	0	525
2	400556.7	204955.6	24.94	16.00	338.25	22.50	8.31	111.57	104.00	77	261	0	0	300	377	0	0	677
3	400556.7	205035.6	22.67	14.00	360.46	20.29	6.86	90.02	81.20	0	315	45	0	180	495	45	0	721
4	400630.8	204955.6	24.09	16.00	368.90	20.50	8.00	104.84	96.15	0	369	0	0	69	557	111	0	738
5	400630.8	205035.6	26.74	20.00	361.12	22.65	9.70	136.33	128.69	0	328	33	0	125	485	113	0	722
6	400705.8	204875.6	25.59	16.00	313.04	23.75	8.63	113.36	106.61	40	235	38	0	152	432	42	0	626
7	400705.3	204715.7	24.69	14.00	297.61	19.96	8.36	85.42	78.42	0	228	70	0	0	429	166	0	595
8	400630.8	204875.6	22.03	12.00	327.26	20.75	8.25	79.09	71.02	37	245	45	0	37	509	108	0	655
9	400930.4	205035.4	23.77	12.00	274.25	18.75	6.67	68.91	62.21	40	234	0	0	131	418	0	0	548
10	400930.7	204875.6	19.38	10.00	353.45	18.70	4.60	60.90	51.54	130	223	0	0	142	565	0	0	707
11	400930.7	204955.6	20.68	10.00	322.19	16.60	3.70	56.91	48.41	0	287	35	0	0	549	95	0	644
12	401005.7	204875.6	21.14	10.00	290.95	16.60	4.10	52.47	44.83	45	246	0	0	0	532	50	0	582
13	400705.8	204955.6	25.10	12.00	252.15	21.50	8.50	80.72	75.01	0	194	58	0	106	340	58	0	504
14	400705.8	205035.6	22.18	10.00	274.00	18.00	5.80	58.73	51.78	88	186	0	0	0	451	97	0	548
15	400780.8	204875.6	22.65	8.00	213.91	17.75	5.13	47.71	42.33	0	132	82	0	0	316	112	0	428
16	400780.8	204955.6	21.14	14.00	414.55	18.00	4.64	81.12	70.39	0	415	0	0	117	712	0	0	829
17	400780.8	205035.6	26.10	12.00	229.86	23.83	9.83	87.33	82.48	0	198	32	0	104	323	32	0	460
18	400855.7	205035.6	23.40	10.00	239.62	19.50	7.10	61.09	55.26	0	240	0	0	47	432	0	0	479
19	400855.7	204955.6	20.17	6.00	195.25	18.67	3.83	36.20	31.10	0	149	46	0	71	274	0	46	390
20	400855.7	204875.6	23.68	10.00	228.54	20.40	7.70	61.66	56.19	0	229	0	0	175	282	0	0	457
21	400855.7	204716.4	21.68	10.00	273.43	18.50	6.00	56.98	49.99	62	212	0	0	216	331	0	0	547
<b>Promedio</b>			<b>23.24</b>	<b>12.19</b>	<b>294.82</b>	<b>19.98</b>	<b>6.83</b>	<b>77.43</b>	<b>70.31</b>	<b>24.74</b>	<b>247.03</b>	<b>23.05</b>	<b>0.00</b>	<b>108.46</b>	<b>429.97</b>	<b>49.01</b>	<b>2.20</b>	<b>589.64</b>
<b>Desviación Estándar</b>			<b>2.12</b>	<b>3.22</b>	<b>58.44</b>	<b>2.18</b>	<b>1.92</b>	<b>25.08</b>	<b>24.78</b>	<b>37.60</b>	<b>67.38</b>	<b>27.16</b>	<b>0.00</b>	<b>92.50</b>	<b>120.15</b>	<b>52.68</b>	<b>10.06</b>	<b>116.89</b>
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>			<b>9.13</b>	<b>26.41</b>	<b>19.82</b>	<b>10.90</b>	<b>28.06</b>	<b>32.39</b>	<b>35.24</b>	<b>152.00</b>	<b>27.28</b>	<b>117.81</b>	<b>-</b>	<b>85.28</b>	<b>27.94</b>	<b>107.50</b>	<b>458.26</b>	<b>19.82</b>
<b>Error Estándar</b>			<b>0.46</b>	<b>0.70</b>	<b>12.75</b>	<b>0.48</b>	<b>0.42</b>	<b>5.47</b>	<b>5.41</b>	<b>8.21</b>	<b>14.70</b>	<b>5.93</b>	<b>0.00</b>	<b>20.19</b>	<b>26.22</b>	<b>11.50</b>	<b>2.20</b>	<b>25.51</b>
<b>Error de Muestreo Absoluto</b>			<b>1.12</b>	<b>1.70</b>	<b>30.90</b>	<b>1.15</b>	<b>1.01</b>	<b>13.26</b>	<b>13.10</b>	<b>19.88</b>	<b>35.63</b>	<b>14.36</b>	<b>0.00</b>	<b>48.91</b>	<b>63.53</b>	<b>27.85</b>	<b>5.32</b>	<b>61.81</b>
<b>Error de Muestreo Relativo</b>			<b>4.83</b>	<b>13.96</b>	<b>10.48</b>	<b>5.77</b>	<b>14.84</b>	<b>17.13</b>	<b>18.63</b>	<b>80.37</b>	<b>14.42</b>	<b>62.29</b>	<b>-</b>	<b>45.09</b>	<b>14.78</b>	<b>56.84</b>	<b>242.31</b>	<b>10.48</b>
<b>Límite de Confianza Superior</b>			<b>24.36</b>	<b>13.89</b>	<b>325.72</b>	<b>21.13</b>	<b>7.84</b>	<b>90.69</b>	<b>83.41</b>	<b>44.62</b>	<b>282.66</b>	<b>37.42</b>	<b>0.00</b>	<b>157.38</b>	<b>493.50</b>	<b>76.86</b>	<b>7.52</b>	<b>651.45</b>
<b>Límite de Confianza Inferior</b>			<b>22.12</b>	<b>10.49</b>	<b>263.92</b>	<b>18.83</b>	<b>5.82</b>	<b>64.17</b>	<b>57.21</b>	<b>4.86</b>	<b>211.40</b>	<b>8.69</b>	<b>0.00</b>	<b>59.55</b>	<b>366.44</b>	<b>21.15</b>	<b>-3.12</b>	<b>527.83</b>

**Anexo 38. Lote 8 (Bella). Cálculo de las variables medidas en el campo con su respectivo análisis estadístico para cada una de las parcelas evaluadas en el lote 8 de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.**

