



SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN

**Zonificación forestal de Costa Rica y estado Poblacional de especies forestales,
basado en el Inventario Nacional Forestal e instrumentos de monitoreo y manejo
de bosques naturales.**

Consultoría para el Seguimiento del Inventario Forestal Nacional.
Código SICOP: 70151505 92118501

Consultor:

Asociación Comisión de Desarrollo Forestal de San Carlos (CODEFORSA)

Gilberth Solano Sánchez (CODEFORSA)

Luis Ángel Aguilar Salas (CONSULTOR)

Marvin Vinicio Lizano López (CODEFORSA)

Octubre 2017 – abril 2018

I. TABLA DE CONTENIDO

I. TABLA DE CONTENIDO	1
II. INDICE DE CUADROS.....	5
III. INDICE DE FIGURAS	12
IV. ACRÓNIMOS UTILIZADOS	20
1. INTRODUCCIÓN	21
1.1 Antecedentes	21
1.2 Información del INF.	21
2 Primer Producto. Metodología de identificación de tipos de ecosistemas forestales (zonificación forestal) enfocada en el manejo sostenible de recursos forestales.	23
2.1 Resumen de pasos para la Metodología a proponer.	23
2.1.1 Definiciones de tipo de bosque.	23
2.1.1.1 Definición establecida en la Ley Forestal 7575.	23
2.1.1.2 Definiciones establecidas para el INF.	24
2.1.1.3 Definiciones incluidas en fuentes ubicadas en la página web de SIREFOR.	25
2.1.1.4 Definiciones establecidas en informe FRA elaborado por SINAC para la FAO en el año 2010 y año 2015.	27
2.1.2 Revisión y justificación de metodologías para la utilización de parámetros ambientales (temperatura, precipitación) y fisiográficos (altitud, suelos) para zonificación forestal.	27
2.1.2.1 Zonas de Vida de Holdridge.	28
2.1.2.2 Macrotipos de Vegetación.	28
2.1.2.3 Unidades bióticas.	29
2.1.2.4 Regiones Botánicas o Florísticas.	29
2.1.2.5 Unidades fitogeográficas para la clasificación de ecosistemas terrestres en Costa Rica.	29
2.1.3 Estudios locales para la Clasificación de Tipos de Bosques.	31
2.2 Revisión de información sobre la composición de ecosistemas forestales derivada del Inventario Nacional forestal, e información complementaria derivada de Parcelas Permanentes disponibles, Planes de manejo forestal para propuesta metodológica.	34
2.2.1 Definición de la zona de estudio.	34
2.2.2 Recolección de datos.	35
2.2.3 Estandarización de la información florística.	35
2.2.4 Índice de Valor de Importancia de las Especies	37
2.2.5 Clasificación de Zonas Forestales.	38
2.2.5.1 Técnicas aplicadas para definir Zonas Forestales.	40
2.3 Resultados obtenidos para el producto 1.	42
2.3.1 Resultados generales.	42
2.3.2 Determinación de las Zonas Forestales.	43
2.3.2.1 Análisis estadístico inicial a nivel país	43
2.3.2.2 Regionalización del análisis.	47
2.3.2.2.1 101.Ecorregión Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque	50
2.3.2.2.2 102.Serranías de la Península de Nicoya	52
2.3.2.2.3 105.Ecorregión Pacifico Central	54
2.3.2.2.4 106. Ecorregión Alta de Talamanca	56
2.3.2.2.5 108.Ecorregión Pacifico Sur	58
2.3.2.2.6 109.Ecorregión 109.Zona Caribe	60
2.3.2.2.7 110.Ecorregión Cordillera Volcánica Central y 113. Cordillera De Guanacaste	62

2.3.2.2.8	111.Ecorregión Zona Norte	64
2.3.2.2.9	112.Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso	68
2.3.2.2.10	Rodales De Mangles	70
2.3.2.2.11	Bosques De Palmas.....	72
2.3.2.3	Análisis posterior a la delimitación de las Zonas Forestales.	73
2.3.2.3.1	101.Ecorregión Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque	74
2.3.2.3.2	106.Ecorregión Alta de Talamanca.....	76
2.3.2.3.3	111.Ecorregión Zona Norte	78
2.3.2.3.4	110.Ecorregión Cordillera Volcánica Central y 113.Cordillera de Guanacaste	81
2.3.2.3.5	Propuesta de clasificación de rodales de mangle y bosques de palma	81
2.3.2.4	Análisis estadístico para las Zonas Forestales con información.....	82
3	Segundo Producto. Mapa de delimitación de los ecosistemas forestales conteniendo las áreas de cada uno y su caracterización.....	90
3.1	Aplicación de la metodología desarrollada en el primer producto.....	90
3.2	Caracterización de las Zonas Forestales presentes en cada Ecorregión.	90
3.2.1	Ecorregión 101.Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque	95
3.2.2	Ecorregión 102.Serranías de la Península de Nicoya	98
3.2.3	Ecorregión 110.Cordillera Volcánica Central y Cerros de Escazú	101
3.2.4	Ecorregión 113.Cordillera de Guanacaste y Tilarán	104
3.2.5	Ecorregión 105.Pacífico Central	107
3.2.6	Ecorregión 108.Pacífico Sur.....	110
3.2.7	Ecorregión 106.Altas de Talamanca.....	113
3.2.8	Ecorregión 109.Zona Caribe	116
3.2.9	Ecorregión 111.Zona Norte	119
3.2.10	Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso.	122
3.3	Valores de producción obtenidos	125
3.3.1	Bosque maduro	125
3.3.2	Bosque secundario y bosque deciduo.....	127
3.3.3	Rodales de mangle	129
3.3.4	Bosque de palmas.....	131
4	Tercer Producto. Documento sobre el estado Poblacional de las especies arbóreas, principalmente sobre aquellas contenidas en el Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE.	133
4.1	Aspectos por considerar para definir el estado Poblacional de una especie forestal.	133
4.2	Detalle del Estado Poblacional para las 50 especies arbóreas, principalmente sobre aquellas contenidas en el Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE.....	136
4.2.1	<i>Anthodiscus chocoensis</i> Prance	136
4.2.2	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.....	138
4.2.3	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	140
4.2.4	<i>Buchenavia tetraphylla</i> (Aubl.) R.A. Howard.....	142
4.2.5	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	144
4.2.6	<i>Caryocar costarricense</i> Donn. Sm.	146
4.2.7	<i>Caryodaphnopsis burgeri</i> N. Zamora & Poveda	148
4.2.8	<i>Cedrela odorata</i> L.	150
4.2.9	<i>Cedrela Salvadorensis</i> Standl.	152
4.2.10	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	154
4.2.11	<i>Copaifera aromatica</i> Dwyer.....	156
4.2.12	<i>Copaifera camibar</i> Poveda, Zamora & P.E. Sánchez	158
4.2.13	<i>Cordia gerascanthus</i> L.	160