Parcela	Coordenadas de la parcela		Dap medio (cm)	Area Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Número Arboles (n/ha)	Altura total (m)	Altura com (m)	Vol Total (m <sup>3</sup> /ha)	Vol Com (m <sup>3</sup> /ha)	Calidad de Arboles (n/ha)				Calidad de trozas (n/ha)				Total trozas (n/ha)
	X	Y								1	2	3	4	1	2	3	4	
1	401777.7	204566.7	24.45	8.00	178.49	18.88	6.13	48.07	43.80	38	77	64	0	108	185	64	0	357
2	401778.1	204641.2	23.00	18.00	449.43	19.33	5.28	110.04	98.98	97	352	0	0	524	375	0	0	899
3	401260.6	204634.2	23.97	6.00	133.14	17.67	5.50	32.00	28.71	0	133	0	0	46	175	45	0	266
4	401260.6	204714.2	22.47	12.00	311.88	17.75	5.67	67.31	59.41	0	212	100	0	35	366	223	0	624
5	401336.0	204615.4	24.24	10.00	231.01	18.40	5.20	59.99	54.40	0	162	69	0	72	269	86	35	462
6	401336.0	204647.0	23.44	20.00	480.07	19.15	5.15	120.66	108.93	0	480	0	0	155	755	50	0	960
7	401409.7	204634.7	23.53	16.00	373.94	20.06	5.88	98.36	89.34	39	283	52	0	189	558	0	0	748
8	401705.6	204851.0	24.12	22.00	506.50	18.68	5.64	131.93	119.67	40	467	0	0	239	597	177	0	1013
9	401413.0	204871.3	25.63	12.00	245.36	20.08	7.67	77.01	71.41	0	245	0	0	99	391	0	0	491
10	401485.0	204869.6	25.24	14.00	288.85	19.71	7.57	85.84	79.13	73	216	0	0	315	217	46	0	578
11	401484.2	204712.3	23.13	14.00	339.62	18.79	6.29	81.35	72.95	0	340	0	0	303	377	0	0	679
12	401475.1	204570.1	23.29	18.00	453.51	19.83	7.00	117.61	106.62	163	291	0	0	273	634	0	0	907
13	401558.1	204735.1	25.06	18.00	384.74	17.89	7.89	103.59	94.36	34	312	39	0	226	449	56	39	769
14	401557.6	204566.5	23.81	14.00	317.29	20.07	7.14	85.29	77.69	80	237	0	0	323	224	88	0	635
15	401632.6	204845.7	26.20	14.00	263.49	19.86	7.07	84.27	78.30	0	224	39	0	149	339	39	0	527
16	401558.1	204860.9	25.84	10.00	201.26	18.80	6.30	60.24	55.57	0	172	29	0	0	293	109	0	403
17	401778.4	204844.2	22.90	12.00	302.97	19.58	6.92	74.54	67.10	0	303	0	0	138	468	0	0	606
18	401778.1	204717.6	22.14	10.00	279.39	13.40	3.80	45.48	38.01	0	43	236	0	0	275	138	146	559
19	401632.6	204711.8	25.00	14.00	302.35	19.57	8.43	88.46	81.40	62	240	0	0	413	192	0	0	605
20	401705.6	204635.4	21.01	16.00	496.70	18.13	6.94	98.62	85.81	0	497	0	0	85	908	0	0	993
21	401705.6	204712.2	23.97	20.00	480.23	18.80	6.75	125.37	113.76	0	443	37	0	373	551	37	0	960
22	401704.8	204534.6	22.16	18.00	478.34	18.17	5.61	102.51	90.37	38	441	0	0	488	469	0	0	957
23	401632.6	204635.2	22.14	10.00	261.45	13.60	5.20	42.51	35.52	0	162	99	0	0	424	46	54	523
24	401632.6	204570.9	22.71	14.00	347.75	17.00	7.64	72.98	64.11	0	348	0	0	304	392	0	0	695
<b>Promedio</b>			<b>23.73</b>	<b>14.17</b>	<b>337.82</b>	<b>18.47</b>	<b>6.36</b>	<b>83.92</b>	<b>75.64</b>	<b>27.66</b>	<b>278.35</b>	<b>31.81</b>	<b>0.00</b>	<b>202.33</b>	<b>411.75</b>	<b>50.16</b>	<b>11.40</b>	<b>675.65</b>
<b>Desviación Estándar</b>			<b>1.32</b>	<b>4.08</b>	<b>108.35</b>	<b>1.75</b>	<b>1.11</b>	<b>27.36</b>	<b>25.12</b>	<b>41.90</b>	<b>125.79</b>	<b>54.40</b>	<b>0.00</b>	<b>154.25</b>	<b>185.26</b>	<b>61.02</b>	<b>32.14</b>	<b>216.71</b>
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>			<b>5.58</b>	<b>28.82</b>	<b>32.07</b>	<b>9.48</b>	<b>17.42</b>	<b>32.60</b>	<b>33.21</b>	<b>151.50</b>	<b>45.19</b>	<b>171.00</b>	<b>-</b>	<b>76.23</b>	<b>44.99</b>	<b>121.64</b>	<b>281.85</b>	<b>32.07</b>
<b>Error Estándar</b>			<b>0.27</b>	<b>0.83</b>	<b>22.12</b>	<b>0.36</b>	<b>0.23</b>	<b>5.58</b>	<b>5.13</b>	<b>8.55</b>	<b>25.68</b>	<b>11.10</b>	<b>0.00</b>	<b>31.49</b>	<b>37.82</b>	<b>12.46</b>	<b>6.56</b>	<b>44.23</b>
<b>Error de Muestreo Absoluto</b>			<b>0.65</b>	<b>2.00</b>	<b>53.03</b>	<b>0.86</b>	<b>0.54</b>	<b>13.39</b>	<b>12.29</b>	<b>20.51</b>	<b>61.57</b>	<b>26.63</b>	<b>0.00</b>	<b>75.50</b>	<b>90.68</b>	<b>29.87</b>	<b>15.73</b>	<b>106.07</b>
<b>Error de Muestreo Relativo</b>			<b>2.73</b>	<b>14.11</b>	<b>15.70</b>	<b>4.64</b>	<b>8.53</b>	<b>15.96</b>	<b>16.25</b>	<b>74.15</b>	<b>22.12</b>	<b>83.70</b>	<b>-</b>	<b>37.31</b>	<b>22.02</b>	<b>59.54</b>	<b>137.96</b>	<b>15.70</b>
<b>Límite de Confianza Superior</b>			<b>24.37</b>	<b>16.16</b>	<b>390.86</b>	<b>19.32</b>	<b>6.90</b>	<b>97.31</b>	<b>87.93</b>	<b>48.17</b>	<b>339.92</b>	<b>58.44</b>	<b>0.00</b>	<b>277.83</b>	<b>502.42</b>	<b>80.03</b>	<b>27.13</b>	<b>781.71</b>
<b>Límite de Confianza Inferior</b>			<b>23.08</b>	<b>12.17</b>	<b>284.79</b>	<b>17.61</b>	<b>5.82</b>	<b>70.53</b>	<b>63.35</b>	<b>7.15</b>	<b>216.78</b>	<b>5.19</b>	<b>0.00</b>	<b>126.84</b>	<b>321.07</b>	<b>20.30</b>	<b>-4.33</b>	<b>569.58</b>

**Anexo 39. Lote 9 (Conejo). Cálculo de las variables medidas en el campo con su respectivo análisis estadístico para cada una de las parcelas evaluadas en el lote 9 de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.**

Parcela	Coordenadas de la parcela		Dap medio (cm)	Area Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Número Arboles (n/ha)	Altura total (m)	Altura com (m)	Vol Total (m <sup>3</sup> /ha)	Vol Com (m <sup>3</sup> /ha)	Calidad de Arboles (n/ha)				Calidad de trozas (n/ha)				Total trozas (n/ha)
	X	Y								1	2	3	4	1	2	3	4	
1	401621.2	204475.2	19.66	14.00	469.80	18.50	4.43	81.72	69.31	0	412	58	0	60	713	167	0	940
2	401621.2	204317.1	25.79	22.00	429.82	18.45	7.73	124.63	114.56	0	320	109	0	65	558	237	0	860
3	401621.2	204237.3	27.91	18.00	299.19	18.83	7.56	102.83	96.24	0	0	0	0	0	363	236	0	598
4	401550.7	204153.1	26.09	20.00	381.90	17.10	7.15	105.30	96.22	0	260	122	0	117	445	168	34	764
5	401550.7	204233.1	24.29	14.00	309.01	17.29	7.00	75.11	67.50	0	173	136	0	39	394	185	0	618
6	401550.7	204310.4	20.33	16.00	512.75	16.94	5.44	87.99	74.41	55	361	97	0	55	648	323	0	1026
7	401478.2	204546.4	23.69	18.00	412.84	18.61	7.33	102.31	92.19	97	316	0	0	227	599	0	0	826
8	401478.2	204474.9	22.54	10.00	262.73	19.50	7.20	62.69	56.19	0	263	0	0	118	408	0	0	525
9	401478.2	204316.9	25.38	16.00	336.21	16.13	5.81	84.23	76.01	0	28	308	0	26	455	148	43	672
10	401478.2	204238.9	22.35	22.00	600.80	19.05	6.14	138.70	123.70	0	498	103	0	55	906	241	0	1202
11	401403.9	204237.1	23.19	20.00	484.10	18.80	7.40	116.83	104.88	0	360	124	0	50	614	304	0	968
12	401403.9	204316.4	21.72	18.00	513.99	18.61	6.72	109.55	96.49	0	514	0	0	75	953	0	0	1028
13	401403.9	204476.0	21.72	18.00	497.64	19.11	6.89	107.83	95.23	0	498	0	0	135	860	0	0	995
14	401403.9	204555.7	23.67	18.00	416.84	19.78	8.33	109.53	99.47	129	287	0	0	344	490	0	0	834
15	401319.0	204556.4	22.39	22.00	564.51	19.32	7.18	130.23	116.14	140	425	0	0	201	928	0	0	1129
16	401319.0	204476.4	22.14	18.00	473.19	19.28	7.33	106.73	94.86	228	246	0	0	373	573	0	0	946
17	401319.0	204316.8	19.50	14.00	475.31	15.79	5.57	70.34	57.45	0	475	0	0	61	767	123	0	951
18	401244.0	204557.2	22.17	14.00	369.44	19.50	7.14	84.58	75.34	71	298	0	0	287	452	0	0	739
19	401244.0	204477.3	21.51	22.00	618.87	17.68	6.55	122.25	106.27	47	572	0	0	364	873	0	0	1238
20	401244.0	204317.4	17.56	14.00	596.20	15.43	3.29	71.87	55.28	0	596	0	0	0	959	234	0	1192
21	401244.0	204237.4	22.82	22.00	582.06	19.00	6.68	140.78	126.42	0	446	136	0	68	833	226	37	1164
<b>Promedio</b>			<b>22.69</b>	<b>17.62</b>	<b>457.49</b>	<b>18.22</b>	<b>6.61</b>	<b>101.72</b>	<b>90.20</b>	<b>36.49</b>	<b>349.93</b>	<b>56.82</b>	<b>0.00</b>	<b>129.52</b>	<b>656.63</b>	<b>123.38</b>	<b>5.44</b>	<b>914.97</b>
<b>Desviación Estándar</b>			<b>2.41</b>	<b>3.44</b>	<b>104.81</b>	<b>1.29</b>	<b>1.17</b>	<b>22.78</b>	<b>21.79</b>	<b>63.14</b>	<b>159.34</b>	<b>80.53</b>	<b>0.00</b>	<b>120.58</b>	<b>205.36</b>	<b>118.26</b>	<b>13.72</b>	<b>209.62</b>
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>			<b>10.61</b>	<b>19.54</b>	<b>22.91</b>	<b>7.09</b>	<b>17.70</b>	<b>22.39</b>	<b>24.16</b>	<b>173.02</b>	<b>45.53</b>	<b>141.73</b>	<b>-</b>	<b>93.10</b>	<b>31.27</b>	<b>95.84</b>	<b>252.47</b>	<b>22.91</b>
<b>Error Estándar</b>			<b>0.53</b>	<b>0.75</b>	<b>22.87</b>	<b>0.28</b>	<b>0.26</b>	<b>4.97</b>	<b>4.75</b>	<b>13.78</b>	<b>34.77</b>	<b>17.57</b>	<b>0.00</b>	<b>26.31</b>	<b>44.81</b>	<b>25.81</b>	<b>2.99</b>	<b>45.74</b>
<b>Error de Muestreo Absoluto</b>			<b>1.27</b>	<b>1.82</b>	<b>55.42</b>	<b>0.68</b>	<b>0.62</b>	<b>12.04</b>	<b>11.52</b>	<b>33.39</b>	<b>84.25</b>	<b>42.58</b>	<b>0.00</b>	<b>63.76</b>	<b>108.59</b>	<b>62.53</b>	<b>7.26</b>	<b>110.84</b>
<b>Error de Muestreo Relativo</b>			<b>5.61</b>	<b>10.33</b>	<b>12.11</b>	<b>3.75</b>	<b>9.36</b>	<b>11.84</b>	<b>12.77</b>	<b>91.49</b>	<b>24.08</b>	<b>74.94</b>	<b>-</b>	<b>49.23</b>	<b>16.54</b>	<b>50.68</b>	<b>133.50</b>	<b>12.11</b>
<b>Límite de Confianza Superior</b>			<b>23.96</b>	<b>19.44</b>	<b>512.90</b>	<b>18.91</b>	<b>7.23</b>	<b>113.76</b>	<b>101.72</b>	<b>69.88</b>	<b>434.18</b>	<b>99.40</b>	<b>0.00</b>	<b>193.28</b>	<b>765.22</b>	<b>185.91</b>	<b>12.69</b>	<b>1025.81</b>
<b>Límite de Confianza Inferior</b>			<b>21.41</b>	<b>15.80</b>	<b>402.07</b>	<b>17.54</b>	<b>5.99</b>	<b>89.67</b>	<b>78.68</b>	<b>3.11</b>	<b>265.68</b>	<b>14.24</b>	<b>0.00</b>	<b>65.76</b>	<b>548.05</b>	<b>60.85</b>	<b>-1.82</b>	<b>804.13</b>

**Anexo 40. Lote 12 (Mango). Cálculo de las variables medidas en el campo con su respectivo análisis estadístico para cada una de las parcelas evaluadas en el lote 12 de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.**