4.2.14	<i>Couratari guianensis</i> Aubl.	162
4.2.15	<i>Couratari scottmorii</i> Prance	164
4.2.16	<i>Dalbergia retusa</i> Hemsl.	166
4.2.17	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	168
4.2.18	<i>Dipteryx panamensis</i> (Pittier) Record & Mell	170
4.2.19	<i>Dussia macropophyllata</i> (Donn. Sm.) Harms	172
4.2.20	<i>Elaeoluma glabrescens</i> (Mart. & Eichler) Aubrev.	174
4.2.21	<i>Guaiacum sanctum</i> L.	176
4.2.22	<i>Humiriastrum diguense</i> Cuatrec.	178
4.2.23	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão.....	180
4.2.24	<i>Hymenolobium mesoamericanum</i> H. C. Lima	182
4.2.25	<i>Manilkara chicle</i> (Pittier) Gilly	184
4.2.26	<i>Manilkara zapota</i> (L.) Royen	186
4.2.27	<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.....	188
4.2.28	<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms	190
4.2.29	<i>Paramachaerium gruberi</i> Brizicky	192
4.2.30	<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. Ex Walp.....	194
4.2.31	<i>Peltogyne purpurea</i> Pittier	196
4.2.32	<i>Pentaclethra macroloba</i> (willd.) Kuntze	198
4.2.33	<i>Platymiscium parviflorum</i> benth.	200
4.2.34	<i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq.) Dugand.....	202
4.2.35	<i>Podocarpus costaricensis</i> De Laub.....	204
4.2.36	<i>Podocarpus guatemalensis</i> Standl.....	206
4.2.37	<i>Prioria copaifera</i> Griseb.	208
4.2.38	<i>Qualea paraensis</i> Ducke	210
4.2.39	<i>Ruptiliocarpon caracolito</i> Hammel & n. Zamora.....	212
4.2.40	<i>Sacoglottis trichogyna</i> Cuatrec.	214
4.2.41	<i>Sideroxylon capiri</i> (A.Dc.) Pittier	216
4.2.42	<i>Swietenia macrophylla</i> king.....	218
4.2.43	<i>Tachigali costaricensis</i> (N. Zamora & Poveda) N. Zamora & Van Der Werff.....	220
4.2.44	<i>Tachigali versicolor</i> Standl. & L.O. Williams	222
4.2.45	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell.....	224
4.2.46	<i>Vantanea occidentalis</i> cuatrec.	226
4.2.47	<i>Vatairea lundellii</i> (Standl.) Killip Ex Record.....	228
4.2.48	<i>Virola sebifera</i> Aubl.	230
4.2.49	<i>Vochysia ferruginea</i> Mart.	232
4.2.50	<i>Vochysia guatemalensis</i> Donn. Sm.	234
5	Cuarto Producto. Descripción del estado de conservación de especies forestales, principalmente las declaradas en veda, las especies que se encuentran en el convenio CITES UICN y otros estudios en Costa Rica.236	
6	Quinto Producto. Mapeo de los índices del estado Poblacional de las especies arbóreas registradas en el INF, PPM y PMF.	243
7	Sexto Producto. Mapeo de los índices de diversidad biológica de especies arbóreas para las ecorregiones identificados.	245
7.1	Análisis de información derivada del INF, PPM y PMF para la determinación de índices de diversidad biológica de especies arbóreas.....	245
7.1.1	Índice de Diversidad de Berguer – Parker.	245
7.1.2	Índice de Diversidad de Margalef.....	245

7.1.3	Índice de Diversidad de Menhinick	246
7.1.4	Índice de Diversidad de Simpson.....	246
7.2	Interpretación del uso de diferentes índices de diversidad.....	253
8	Sétimo Producto. Estado de conservación de 50 especies arbóreas, basado en la información del INF, PPM y PMF.	254
8.1	Propuesta para la clasificación del estado de conservación de las 50 especies forestales, según la información del INF, PPM y PMF.....	259
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	264
10	BIBLIOGRAFIA.	272

II. INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Hectáreas por tipo de bosque según datos recopilados del Inventario Nacional Forestal.....	21
Cuadro 2. Comparación de sistemas de Zonificación Forestal.....	30
Cuadro 3. Nomenclatura de los códigos para cada parcela a analizar.....	36
Cuadro 4. Plantillas recolectadas con información de los Planes de Manejo Forestal.	42
Cuadro 5. Información de PPM aportada por miembros de OEFO.....	43
Cuadro 6. Distribución del total de registros y especies encontradas por fuente de información.	43
Cuadro 7. Total de especies indicadoras ($p < 0.1$) en cada Zona Forestal identificada. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles, arbustos, helechos arborescentes y palmas ≥ 10 cm de dap, en 417 parcelas de muestreo.....	46
Cuadro 8. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.	46
Cuadro 9. Área en hectáreas de las ecorregiones utilizadas en este estudio	48
Cuadro 10. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en cuatro Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y palmas ≥ 10 cm de dap, en 22 parcelas de muestreo.	51
Cuadro 11. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.....	51
Cuadro 12. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en tres Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y palmas ≥ 10 cm de dap, en 11 parcelas de muestreo.	53
Cuadro 13. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.....	53
Cuadro 14. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en tres Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y palmas ≥ 10 cm de dap, en 12 parcelas de muestreo.	54
Cuadro 15. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.....	55
Cuadro 16. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en cuatro Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles, helechos arborescentes y palmas ≥ 10 cm de dap, en 13 parcelas de muestreo.	57
Cuadro 17. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.....	57
Cuadro 18. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en tres Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y palmas ≥ 10 cm de dap, en 18 parcelas de muestreo.	59
Cuadro 19. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.....	59
Cuadro 20. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en tres Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y palmas ≥ 10 cm de dap, en 15 parcelas de muestreo.	61
Cuadro 21. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.....	61