Parcela	Coordenadas de la parcela		Dap medio (cm)	Area Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Número Arboles (n/ha)	Altura total (m)	Altura com (m)	Vol Total (m <sup>3</sup> /ha)	Vol Com (m <sup>3</sup> /ha)	Calidad de Arboles (n/ha)				Calidad de trozas (n/ha)				Total trozas (n/ha)
	X	Y								1	2	3	4	1	2	3	4	
1	400756.6	204355.6	22.97	12.00	292.97	17.42	7.50	64.31	56.92	0	293	0	0	159	380	47	0	586
2	400916.6	204355.6	20.11	14.00	442.25	16.14	5.64	70.50	58.65	66	377	0	0	231	653	0	0	885
3	400996.6	204280.6	22.03	12.00	318.05	17.50	7.00	64.86	56.70	58	260	0	0	365	271	0	0	636
4	400916.6	204280.6	23.55	12.00	284.91	19.58	7.17	73.83	66.93	0	285	0	0	249	320	0	0	570
5	400756.6	204280.6	22.67	18.00	455.51	18.94	8.06	105.97	94.62	65	332	59	0	391	462	59	0	911
6	400682.2	204205.6	20.26	16.00	503.86	17.25	5.50	86.87	73.53	135	369	0	0	239	768	0	0	1008
7	400762.2	204205.6	20.19	14.00	453.98	17.00	5.43	77.20	65.16	78	376	0	0	52	856	0	0	908
8	400756.6	204430.6	21.95	12.00	322.77	18.08	7.33	67.58	59.34	0	323	0	0	376	269	0	0	646
9	400916.6	204430.6	21.37	14.00	393.83	19.79	7.21	85.10	75.12	0	394	0	0	320	468	0	0	788
10	401076.5	204126.5	24.73	16.00	342.09	19.88	7.63	98.34	90.30	141	201	0	0	339	346	0	0	684
11	400996.6	204127.9	20.74	10.00	300.45	18.10	6.90	56.56	48.73	0	300	0	0	114	487	0	0	601
12	400916.6	204129.3	23.87	20.00	462.50	17.70	7.25	111.97	100.56	0	463	0	0	275	650	0	0	925
13	400757.2	204130.7	24.23	20.00	445.03	17.05	7.85	106.39	95.37	35	410	0	0	227	663	0	0	890
14	400677.5	204131.5	19.77	14.00	475.48	17.79	5.86	81.27	68.66	244	231	0	0	158	793	0	0	951
15	400917.0	204205.6	22.20	14.00	370.02	19.71	8.36	85.90	76.68	0	370	0	0	348	392	0	0	740
16	400997.0	204205.6	20.56	14.00	427.60	18.29	6.43	79.91	68.75	0	428	0	0	224	631	0	0	855
17	401076.4	204048.3	21.93	14.00	377.17	18.86	6.14	81.90	72.36	46	331	0	0	243	512	0	0	754
18	400996.4	204049.7	19.33	16.00	550.11	17.56	6.31	88.17	73.43	0	550	0	0	118	982	0	0	1100
19	400916.5	204051.1	20.59	14.00	442.81	19.14	6.79	87.59	76.16	0	443	0	0	91	748	47	0	886
20	400757.2	204053.8	24.13	18.00	401.14	20.78	8.22	114.64	105.20	0	401	0	0	566	237	0	0	802
21	400677.2	204055.2	23.24	16.00	387.70	19.69	8.06	98.17	88.72	0	388	0	0	225	550	0	0	775
22	400597.2	204056.6	26.11	20.00	390.84	20.20	7.65	127.80	119.02	0	355	36	0	440	342	0	0	782
23	400597.2	203981.6	26.38	18.00	341.54	20.28	9.28	113.66	106.03	0	342	0	0	430	253	0	0	683
24	400677.2	203980.2	26.22	18.00	344.32	21.22	9.56	118.41	110.82	38	307	0	0	263	425	0	0	689
25	400757.2	203978.8	24.67	18.00	384.04	22.67	9.94	124.46	115.80	103	281	0	0	590	178	0	0	768
26	401151.4	203977.4	26.44	18.00	343.71	19.00	8.78	108.52	100.69	0	344	0	0	399	288	0	0	687
27	401076.4	203977.4	19.60	10.00	339.38	18.00	6.90	57.38	48.37	53	287	0	0	162	517	0	0	679
28	400996.4	203977.4	21.54	14.00	390.07	19.43	7.64	84.27	74.38	0	390	0	0	154	626	0	0	780
29	400917.1	203977.4	23.93	12.00	274.07	17.00	7.25	63.88	57.05	0	218	56	0	114	320	58	56	548

**Continuación Anexo 40.**

30	400917.2	203902.5	24.19	18.00	401.96	18.56	7.83	103.79	94.04	39	363	0	0	162	603	39	0	804
31	400981.3	203902.5	22.47	20.00	556.40	18.30	6.50	126.47	112.53	0	512	44	0	148	876	88	0	1113
32	401061.3	203902.5	24.99	18.00	386.05	19.50	8.33	112.39	103.36	0	256	130	0	309	312	151	0	772
33	401141.2	203902.5	26.94	16.00	284.67	22.19	10.00	106.88	100.84	0	285	0	0	283	286	0	0	569
34	401076.9	203827.5	20.95	16.00	467.53	18.56	7.56	91.61	79.52	64	358	46	0	392	544	0	0	935
35	401156.9	203827.5	23.96	16.00	364.05	20.56	8.19	101.83	93.20	0	311	53	0	232	357	140	0	728
36	401236.9	203827.5	26.61	14.00	259.83	23.36	8.79	100.68	95.25	41	219	0	0	421	99	0	0	520
37	400757.2	203827.5	24.44	20.00	433.58	19.75	8.80	120.93	110.64	73	361	0	0	528	339	0	0	867
38	400677.2	203827.5	24.82	22.00	464.71	20.00	8.55	135.25	124.38	151	314	0	0	524	406	0	0	929
39	400677.2	203752.5	26.67	18.00	336.95	20.44	7.89	115.61	108.18	65	202	69	0	381	209	85	0	674
40	400757.2	203752.5	25.26	18.00	360.92	20.50	8.39	110.58	102.28	0	361	0	0	156	566	0	0	722
41	400917.2	203752.5	27.03	16.00	286.46	19.94	8.00	98.03	91.71	0	286	0	0	224	349	0	0	573
42	400597.2	203902.5	24.55	22.00	477.06	19.91	7.95	135.61	124.36	31	446	0	0	371	583	0	0	954
43	400677.2	203902.5	26.17	22.00	417.44	20.45	9.36	137.40	128.04	0	417	0	0	451	318	66	0	835
44	400757.2	203902.5	25.19	16.00	330.31	19.94	8.38	98.92	91.26	48	283	0	0	349	311	0	0	661
45	400917.1	203827.5	22.72	18.00	463.33	19.94	7.78	114.41	103.03	0	463	0	0	213	634	79	0	927
46	400987.0	203827.5	21.78	16.00	458.02	19.63	7.13	104.17	92.70	0	192	266	0	51	597	268	0	916
47	400997.1	203752.5	23.08	22.00	565.41	19.18	7.14	139.78	125.91	37	528	0	0	409	722	0	0	1131
48	401076.6	203752.5	23.83	14.00	328.35	19.71	6.93	87.84	79.95	121	207	0	0	457	199	0	0	657
49	401156.6	203752.5	24.01	14.00	313.74	20.07	7.93	85.83	78.35	42	271	0	0	303	325	0	0	627
50	401236.6	203752.5	22.80	16.00	393.88	18.56	7.69	90.40	80.56	0	394	0	0	247	541	0	0	788
51	400757.7	203677.6	25.26	18.00	360.61	20.61	8.44	111.03	102.75	0	361	0	0	199	486	36	0	721
52	400682.8	203677.6	27.60	14.00	239.16	19.93	7.79	85.04	79.84	0	239	0	0	346	132	0	0	478
53	400917.2	203677.6	21.13	22.00	652.92	18.41	5.55	130.28	113.45	39	614	0	0	335	798	173	0	1306
54	401077.0	203677.6	22.69	14.00	350.80	20.21	7.00	86.69	78.08	58	240	53	0	219	430	53	0	702
55	401157.0	203677.6	25.28	8.00	162.73	19.25	6.75	47.28	43.47	0	123	40	0	157	129	40	0	325
<b>Promedio</b>			<b>23.45</b>	<b>16.11</b>	<b>388.64</b>	<b>19.30</b>	<b>7.60</b>	<b>97.53</b>	<b>88.03</b>	<b>34.02</b>	<b>339.12</b>	<b>15.50</b>	<b>0.00</b>	<b>285.95</b>	<b>464.29</b>	<b>26.02</b>	<b>1.01</b>	<b>777.27</b>
<b>Desviación Estándar</b>			<b>2.21</b>	<b>3.28</b>	<b>88.81</b>	<b>1.43</b>	<b>1.07</b>	<b>22.40</b>	<b>21.73</b>	<b>50.15</b>	<b>96.77</b>	<b>42.68</b>	<b>0.00</b>	<b>130.44</b>	<b>208.86</b>	<b>52.97</b>	<b>7.50</b>	<b>177.61</b>
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>			<b>9.41</b>	<b>20.33</b>	<b>22.85</b>	<b>7.41</b>	<b>14.12</b>	<b>22.97</b>	<b>24.68</b>	<b>147.41</b>	<b>28.54</b>	<b>275.41</b>	<b>-</b>	<b>45.62</b>	<b>44.99</b>	<b>203.58</b>	<b>741.62</b>	<b>22.85</b>
<b>Error Estándar</b>			<b>0.30</b>	<b>0.44</b>	<b>11.97</b>	<b>0.19</b>	<b>0.14</b>	<b>3.02</b>	<b>2.93</b>	<b>6.76</b>	<b>13.05</b>	<b>5.76</b>	<b>0.00</b>	<b>17.59</b>	<b>28.16</b>	<b>7.14</b>	<b>1.01</b>	<b>23.95</b>
<b>Error de Muestreo Absoluto</b>			<b>0.69</b>	<b>1.02</b>	<b>27.61</b>	<b>0.44</b>	<b>0.33</b>	<b>6.96</b>	<b>6.76</b>	<b>15.59</b>	<b>30.09</b>	<b>13.27</b>	<b>0.00</b>	<b>40.55</b>	<b>64.93</b>	<b>16.47</b>	<b>2.33</b>	<b>55.22</b>
<b>Error de Muestreo Relativo</b>			<b>2.92</b>	<b>6.32</b>	<b>7.10</b>	<b>2.31</b>	<b>4.39</b>	<b>7.14</b>	<b>7.67</b>	<b>45.83</b>	<b>8.87</b>	<b>85.62</b>	<b>-</b>	<b>14.18</b>	<b>13.99</b>	<b>63.29</b>	<b>230.56</b>	<b>7.10</b>
<b>Límite de Confianza Superior</b>			<b>24.13</b>	<b>17.13</b>	<b>416.25</b>	<b>19.75</b>	<b>7.94</b>	<b>104.49</b>	<b>94.79</b>	<b>49.62</b>	<b>369.20</b>	<b>28.77</b>	<b>0.00</b>	<b>326.51</b>	<b>529.23</b>	<b>42.48</b>	<b>3.34</b>	<b>832.49</b>
<b>Límite de Confianza Inferior</b>			<b>22.76</b>	<b>15.09</b>	<b>361.03</b>	<b>18.86</b>	<b>7.27</b>	<b>90.56</b>	<b>81.28</b>	<b>18.43</b>	<b>309.03</b>	<b>2.23</b>	<b>0.00</b>	<b>245.40</b>	<b>399.36</b>	<b>9.55</b>	<b>-1.32</b>	<b>722.06</b>



**Anexo 41. Lote 17 (Alvarado). Cálculo de las variables medidas en el campo con su respectivo análisis estadístico para cada una de las parcelas evaluadas en el lote 17 de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.**

Parcela	Coordenadas de la parcela		Dap medio (cm)	Area Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Número Arboles (n/ha)	Altura total (m)	Altura com (m)	Vol Total (m <sup>3</sup> /ha)	Vol Com (m <sup>3</sup> /ha)	Calidad de Arboles (n/ha)				Calidad de trozas (n/ha)				Total trozas (n/ha)
	X	Y								1	2	3	4	1	2	3	4	
1	399789.8	206211.5	22.68	16.00	406.00	18.94	8.31	94.58	84.47	0	406	0	0	410	347	56	0	812
2	399935.4	206211.5	16.89	16.00	745.65	17.69	3.88	95.04	74.44	0	401	345	0	0	1009	482	0	1491
3	400084.0	206211.5	21.83	22.00	648.14	19.41	7.50	146.79	130.54	0	0	0	0	715	581	0	0	1296
4	400162.3	206211.5	22.44	14.00	359.85	20.64	8.21	88.92	80.09	0	272	88	0	302	418	0	0	720
5	400256.4	205824.2	23.43	18.00	428.73	20.33	8.39	113.92	103.61	0	429	0	0	339	519	0	0	857
6	400177.3	205824.2	22.39	24.00	632.43	19.88	7.29	150.96	135.30	48	585	0	0	316	949	0	0	1265
7	400097.9	205824.2	22.69	18.00	462.75	19.78	7.61	113.11	101.73	0	281	181	0	312	584	30	0	926
8	399873.8	205824.2	20.81	16.00	485.35	19.13	6.75	97.32	84.82	0	424	62	0	88	883	0	0	971
9	399795.1	205824.2	20.68	24.00	726.54	19.04	6.67	142.76	123.98	0	550	176	0	52	1282	119	0	1453
10	399718.0	205824.2	19.16	14.00	502.52	16.86	4.93	76.91	63.35	0	441	62	0	53	891	62	0	1005
11	399517.7	205824.2	15.70	14.00	901.51	12.71	2.29	78.49	52.64	0	132	99	670	0	464	0	1339	1803
12	399428.7	205824.2	17.20	26.00	1311.69	16.08	3.46	163.29	126.94	0	588	528	196	59	1292	1024	249	2623
13	399354.8	205824.2	16.26	26.00	1593.02	13.85	3.08	156.68	111.46	0	0	751	842	0	290	1081	1815	3186
14	399285.6	205824.2	15.16	10.00	587.22	12.20	2.00	45.10	28.10	0	348	239	0	0	434	587	153	1174
15	400091.0	205580.3	25.34	24.00	486.11	19.50	7.42	143.71	132.40	76	410	0	0	366	576	30	0	972
16	399933.4	205580.3	22.26	14.00	366.91	17.29	5.71	75.68	66.29	0	311	56	0	171	527	35	0	734
17	399857.0	205580.3	17.34	20.00	877.91	14.70	4.15	99.30	74.71	0	521	357	0	0	1318	438	0	1756
18	399647.6	205677.5	17.07	20.00	1057.92	14.20	3.40	116.02	86.30	113	212	432	301	0	1319	369	428	2116
19	399719.3	205677.5	14.80	14.00	1109.30	12.50	2.57	86.14	54.06	0	74	283	752	0	333	482	1404	2219
20	399784.6	205677.5	18.48	18.00	749.67	16.00	4.89	105.35	84.89	0	155	470	125	73	548	656	223	1499
21	399860.4	205677.5	16.72	24.00	1218.70	15.04	3.25	133.46	99.22	0	276	394	549	0	921	501	1015	2437
22	399934.6	205677.5	22.88	12.00	300.36	18.17	6.67	68.56	61.04	0	43	257	0	0	438	163	0	601
23	400090.8	205677.5	25.54	18.00	362.05	20.22	8.50	112.84	104.56	113	249	0	0	464	260	0	0	724
24	400090.9	206019.4	19.27	12.00	412.12	19.58	7.50	72.47	61.60	0	412	0	0	198	626	0	0	824
25	399935.5	206019.4	17.01	20.00	1109.87	14.30	3.55	122.34	91.18	0	54	570	486	107	423	473	1216	2220
26	399862.2	206019.4	16.06	14.00	876.45	15.00	2.57	91.49	66.75	0	115	299	463	0	343	484	925	1753
27	399785.2	206019.4	13.75	12.00	906.98	12.17	1.25	59.95	33.44	0	0	445	462	0	99	445	1270	1814