Cuadro 22. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en cuatro Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles, helechos arborescentes y palmas ≥ 10 cm de dap, en 16 parcelas de muestreo.	63
Cuadro 23. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.	63
Cuadro 24. Especies indicadoras ($p < 0.05$) representativas en cuatro Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y palmas ≥ 10 cm de dap, en 57 parcelas de muestreo.	65
Cuadro 25. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.	67
Cuadro 26. Especies indicadoras ($p < 0.05$) representativas de esta ecorregión. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y palmas ≥ 10 cm de dap, en 63 parcelas de muestreo.	69
Cuadro 27. Ordenación de los datos mediante la prueba de escalamiento multidimensional no-métrico.	69
Cuadro 28. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en tres grupos de rodales de mangles. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y arbustos ≥ 10 cm de dap, en 11 parcelas de muestreo.	70
Cuadro 29. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.	71
Cuadro 30. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en tres Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y palmas ≥ 10 cm de dap, en 17 parcelas de muestreo.	72
Cuadro 31. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.	73
Cuadro 32. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en seis grupos de Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y palmas ≥ 10 cm de dap, en 22 parcelas de muestreo.	75
Cuadro 33. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en cuatro Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles, helechos arborescentes y palmas ≥ 10 cm de dap, en 13 parcelas de muestreo.	76
Cuadro 34. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en cuatro Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de monte carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y palmas ≥ 10 cm de dap, en 53 parcelas de muestreo.	79
Cuadro 35. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.	80
Cuadro 36. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en cuatro grupos (ZF). Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y palmas ≥ 10 cm de dap, en 16 parcelas de muestreo.	81
Cuadro 37. Distribución de los registros y especies útiles para el análisis de conglomerados.....	82
Cuadro 38. Especies indicadoras ($p < 0.05$) representativas en 30 Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de monte carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles, helechos arborescentes y palmas ≥ 10 cm de dap, en 166 parcelas de muestreo.	82
Cuadro 39. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.	86
Cuadro 40. Descripción de los códigos para las variables ambientales elegidas en el análisis de componentes principales.	88

Cuadro 41. Resultado de la prueba del Análisis de redundancia (RDA), establecida para 166 parcelas del análisis de conglomerados y 9 variables ambientales.	89
Cuadro 42. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque.	95
Cuadro 43. Valores de abundancia y dominancia para seis Zonas Forestales presentes en la Ecorregión 101.Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque.	96
Cuadro 44. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita.	97
Cuadro 45. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión 102.Serranías de la Península de Nicoya.....	98
Cuadro 46. Valores de abundancia y dominancia para dos Zonas Forestales presentes en la Ecorregión 102.Serranías de la Península de Nicoya.....	99
Cuadro 47. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita.	100
Cuadro 48. Valores de abundancia y dominancia para dos Zonas Forestales presentes en la Ecorregión Cordillera Volcánica Central y Cerros Escazú y Cerros de Escazú.	102
Cuadro 49. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita.	103
Cuadro 50. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión 113.Cordillera de Guanacaste y Tilarán.....	104
Cuadro 51. Valores de abundancia y dominancia para dos Zonas Forestales presentes en la Ecorregión 113.Cordillera de Guanacaste y Tilarán.....	105
Cuadro 52. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita.	106
Cuadro 53. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión Pacífico Central.....	107
Cuadro 54. Valores de abundancia y dominancia para tres Zonas Forestales presentes en la Ecorregión Pacífico Central.....	108
Cuadro 55. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita.	109
Cuadro 56. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión Pacífico Sur.	110
Cuadro 57. Valores de abundancia y dominancia para tres Zonas Forestales presentes en la Ecorregión Pacífico Sur.	112
Cuadro 58. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita.	112
Cuadro 59. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión Alta de Talamanca.	113

Cuadro 60. Valores de abundancia y dominancia para cuatro Zonas Forestales presentes en la Ecorregión Alta de Talamanca.	114
Cuadro 61. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita.	115
Cuadro 62. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión 109.Zona Caribe.	116
Cuadro 63. Valores de abundancia y dominancia para tres Zonas Forestales presentes en la Ecorregión 109.Zona Caribe.	117
Cuadro 64. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita.	118
Cuadro 65. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión 111.Zona Norte.	119
Cuadro 66. Valores de abundancia y dominancia para cuatro Zonas Forestales presentes en la Ecorregión 111.Zona Norte.	120
Cuadro 67. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita.	121
Cuadro 68. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso.	122
Cuadro 69. Valores de abundancia y dominancia para la Zona Forestal presente en la Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso.	123
Cuadro 70. Valor indicador más alto de la especie indicadora representativa en cada Zona Forestal descrita.	123
Cuadro 71. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque Maduro.	125
Cuadro 72. Área basal por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque Maduro.	126
Cuadro 73. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque secundario.	127
Cuadro 74. Área Basal por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque secundario.	128
Cuadro 75. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Rodales de Mangle.	129
Cuadro 76. Área Basal por hectárea por Ecorregión para el estrato Rodales de Mangle.	129
Cuadro 77. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque de Palmas.	131
Cuadro 78. Área Basal por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque de Palmas.	132
Cuadro 79. Abundancia total de la especie <i>Anthodiscus chocoensis</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	136
Cuadro 80. Abundancia total de la especie <i>Astronium graveolens</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	138
Cuadro 81. Abundancia total de la especie <i>Brosimum alicastrum</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	140
Cuadro 82. Abundancia total de la especie <i>Buchenavia tetraphylla</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	142