**Continuación Anexo 41.**

28	399708.9	206019.4	15.58	10.00	547.37	15.80	2.40	54.65	39.13	0	348	199	0	0	434	547	113	1095
29	399631.1	206019.4	22.73	16.00	403.32	17.94	7.13	89.53	79.37	0	256	147	0	185	372	250	0	807
30	399392.7	206019.4	21.17	18.00	531.73	17.72	6.61	102.66	88.87	0	297	234	0	64	576	354	70	1063
31	400169.6	205677.5	20.27	12.00	374.45	16.50	4.83	61.82	51.83	0	374	0	0	109	573	67	0	749
32	400336.1	205824.2	20.49	20.00	631.03	18.20	6.50	117.30	100.82	166	405	60	0	384	819	60	0	1262
33	399232.7	205921.8	26.43	18.00	349.77	17.72	7.50	103.75	95.62	0	202	147	0	138	311	250	0	700
34	399631.9	205921.8	16.70	6.00	280.88	15.50	4.50	31.04	23.16	0	281	0	0	0	562	0	0	562
35	399707.7	205921.8	15.86	10.00	965.82	13.40	3.10	93.35	65.89	0	243	81	642	57	510	0	1364	1932
36	399857.6	205921.8	14.72	12.00	813.04	12.17	1.92	14.64	37.37	0	0	405	408	0	59	405	1162	1626
37	399933.2	205921.8	20.15	16.00	517.28	19.94	7.44	101.32	87.94	0	517	0	0	115	920	0	0	1035
38	400080.8	206116.7	18.87	12.00	433.99	19.58	7.17	73.60	62.08	0	434	0	0	127	741	0	0	868
39	399897.8	206116.7	16.77	20.00	1126.75	14.30	3.55	120.84	89.12	0	54	587	486	107	434	490	1222	2254
40	399825.2	206116.7	16.09	16.00	972.29	15.19	3.00	102.34	74.91	0	115	395	463	0	535	484	925	1945
41	399752.2	206116.7	19.99	18.00	620.66	19.00	6.00	116.27	100.08	82	293	245	0	293	773	175	0	1241
42	399680.7	206116.7	19.59	14.00	482.91	17.00	5.57	77.66	64.73	0	182	301	0	237	505	99	125	966
<b>Promedio</b>			<b>19.27</b>	<b>16.62</b>	<b>682.79</b>	<b>16.79</b>	<b>5.21</b>	<b>97.90</b>	<b>80.45</b>	<b>14.23</b>	<b>278.34</b>	<b>211.83</b>	<b>162.95</b>	<b>139.05</b>	<b>614.22</b>	<b>254.71</b>	<b>357.59</b>	<b>1365.57</b>
<b>Desviación Estándar</b>			<b>3.27</b>	<b>4.73</b>	<b>313.90</b>	<b>2.62</b>	<b>2.18</b>	<b>32.88</b>	<b>28.37</b>	<b>38.04</b>	<b>170.88</b>	<b>199.91</b>	<b>258.84</b>	<b>165.55</b>	<b>314.18</b>	<b>281.68</b>	<b>553.93</b>	<b>627.80</b>
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>			<b>17.00</b>	<b>28.44</b>	<b>45.97</b>	<b>15.58</b>	<b>41.77</b>	<b>33.59</b>	<b>35.26</b>	<b>267.26</b>	<b>61.39</b>	<b>94.37</b>	<b>158.84</b>	<b>119.06</b>	<b>51.15</b>	<b>110.59</b>	<b>154.91</b>	<b>45.97</b>
<b>Error Estándar</b>			<b>0.51</b>	<b>0.73</b>	<b>48.44</b>	<b>0.40</b>	<b>0.34</b>	<b>5.07</b>	<b>4.38</b>	<b>5.87</b>	<b>26.37</b>	<b>30.85</b>	<b>39.94</b>	<b>25.55</b>	<b>48.48</b>	<b>43.46</b>	<b>85.47</b>	<b>96.87</b>
<b>Error de Muestreo Absoluto</b>			<b>1.18</b>	<b>1.70</b>	<b>112.70</b>	<b>0.94</b>	<b>0.78</b>	<b>11.81</b>	<b>10.18</b>	<b>13.66</b>	<b>61.35</b>	<b>71.77</b>	<b>92.93</b>	<b>59.44</b>	<b>112.80</b>	<b>101.13</b>	<b>198.87</b>	<b>225.39</b>
<b>Error de Muestreo Relativo</b>			<b>6.10</b>	<b>10.21</b>	<b>16.51</b>	<b>5.59</b>	<b>15.00</b>	<b>12.06</b>	<b>12.66</b>	<b>95.95</b>	<b>22.04</b>	<b>33.88</b>	<b>57.03</b>	<b>42.74</b>	<b>18.36</b>	<b>39.70</b>	<b>55.61</b>	<b>16.51</b>
<b>Límite de Confianza Superior</b>			<b>20.44</b>	<b>18.32</b>	<b>795.48</b>	<b>17.73</b>	<b>6.00</b>	<b>109.71</b>	<b>90.63</b>	<b>27.89</b>	<b>339.69</b>	<b>283.60</b>	<b>255.88</b>	<b>198.49</b>	<b>727.02</b>	<b>355.84</b>	<b>556.46</b>	<b>1590.97</b>
<b>Límite de Confianza Inferior</b>			<b>18.09</b>	<b>14.92</b>	<b>570.09</b>	<b>15.85</b>	<b>4.43</b>	<b>86.10</b>	<b>70.26</b>	<b>0.58</b>	<b>216.99</b>	<b>140.05</b>	<b>70.02</b>	<b>79.62</b>	<b>501.43</b>	<b>153.58</b>	<b>158.72</b>	<b>1140.18</b>

**Anexo 42. Lote 32 (Samuel). Cálculo de las variables medidas en el campo con su respectivo análisis estadístico para cada una de las parcelas evaluadas en el lote 32 de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.**

Parcela	Coordenadas de la parcela		Dap medio (cm)	Area Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Número Arboles (n/ha)	Altura total (m)	Altura com (m)	Vol Total (m <sup>3</sup> /ha)	Vol Com (m <sup>3</sup> /ha)	Calidad de Arboles (n/ha)				Calidad de trozas (n/ha)				Total trozas (n/ha)
	X	Y								1	2	3	4	1	2	3	4	
1	400079.3	203832.8	25.04	10.00	208.42	20.00	7.20	61.76	56.91	0	208	0	0	146	271	0	0	417
2	400008.3	203832.8	23.78	12.00	271.17	20.17	8.67	72.91	66.41	0	271	0	0	314	228	0	0	542
3	399928.3	203832.8	25.78	18.00	368.71	20.50	8.39	119.61	111.30	0	0	0	0	141	507	90	0	737
4	399768.6	203832.8	22.76	18.00	448.45	20.61	8.11	113.48	102.55	0	448	0	0	200	697	0	0	897
5	399688.6	203832.8	22.70	14.00	349.68	19.93	8.29	85.29	76.68	0	350	0	0	128	571	0	0	699
6	399689.4	203922.1	24.89	22.00	458.28	20.95	8.91	139.86	129.31	96	329	34	0	633	250	34	0	917
7	399769.4	203922.1	24.29	22.00	481.91	20.91	8.73	140.07	128.79	0	482	0	0	506	458	0	0	964
8	399928.5	203922.1	26.80	22.00	397.36	20.50	9.09	137.09	128.35	0	359	38	0	355	402	38	0	795
9	400008.5	203922.1	23.90	12.00	274.46	20.42	7.83	75.84	69.31	49	225	0	0	131	418	0	0	549
10	400088.2	203922.1	28.48	16.00	261.72	19.06	7.69	95.29	89.66	0	218	44	0	379	100	44	0	523
11	400018.4	203996.7	25.48	18.00	365.88	19.61	8.50	110.22	101.75	0	366	0	0	296	436	0	0	732
12	399928.6	203996.7	24.35	22.00	481.24	20.77	8.64	139.98	128.72	0	481	0	0	700	262	0	0	962
13	399769.1	203996.7	21.30	12.00	343.52	19.92	7.83	74.51	65.82	40	303	0	0	81	606	0	0	687
14	399689.1	203996.7	20.68	12.00	362.19	18.67	6.92	69.77	60.38	0	362	0	0	273	452	0	0	724
15	399614.1	203996.7	21.26	14.00	402.17	20.50	7.64	89.21	79.08	161	241	0	0	377	428	0	0	804
16	399608.8	204071.7	23.68	18.00	446.39	19.44	6.78	117.41	106.64	34	363	49	0	316	528	49	0	893
17	399688.8	204071.7	21.56	10.00	277.57	20.40	7.00	62.80	55.84	0	207	71	0	154	330	71	0	555
18	399768.6	204071.7	24.67	20.00	429.31	20.45	7.55	126.40	116.39	0	333	96	0	333	432	93	0	859
19	399928.2	204071.7	27.11	14.00	254.12	16.79	6.71	74.75	68.82	0	133	121	0	0	323	185	0	508
20	400008.2	204071.7	26.74	20.00	369.41	20.05	7.65	125.05	116.85	0	332	37	0	0	597	141	0	739
21	400008.6	204146.6	26.30	16.00	298.03	19.63	6.94	94.88	88.11	0	190	108	0	86	370	141	0	596
22	399928.6	204146.6	27.77	18.00	311.77	20.17	7.83	114.33	107.64	0	217	95	0	131	324	169	0	624
23	399768.8	204146.6	23.48	20.00	469.92	20.10	7.65	123.47	112.13	0	470	0	0	446	494	0	0	940
24	399688.8	204146.6	22.85	16.00	414.66	20.56	7.50	106.85	96.79	108	306	0	0	326	503	0	0	829
25	399609.1	204146.6	20.36	10.00	317.34	17.80	6.10	57.11	48.77	56	262	0	0	234	401	0	0	635
26	399609.1	204221.6	20.62	20.00	606.35	17.90	5.90	111.65	95.78	0	606	0	0	111	1101	0	0	1213
27	399689.0	204221.6	26.73	16.00	295.84	21.25	8.31	105.77	99.35	0	296	0	0	452	140	0	0	592

**Continuación Anexo 42.**

28	399923.6	204221.6	23.76	26.00	608.19	19.62	8.00	160.84	146.19	0	608	0	0	800	416	0	0	1216
29	399769.0	204221.6	25.01	14.00	315.19	18.29	5.93	88.20	80.73	0	263	53	0	73	505	53	0	630
30	399768.6	204296.6	25.26	22.00	449.85	21.23	8.36	143.57	133.37	57	316	77	0	575	289	36	0	900
31	399688.8	204296.6	24.34	14.00	316.82	21.00	8.21	93.75	86.38	111	206	0	0	226	407	0	0	634
32	399608.8	204296.6	24.13	14.00	312.91	20.36	7.21	87.72	80.31	45	268	0	0	169	457	0	0	626
33	399689.0	204371.6	25.24	18.00	376.39	20.78	8.17	118.33	109.75	0	376	0	0	106	612	35	0	753
34	399768.6	204371.6	26.19	14.00	276.75	20.71	7.93	93.30	87.16	0	277	0	0	28	434	92	0	553
<b>Promedio</b>			<b>24.33</b>	<b>16.59</b>	<b>371.23</b>	<b>19.97</b>	<b>7.71</b>	<b>103.85</b>	<b>95.06</b>	<b>22.26</b>	<b>313.96</b>	<b>24.18</b>	<b>0.00</b>	<b>271.37</b>	<b>433.75</b>	<b>37.35</b>	<b>0.00</b>	<b>742.47</b>
<b>Desviación Estándar</b>			<b>2.11</b>	<b>4.11</b>	<b>94.62</b>	<b>1.04</b>	<b>0.82</b>	<b>26.87</b>	<b>25.43</b>	<b>41.10</b>	<b>124.34</b>	<b>37.59</b>	<b>0.00</b>	<b>201.53</b>	<b>177.89</b>	<b>54.35</b>	<b>0.00</b>	<b>189.24</b>
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>			<b>8.66</b>	<b>24.75</b>	<b>25.49</b>	<b>5.20</b>	<b>10.68</b>	<b>25.87</b>	<b>26.76</b>	<b>184.64</b>	<b>39.60</b>	<b>155.49</b>	<b>-</b>	<b>74.27</b>	<b>41.01</b>	<b>145.52</b>	<b>-</b>	<b>25.49</b>
<b>Error Estándar</b>			<b>0.36</b>	<b>0.70</b>	<b>16.23</b>	<b>0.18</b>	<b>0.14</b>	<b>4.61</b>	<b>4.36</b>	<b>7.05</b>	<b>21.32</b>	<b>6.45</b>	<b>0.00</b>	<b>34.56</b>	<b>30.51</b>	<b>9.32</b>	<b>0.00</b>	<b>32.45</b>
<b>Error de Muestreo Absoluto</b>			<b>0.85</b>	<b>1.65</b>	<b>38.11</b>	<b>0.42</b>	<b>0.33</b>	<b>10.82</b>	<b>10.24</b>	<b>16.55</b>	<b>50.08</b>	<b>15.14</b>	<b>0.00</b>	<b>81.16</b>	<b>71.64</b>	<b>21.89</b>	<b>0.00</b>	<b>76.21</b>
<b>Error de Muestreo Relativo</b>			<b>3.49</b>	<b>9.97</b>	<b>10.26</b>	<b>2.09</b>	<b>4.30</b>	<b>10.42</b>	<b>10.78</b>	<b>74.36</b>	<b>15.95</b>	<b>62.62</b>	<b>-</b>	<b>29.91</b>	<b>16.52</b>	<b>58.61</b>	<b>-</b>	<b>10.26</b>
<b>Límite de Confianza Superior</b>			<b>25.18</b>	<b>18.24</b>	<b>409.34</b>	<b>20.39</b>	<b>8.04</b>	<b>114.68</b>	<b>105.30</b>	<b>38.81</b>	<b>364.03</b>	<b>39.31</b>	<b>0.00</b>	<b>352.53</b>	<b>505.40</b>	<b>59.24</b>	<b>0.00</b>	<b>818.68</b>
<b>Límite de Confianza Inferior</b>			<b>23.48</b>	<b>14.93</b>	<b>333.13</b>	<b>19.55</b>	<b>7.38</b>	<b>93.03</b>	<b>84.82</b>	<b>5.71</b>	<b>263.88</b>	<b>9.04</b>	<b>0.00</b>	<b>190.20</b>	<b>362.11</b>	<b>15.46</b>	<b>0.00</b>	<b>666.25</b>