Cuadro 83. Abundancia total de la especie <i>Carapa guianensis</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	144
Cuadro 84. Abundancia total de la especie <i>Caryocar costaricense</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	146
Cuadro 85. Abundancia total de la especie <i>Caryodaphnopsis burgeri</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	148
Cuadro 86. Abundancia total de la especie <i>Cedrela odorata</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	150
Cuadro 87. Abundancia total de la especie <i>Cedrela salvadorensis</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	152
Cuadro 88. Abundancia total de la especie <i>Ceiba pentandra</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	154
Cuadro 89. Abundancia total de la especie <i>Copaifera aromática</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	156
Cuadro 90. Abundancia total de la especie <i>Copaifera camibar</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	158
Cuadro 91. Abundancia total de la especie <i>Cordia gerascanthus</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	160
Cuadro 92. Abundancia total de la especie <i>Couratari guianensis</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	162
Cuadro 93. Abundancia total de la especie <i>Couratari scottmorii</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	164
Cuadro 94. Abundancia total de la especie <i>Dalbergia retusa</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	166
Cuadro 95. Abundancia total de la especie <i>Dialium guianense</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	168
Cuadro 96. Abundancia total de la especie <i>Dipteryx panamensis</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	170
Cuadro 97. Abundancia total de la especie <i>Dussia macrophyllata</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	172
Cuadro 98. Abundancia total de la especie <i>Elaeoluma glabrescens</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	174
Cuadro 99. Abundancia total de la especie <i>Humirastrum diguense</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	178
Cuadro 100. Abundancia total de la especie <i>Hyeronima alchorneoides</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	180
Cuadro 101. Abundancia total de la especie <i>Hymenolobium mesoamericanum</i> y área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	182

Cuadro 102. Abundancia total de la especie <i>Manilkara chicle</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	184
Cuadro 103. Abundancia total de la especie <i>Manilkara zapota</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	186
Cuadro 104. Abundancia total de la especie <i>Minquartia guianensis</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	188
Cuadro 105. Abundancia total de la especie <i>Peltogyne purpurea</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	196
Cuadro 106. Abundancia total de la especie <i>Pentaclethra macroloba</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	198
Cuadro 107. Abundancia total de la especie <i>Platymiscium parviflorum</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	200
Cuadro 108. Abundancia total de la especie <i>Platymiscium pinnatum</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	202
Cuadro 109. Abundancia total de la especie <i>Podocarpus costaricensis</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	204
Cuadro 110. Abundancia total de <i>Podocarpus guatemalensis</i> y área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	206
Cuadro 111. Abundancia total de la especie <i>Prioria copaifera</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	208
Cuadro 112. Abundancia total de la especie <i>Qualea paraensis</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	210
Cuadro 113. Abundancia total de la especie <i>Ruptiliocarpus caracolito</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	212
Cuadro 114. Abundancia total de la especie <i>Sacoglottis trichogyna</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	214
Cuadro 115. Abundancia total de la especie <i>Sideroxylon capiri</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	216
Cuadro 116. Abundancia total de la especie <i>Swietenia macrophylla</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	218
Cuadro 117. Abundancia total de la especie <i>Tachigali costaricensis</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	220
Cuadro 118. Abundancia total de la especie <i>Tachigali versicolor</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	222
Cuadro 119. Abundancia total de <i>Terminalia amazonia</i> y área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	224
Cuadro 120. Abundancia total de la especie <i>Vantanea occidentalis</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	226

Cuadro 121. Abundancia total de la especie <i>Vatairea lundellii</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	228
Cuadro 122. Abundancia total de la especie <i>Virola sebifera</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	230
Cuadro 123. Abundancia total de la especie <i>Vochysia ferruginea</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	232
Cuadro 124. Abundancia total de la especie <i>Vochysia guatemalensis</i> y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.	234
Cuadro 125. Categorías de amenaza de especies según varios entes.	238
Cuadro 126. Número de especies por fuente de información que se encuentran categorizadas según CITES, UICN, Estrada <i>et al.</i> (2005), Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE, Jiménez (2009b).	238
Cuadro 127. Categorización de las especies identificadas con alguna amenaza, según fuentes citadas y cantidad de árboles registrados por especies por fuente de información de este estudio.....	239
Cuadro 128. Estado de conservación CITES, UICN, Estrada <i>et al.</i> (2005), Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE, Jiménez (2009b), y estado de la población para este estudio según Frankham, <i>et al.</i> (2002).	240
Cuadro 129. Cantidad de especies con alguna categoría de conservación, encontradas en las tres fuentes (INF, PMF, PPM) para este estudio.	242
Cuadro 130. Índices no paramétricos de Diversidad para 10 Ecorregiones definidas.....	247
Cuadro 131: Número de árboles por hectárea con un dap mayor a 10 cm para las especies comerciales y de importancia ecológica seleccionada.....	255
Cuadro 132. Población total estimada de individuos con un dap mayor a 30 cm para las especies comerciales y de importancia ecológica seleccionadas, datos por Ecorregión.....	257
Cuadro 133. Presencia de individuos registrados de las 50 especies en el INF, PPM y PMF, dentro de Areas Silvestres Protegidas	259

III. INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de Zonificación para el INF 2013-2014.	22
Figura 2. Ejemplo de estructura del archivo en formato CSV, para su análisis en software especializado en análisis de conglomerados.	39
Figura 3. Visualización parcial de la Matriz secundaria con variables ambientales y número de conglomerado.	39
Figura 4. Proceso propuesto para la Zonificación Forestal en el presente estudio.	40
Figura 5. Dendrograma resultante del análisis de las 417 parcelas como análisis inicial	45
Figura 6. Diagrama de ordenación que muestra la relación entre las 417 parcelas y los 30 grupos iniciales definidos como Zonas Forestales (ZF).	47
Figura 7. Mapa con las ecorregiones (Fallas, 2011) identificadas y modificadas para este estudio y ubicación de las 439 parcelas utilizadas.	49
Figura 8. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclídea), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 19 parcelas de 0.1 ha (INF) y 3 parcelas de 1 ha (PPM) muestreadas.	50
Figura 9. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclídea), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 7 parcelas de 0.1 ha (INF) y 4 parcelas de 1 ha (PPM) muestreadas.	52
Figura 10. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclidiana), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 12 parcelas de 0.1 ha muestreadas ...	54
Figura 11. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclidiana), para clasificar la vegetación (árboles, helechos arborescentes y palmas ≥ 10 cm de dap) de 13 parcelas de 0.1 ha muestreadas.	56
Figura 12. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclidiana), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 18 parcelas de 0.1 ha muestreadas. ..	58
Figura 13. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclidiana), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 15 parcelas de 0.1 ha muestreadas. ..	60
Figura 14. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclídea), para clasificar la vegetación (árboles, helechos arborescentes y palmas ≥ 10 cm de dap) de 16 parcelas de 0.1 ha muestreadas.	62
Figura 15. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclidiana), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 57 parcelas de 0.3 ha muestreadas. ...	64
Figura 16. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclidiana), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 57 parcelas de 0.3 ha y 6 parcelas de 0.1 ha muestreadas.	68
Figura 17. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclidiana), para clasificar la vegetación (árboles y arbustos ≥ 10 cm de dap) de 11 parcelas de 0.1 ha muestreadas.	70
Figura 18. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclidiana), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 17 parcelas de 0.1 ha muestreadas. ..	72

Figura 19. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclídea), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 19 parcelas de 0.1 ha (INF) y 3 parcelas de 1 ha (PPM) muestreadas.	74
Figura 20. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclídea), para clasificar la vegetación (árboles, helechos arborescentes y palmas ≥ 10 cm de dap) de 13 parcelas de 0.1 ha muestreadas.	76
Figura 21. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclídea), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 53 parcelas de 0.3 ha muestreadas. ...	78
Figura 22. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclídeana), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 16 parcelas de 0.1 ha muestreadas. ...	81
Figura 23. Diagrama de ordenación que muestra la relación entre las 166 parcelas de muestreo y la enumeración de 30 Zonas Forestales definidas (NZF).	87
Figura 24. Gráfica Biplot donde se relacionan variables ambientales con las 166 parcelas utilizadas en el análisis.	88
Figura 25. Mapa con las 52 Zonas Forestales identificadas para este estudio y la ubicación de las 439 parcelas utilizadas.	91
Figura 26. Área de cada Ecorregión definida a partir de la metodología de zonificación forestal.	92
Figura 27. Área de cada Zona Forestal definida a partir de la metodología de zonificación forestal.	92
Figura 28. Área según tipo del uso del INF, para cada Ecorregión forestal definida en este estudio.	93
Figura 29. Área porcentual según tipo del uso del INF, para cada Ecorregión forestal definida en este estudio.	94
Figura 30. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión 101.Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque.	96
Figura 31. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión 102.Serranías de la Península de Nicoya.	99
Figura 32. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión Cordillera Volcánica Central y Cerros Escazú y Cerros de Escazú.	102
Figura 33. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión 113.Cordillera de Guanacaste y Tilarán.	105
Figura 34. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión Pacífico Central. ...	108
Figura 35. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión Pacífico Sur.	111
Figura 36. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión Alta de Talamanca.	114
Figura 37. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión 109.Zona Caribe. ...	117
Figura 38. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión 111.Zona Norte. ...	120
Figura 39. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso.	123
Figura 40. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque Maduro.	125
Figura 41. Área basal por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque Maduro.	126

Figura 42. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque secundario.	127
Figura 43. Área basal por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque secundario.	128
Figura 44. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Rodales de Mangle.	129
Figura 45. Área basal por hectárea por Ecorregión para el estrato Rodales de Mangle.	130
Figura 46. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque de Palmas.	131
Figura 47. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque de Palmas.	132
Figura 48. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Anthodiscus chocoensis</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	137
Figura 49. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Anthodiscus chocoensis</i>	137
Figura 50. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Astronium graveolens</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	139
Figura 51. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Astronium graveolens</i>	139
Figura 52. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Brosimum alicastrum</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	141
Figura 53. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Brosimum alicastrum</i>	141
Figura 54. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Buchenavia tetraphylla</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	143
Figura 55. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Buchenavia tetraphylla</i>	143
Figura 56. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Carapa guianensis</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	145
Figura 57. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Carapa guianensis</i>	145
Figura 58. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Caryocar costaricense</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	147
Figura 59. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Caryocar costaricense</i>	147
Figura 60. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Caryodaphnopsis burgeri</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	149
Figura 61. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Caryodaphnopsis burgeri</i>	149
Figura 62. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Cedrela odorata</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	151
Figura 63. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Cedrela odorata</i>	151

Figura 64. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Cedrela salvadorensis</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	153
Figura 65. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Cedrela salvadorensis</i>	153
Figura 66. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Ceiba pentandra</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	155
Figura 67. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Ceiba pentandra</i>	155
Figura 68. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Copaifera aromática</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	157
Figura 69. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Copaifera aromática</i>	157
Figura 70. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Copaifera camibar</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	159
Figura 71. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Copaifera camibar</i>	159
Figura 72. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Cordia gerascanthus</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	161
Figura 73. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Cordia gerascanthus</i>	161
Figura 74. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Couratari guianensis</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	163
Figura 75. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Couratari guianensis</i>	163
Figura 76. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Couratari scottmorii</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	165
Figura 77. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Couratari scottmorii</i>	165
Figura 78. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Dalbergia retusa</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	167
Figura 79. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Dalbergia retusa</i>	167
Figura 80. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Dialium guianense</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	169
Figura 81. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Dialium guianense</i>.	169
Figura 82. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Dipteryx panamensis</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	171

Figura 83. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Dipteryx panamensis</i>	171
Figura 84. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Dussia macrophyllata</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	173
Figura 85. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Dussia macrophyllata</i>	173
Figura 86. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Elaeoluma glabrescens</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	175
Figura 87. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Elaeoluma glabrescens</i>	175
Figura 88. Mapa que incluye el estudio de Estrada <i>et al.</i> (2005) sobre los sitios de reporte, para la especie <i>Guaiacum sanctum</i> a nivel nacional.....	176
Figura 89. Mapa que incluye los sitios de reporte para la especie <i>Guaiacum sanctum</i> en Costa Rica, según la página de internet “Trópicos”	177
Figura 90. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Humiriastrum diguense</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	179
Figura 91. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Humiriastrum diguense</i>	179
Figura 92. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Hyeronima alchorneoides</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	181
Figura 93. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Hyeronima alchorneoides</i>	181
Figura 94. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Hymenolobium mesoamericanum</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.....	183
Figura 95. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó <i>Hymenolobium mesoamericanum</i>	183
Figura 96. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Manilkara chicle</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	185
Figura 97. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Manilkara chicle</i>	185
Figura 98. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Manilkara zapota</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	187
Figura 99. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Manilkara zapota</i>	187
Figura 100. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Minquartia guianensis</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	189
Figura 101. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Minquartia guianensis</i>	189