**Anexo 43. Lote 35 (Fausto). Cálculo de las variables medidas en el campo con su respectivo análisis estadístico para cada una de las parcelas evaluadas en el lote 35 de la finca Palo Arco (Panamerican Woods), Nandayure, Guanacaste. 2001.**

Parcela	Coordenadas de la parcela		Dap medio (cm)	Area Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Número Arboles (n/ha)	Altura total (m)	Altura com (m)	Vol Total (m <sup>3</sup> /ha)	Vol Com (m <sup>3</sup> /ha)	Calidad de Arboles (n/ha)				Calidad de trozas (n/ha)				Total trozas (n/ha)
	X	Y								1	2	3	4	1	2	3	4	
1	401115.3	203190.7	22.98	12.00	292.16	19.08	8.00	69.99	62.76	47	246	0	0	177	407	0	0	584
2	401133.3	203366.3	23.40	24.00	571.15	19.38	7.33	144.21	130.27	0	537	34	0	138	911	93	0	1142
3	401050.9	203229.1	22.23	18.00	485.90	19.44	6.61	112.86	100.75	0	0	0	0	0	842	130	0	972
4	401009.8	203160.7	23.21	20.00	479.14	19.50	7.40	119.48	107.75	0	479	0	0	46	913	0	0	958
5	400945.5	203199.3	22.73	12.00	321.16	20.42	6.42	82.12	74.31	0	321	0	0	0	642	0	0	642
6	400986.7	203267.9	23.50	16.00	381.56	19.31	7.00	97.20	87.91	0	382	0	0	47	545	171	0	763
7	401069.0	203404.9	23.27	14.00	366.48	20.00	7.29	96.65	87.82	0	278	88	0	71	662	0	0	733
8	401004.8	203443.5	22.98	16.00	396.23	19.94	6.81	99.35	89.66	0	396	0	0	0	751	42	0	792
9	400922.5	203306.7	23.48	20.00	470.96	20.35	7.45	125.30	113.98	96	375	0	0	87	855	0	0	942
10	400881.3	203238.1	22.73	18.00	452.28	19.28	6.61	107.46	96.25	114	240	98	0	114	644	146	0	905
11	400817.0	203276.7	24.71	20.00	431.49	20.75	8.00	129.68	119.69	0	431	0	0	420	398	45	0	863
12	400858.2	203345.3	25.15	20.00	408.66	21.35	8.60	129.60	120.31	76	333	0	0	166	651	0	0	817
13	400940.5	203482.1	22.97	20.00	506.54	19.95	6.70	127.83	115.47	38	429	40	0	0	786	227	0	1013
14	400793.8	203383.6	25.82	20.00	398.73	20.15	7.95	127.01	117.96	45	354	0	0	45	753	0	0	797
15	400755.8	203320.3	23.72	18.00	430.34	20.72	7.00	119.99	109.79	0	388	43	0	50	704	107	0	861
16	400729.6	203422.4	22.39	18.00	464.84	19.89	6.44	110.42	98.90	0	465	0	0	105	670	155	0	930
17	400665.3	203460.9	21.63	22.00	612.04	20.59	6.73	140.95	125.67	58	498	57	0	117	1107	0	0	1224
18	400619.5	203668.8	22.26	16.00	419.51	20.63	6.44	102.11	91.78	0	420	0	0	101	634	104	0	839
19	400558.2	203711.9	23.46	18.00	428.91	19.94	7.33	112.15	101.78	0	429	0	0	262	595	0	0	858
<b>Promedio</b>			<b>23.30</b>	<b>18.00</b>	<b>437.79</b>	<b>20.04</b>	<b>7.16</b>	<b>113.39</b>	<b>102.78</b>	<b>24.85</b>	<b>368.44</b>	<b>18.93</b>	<b>0.00</b>	<b>102.41</b>	<b>708.91</b>	<b>64.27</b>	<b>0.00</b>	<b>875.59</b>
<b>Desviación Estándar</b>			<b>1.02</b>	<b>3.13</b>	<b>76.96</b>	<b>0.61</b>	<b>0.63</b>	<b>19.19</b>	<b>17.76</b>	<b>37.37</b>	<b>120.48</b>	<b>31.97</b>	<b>0.00</b>	<b>103.56</b>	<b>172.91</b>	<b>74.44</b>	<b>0.00</b>	<b>153.92</b>
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>			<b>4.39</b>	<b>17.37</b>	<b>17.58</b>	<b>3.06</b>	<b>8.76</b>	<b>16.92</b>	<b>17.28</b>	<b>150.34</b>	<b>32.70</b>	<b>168.93</b>	<b>-</b>	<b>101.13</b>	<b>24.39</b>	<b>115.82</b>	<b>-</b>	<b>17.58</b>
<b>Error Estándar</b>			<b>0.23</b>	<b>0.72</b>	<b>17.66</b>	<b>0.14</b>	<b>0.14</b>	<b>4.40</b>	<b>4.07</b>	<b>8.57</b>	<b>27.64</b>	<b>7.33</b>	<b>0.00</b>	<b>23.76</b>	<b>39.67</b>	<b>17.08</b>	<b>0.00</b>	<b>35.31</b>
<b>Error de Muestreo Absoluto</b>			<b>0.57</b>	<b>1.75</b>	<b>43.17</b>	<b>0.34</b>	<b>0.35</b>	<b>10.76</b>	<b>9.96</b>	<b>20.96</b>	<b>67.58</b>	<b>17.93</b>	<b>0.00</b>	<b>58.09</b>	<b>96.99</b>	<b>41.75</b>	<b>0.00</b>	<b>86.34</b>
<b>Error de Muestreo Relativo</b>			<b>2.46</b>	<b>9.74</b>	<b>9.86</b>	<b>1.71</b>	<b>4.91</b>	<b>9.49</b>	<b>9.69</b>	<b>84.33</b>	<b>18.34</b>	<b>94.76</b>	<b>-</b>	<b>56.72</b>	<b>13.68</b>	<b>64.96</b>	<b>-</b>	<b>9.86</b>
<b>Límite de Confianza Superior</b>			<b>23.87</b>	<b>19.75</b>	<b>480.96</b>	<b>20.38</b>	<b>7.52</b>	<b>124.15</b>	<b>112.74</b>	<b>45.81</b>	<b>436.02</b>	<b>36.86</b>	<b>0.00</b>	<b>160.50</b>	<b>805.90</b>	<b>106.02</b>	<b>0.00</b>	<b>961.92</b>
<b>Límite de Confianza Inferior</b>			<b>22.72</b>	<b>16.25</b>	<b>394.63</b>	<b>19.69</b>	<b>6.81</b>	<b>102.62</b>	<b>92.82</b>	<b>3.89</b>	<b>300.86</b>	<b>0.99</b>	<b>0.00</b>	<b>44.32</b>	<b>611.92</b>	<b>22.52</b>	<b>0.00</b>	<b>789.25</b>

**Anexo 44. Formulario de campo utilizado para la recolección de la información para la evaluación de plantaciones forestales.**

Parcela \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Lote \_\_\_\_\_

Arbol	Dap (cm)	Altura Total (m)	Altura Comercial (m)	Calidad de árbol (1,2,3,4)	Calidad de trozas (1,2,3,4)	
					1	2
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						