Figura 102. Mapa que incluye el estudio de Estrada <i>et al.</i> (2005) sobre los sitios de reporte, para la especie <i>Myroxylon balsamum</i> a nivel nacional.....	190
Figura 103. Mapa que incluye los sitios de reporte para la especie <i>Myroxylon balsamum</i> en Costa Rica, según la página de internet “Trópicos”.	191
Figura 104. Mapa que incluye el estudio de Estrada <i>et al.</i> (2005) sobre los sitios de reporte, para la especie <i>Paramachaerium gruberi</i> a nivel nacional	192
Figura 105. Mapa que incluye los sitios de reporte de la especie <i>Paramachaerium gruberi</i> , según la página de internet “Trópicos”	193
Figura 106. Mapa que incluye el estudio de Estrada <i>et al.</i> (2005) sobre los sitios de reporte, para la especie <i>Parkia pendula</i> a nivel nacional.....	194
Figura 107. Mapa que incluye los sitios de reporte de la especie <i>Parkia pendula</i> , según la página de internet “Trópicos”	195
Figura 108. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Peltogyne purpurea</i> , mediante información procedente del INF, PMF y PPM.	197
Figura 109. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Peltogyne purpurea</i>	197
Figura 110. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Pentaclethra macroloba</i> , según información procedente del INF, PMF y PPM.	199
Figura 111. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Pentaclethra macroloba</i>	199
Figura 112. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Platymiscium parviflorum</i> , según datos del INF, PMF y PPM.	201
Figura 113. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Platymiscium parviflorum</i>	201
Figura 114. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Platymiscium pinnatum</i> , según información procedente del INF, PMF y PPM.	203
Figura 115. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Platymiscium pinnatum</i>	203
Figura 116. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Podocarpus costaricensis</i> , según información proveniente del INF, PMF y PPM.	205
Figura 117. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Podocarpus costaricensis</i>	205
Figura 118. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Podocarpus guatemalensis</i> , según información procedente del INF, PMF y PPM.	207
Figura 119. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Podocarpus guatemalensis</i>	207
Figura 120. Distribución diamétrica de la abundancia total <i>Prioria copaifera</i> , según información procedente del INF, PMF y PPM.	209

Figura 121. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Prioria copaifera</i> .	209
Figura 122. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Qualea paraensis</i> , según información procedente del INF, PMF y PPM.	211
Figura 123. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Qualea paraensis</i> .	211
Figura 124. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Ruptiliocarpum caracolito</i> , según información procedente del INF, PMF y PPM.	213
Figura 125. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Ruptiliocarpum caracolito</i> .	213
Figura 126. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Sacoglottis trichogyna</i> , según información procedente del INF, PMF y PPM.	215
Figura 127. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Sacoglottis trichogyna</i> .	215
Figura 128. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Sideroxylon capiri</i> , según información procedente del INF, PMF y PPM.	217
Figura 129. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Sideroxylon capiri</i> .	217
Figura 130. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Swietenia macrophylla</i> , según información procedente del INF, PMF y PPM.	219
Figura 131. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Swietenia macrophylla</i> .	219
Figura 132. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Tachigali costaricensis</i> , según información procedente del INF, PMF y PPM.	221
Figura 133. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Tachigali costaricensis</i> .	221
Figura 134. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Tachigali versicolor</i> , según información procedente del INF, PMF y PPM.	223
Figura 135. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Tachigali versicolor</i> .	223
Figura 136. Distribución diamétrica de la abundancia total <i>Terminalia amazonia</i> , según información procedente del INF, PMF y PPM.	225
Figura 137. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Terminalia amazonia</i> .	225
Figura 138. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Vantanea occidentalis</i> , según información procedente del INF, PMF y PPM.	227
Figura 139. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Vantanea occidentalis</i> .	227

Figura 140. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Vatairea lundellii</i> , según información procedente del INF, PMF y PPM.	229
Figura 141. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Vatairea lundellii</i>	229
Figura 142. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Virola sebifera</i> , según información procedente del INF, PMF y PPM.	231
Figura 143. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Virola sebifera</i>	231
Figura 144. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Vochysia ferruginea</i> , según información procedente del INF, PMF y PPM.	233
Figura 145. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Vochysia ferruginea</i>	233
Figura 146. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie <i>Vochysia guatemalensis</i> , según información procedente del INF, PMF y PPM.	235
Figura 147. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie <i>Vochysia guatemalensis</i>	235
Figura 148. Mapa de Índice del estado Poblacional, en árboles por hectárea, para el estrato de Bosque Maduro.	243
Figura 149. Mapa de Índice del estado Poblacional, en árboles por hectárea, para el estrato de Bosque Secundario.	244
Figura 150. Mapa de Índice de Diversidad Berger - Parker.	248
Figura 151. Mapa de Índice de Diversidad de Margaleff.	249
Figura 152. Mapa de Índice de Diversidad de Menhinick.	250
Figura 153. Mapa de Índice de Diversidad de Simpson.	251
Figura 154. Mapa de Índice de Diversidad de Shannon y Wiener.	252

IV. ACRÓNIMOS UTILIZADOS

ASP	ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flor Silvestre
CODEFORSA	Asociación Comisión de Desarrollo Forestal de San Carlos
DAP	Diámetro a la altura del pecho (1,3 cm)
DMC	Diámetro Mínimo de Corta, por lo general 60cm de DAP
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FRA	Recursos Forestales Mundiales
FUNDECOR	Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica
GBIF	Global Biodiversity Information Facility
INF	Inventario Nacional Forestal 2014-2015.
INISEFOR	Instituto de Investigación y Servicios Forestales
IVI	Índice de Valor de Importancia
NE	Población Efectiva
OEFO	Observatorio de Ecosistemas Forestales
OET	Organización para Estudios Tropicales
PMF	Planes de Manejo en Bosque Natural
PPM	Parcelas Permanente de Muestreo
RDA	Análisis de Redundancia
SIREFOR	Sistema de Información de los Recursos Forestales de Costa Rica
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
UF	Unidades Fitogeográficas
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
VI	Valor indicador, según Tejada <i>et al.</i> (2008)
ZF	Zona Forestal

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La implementación de este trabajo está basada en el objetivo de generar información detallada del estado de los bosques y las tierras forestales para la toma de decisiones, en su uso y conservación.

En el año 2014 se desarrolla por primera vez en el país, un Inventario Forestal a nivel Nacional, donde se recogió información muy valiosa sobre los recursos forestales en las cinco regiones operativas definidas para tal fin.

Los resultados del Inventario Nacional Forestal (INF) son la base para el desarrollo de este estudio, que pretende entre otros productos, crear una metodología para la zonificación de las tierras forestales de Costa Rica sus características, además se pueda conocer el estado Poblacional, la diversidad florística y el estado de conservación, de las especies declaradas por el Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE y las especies más utilizadas con fines comerciales en el país.

1.2 Información del INF.

Según los resultados del INF, de la superficie territorial total de Costa Rica, correspondiente a 5.122.028,4 ha, un 52 % del país tiene algún tipo de cobertura boscosa, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

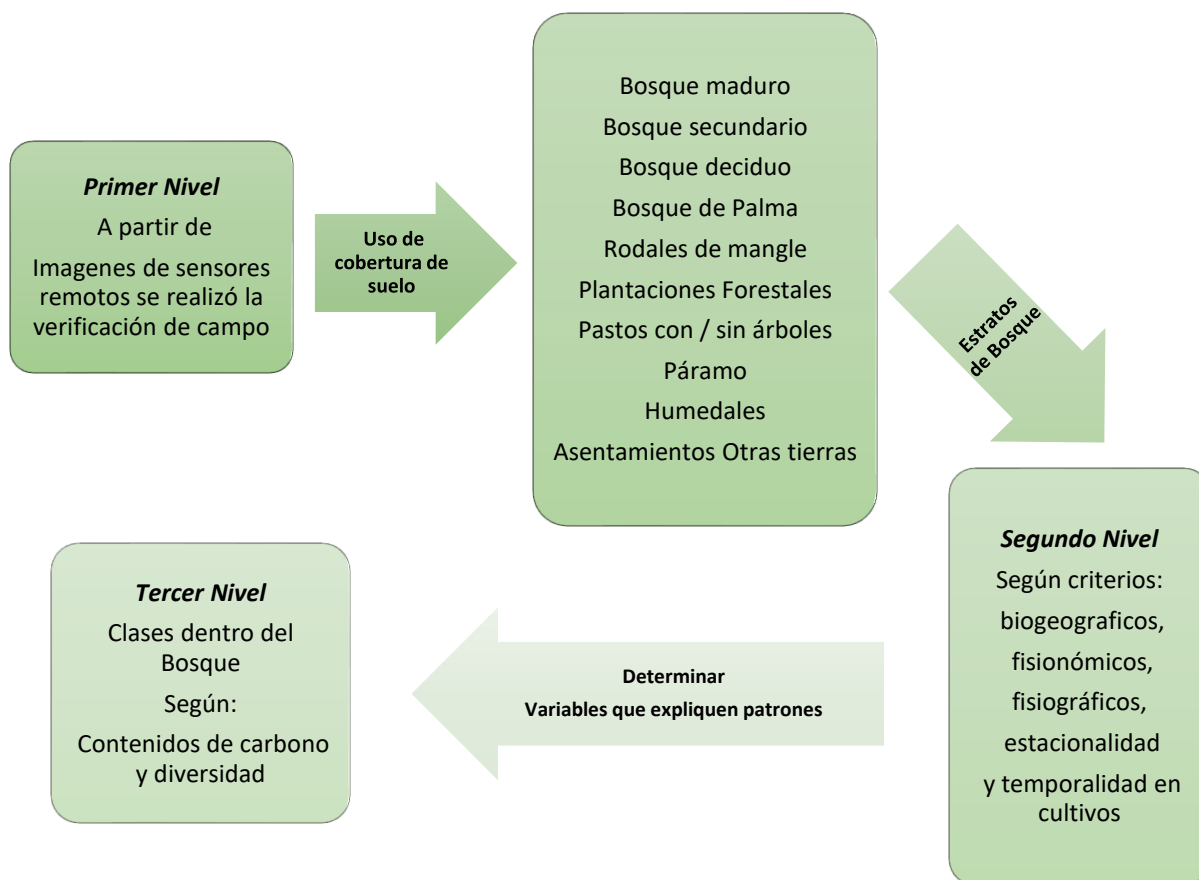
Cuadro 1. Hectáreas por tipo de bosque según datos recopilados del Inventario Nacional Forestal.

TIPO DE BOSQUE	ÁREA EN HA
Bosque Maduro	1.548.583,38
Bosque Secundario	940.820,31
Rodales de Mangle	36.250,34
Bosque de Palmas	47.219,26
Pasto con Árboles	1.219.425,65
Plantaciones Forestales	74.596,85
Total	3.866.895,79¹

Fuente: (REDD/CCAD-GIZ_SINAC, 2015)

¹ La superficie del estrato “Pasto con árboles”, no entra dentro de la definición de bosque adoptada, y la superficie estimada para este, no debe contabilizarse dentro de la definición de bosque

El flujo de trabajo para el INF fue el siguiente:



Fuente: (REDD/CCAD-GIZ_SINAC, 2015)

Figura 1. Proceso de Zonificación para el INF 2013-2014.

2 Primer Producto. Metodología de identificación de tipos de ecosistemas forestales (zonificación forestal) enfocada en el manejo sostenible de recursos forestales.

2.1 Resumen de pasos para la Metodología a proponer.

Para el establecimiento de la metodología para la zonificación forestal enfocada en el manejo sostenible de los recursos forestales, implicó una exhaustiva revisión bibliográfica tanto de las definiciones establecidas a nivel nacional para bosques, Bosque primario y bosque secundario, esto también como parte de los requisitos del trabajo.

La fuente principal de datos dasométricos a utilizar fue la información recopilada de las parcelas del INF, y además se obtuvo como aporte adicional y muy valioso, la información dasométrica digital aportada por los ingenieros forestales tramitadores de planes de manejo forestal para segundas cosechas de bosques naturales, específicamente se obtuvo de las oficinas regionales de SINAC la información digital de las plantillas que se aportan como requisito dentro del trámite de aprobación de un plan de manejo.

Por último, otra fuente de información muy importante fue la aportada por los miembros de OEFO (Observatorio de Ecosistemas Forestales) que está constituido entre otros por la academia y organizaciones de investigación y servicios que trabajan en el campo forestal).

Una vez obtenida toda la información se requiere su estandarización para ajustar las distintas nomenclaturas que tiene cada institución en cuanto al nombre de la parcela (código alfanumérico de 8 dígitos), código para identificar las especies (código alfabético de 8 dígitos) y el tipo de bosque sobre el que fue establecida (bosque maduro, secundario, de palmas o rodal de mangle).

Una vez estandarizada la información en una sola base de datos se utilizaron distintos programas para realizar los análisis de conglomerados, determinación de especies indicadoras por grupo identificado y los análisis de variables climáticas asociadas a los tipos de bosque identificados, junto con los análisis estadísticos de varianza para cada paso.

Por último, utilizando algebra de mapas se realiza la ubicación geográfica de los tipos de vegetación identificados y la zonificación a nivel general del país, utilizando el mapa de ubicación de los tipos de bosque del INF (2013, SINAC) se determina la cantidad de bosque presente en cada Ecorregión y Zona Forestal determinada.

A continuación, se presenta la revisión bibliográfica de las definiciones existentes a nivel nacional para los tipos de bosque como bosque maduro y bosque secundario que son los de interés para este estudio.

2.1.1 Definiciones de tipo de bosque.

Revisión de las definiciones de tipo de bosque enunciadas en el Inventario Nacional Forestal, especialmente bosque primario y bosque secundario y basados en la normativa actual para el manejo policíclico de bosques naturales y bosques secundarios.

2.1.1.1 Definición establecida en la Ley Forestal 7575.

La definición de Ley vigente para Bosque es la siguiente: “Bosque: ecosistema nativo o autóctono, intervenido o no, regenerado por sucesión natural u otras técnicas forestales, que ocupa una superficie de dos o más hectáreas, caracterizada por la presencia de árboles maduros de diferentes edades, especies y porte variado, con uno o más doseles que cubran más del setenta por ciento (70%) de esa superficie y donde existan más de sesenta árboles por hectárea de quince o más centímetros de diámetro medido a la altura del pecho (dap)”.

2.1.1.2 Definiciones establecidas para el INF.

“Bosque es un área de tierra con un tamaño mínimo de 1,0 hectárea, con una cobertura de dosel (copa) de más de 30%, con árboles con un potencial para alcanzar una altura mínima de 5 metros a su madurez in situ. Un bosque puede consistir en formaciones cerradas donde los árboles de varios estratos y sotobosque cubren una alta proporción del terreno, o de formaciones abiertas con cobertura del dosel (copa) de más de 30%. Rodales naturales jóvenes y todas las plantaciones que no hayan alcanzado todavía una cobertura de dosel del 30%, o una altura de 5 metros son considerados bosques” (REDD/CCAD-GIZ - SINAC. 2015).

Se reconoce como bosque las siguientes formaciones vegetales, cumpliendo con los parámetros de área mínima: (IFN, 2013-2014)

- Bosque Maduro
- Bosque bajo manejo forestal
- Bosque maduro Secundario
- Plantación Forestal
- Sistema Agroforestal
- Bosque Intervenido
- Manglar
- Humedal dominado por Palmas

En el Inventario Nacional Forestal se dividió el bosque según su estado de sucesión en Bosque Maduro y Bosque Secundario.

- Bosque maduro: “Este ecosistema es el fruto de un proceso de sucesión que se ha mantenido ininterrumpido durante 75100 o más años.” (REDD-CCAD-GIZ, 2015).
- Bosque secundario: “El proceso de sucesión terrestre puede ser primario, secundario, dinámico estacional y cíclico. El primero se presenta en un terreno desnudo que nunca ha sido ocupado por una comunidad de organismos. El segundo evoluciona a partir de una comunidad vegetal ya existente que fue eliminada por eventos naturales o antrópicos” (REDD-CCAD-GIZ, 2015).

Oficialmente en el Decreto Ejecutivo 27388 del MINAE (1998), la definición de bosque secundario se ubica en el principio 11 de los “Criterios e indicadores aplicables a bosques secundarios” y dice así:

Bosque secundario: “Tierra con vegetación leñosa de carácter sucesiones secundario que se desarrolló una vez que la vegetación original ha sido eliminada por actividades humanas y/o fenómenos naturales, con una superficie mínima de 0,5 hectáreas y con una densidad no menor a 500 árboles por hectárea de todas las especies, con diámetro mínimo a la altura del pecho de 5 cm. Se incluyen también las tierras de bosque secundario inmediatamente después de aprovechadas bajo el sistema de cortas de regeneración.”

El Volumen 4 del IFN establece tres estadios sucesionales para el bosque secundario:

Vegetación boscosa pionera o de crecimiento secundario inicial: Esta es la primera etapa en el proceso de sucesión y puede durar entre 1 y 5 años; en Costa Rica, a esta fase se le denomina ‘charral’. La vegetación pionera se distingue con facilidad en el campo, pero es difícil de identificar por medio de sensores remotos.

Vegetación boscosa de crecimiento secundario temprano e intermedio: El proceso de sucesión ya ha transcurrido por un periodo de 15 a 20 años (secundario temprano; conocido como ‘tacotal’ en Costa Rica) con dominio de especies pioneras; entre 20-35 años (secundario intermedio) dominan las especies de rápido crecimiento, pero más persistentes.

Se pueden aprovechar algunos de los servicios ecosistémicos que proveían los bosques originales, aunque no en la misma magnitud ni calidad. La apariencia y tamaño de los árboles depende de las condiciones ambientales locales.

- **Bosque de crecimiento secundario avanzado o secundario tardío:** Esta comunidad vegetal posee la apariencia y composición de una comunidad madura; desde que se inició el proceso de sucesión ya han transcurrido entre 35 y 75-80 años. Es probable que se presenten aperturas o claros en el dosel por la caída de árboles y que falten los árboles de dimensiones mayores, típicos de un bosque maduro, así como las especies con densidades naturales muy bajas (especies raras).” (SINAC-Programa REDD-CCAD-GIZ, 2015).
- **Bosque decíduo:** Formación vegetal en la que la mayoría de los árboles pierden las hojas simultáneamente en la época seca de cada año.
- **Manglar:** Agrupación de una o más especies de mangle con o sin otras especies arbóreas asociadas, con un área mínima de 1,0 hectárea, con una cobertura de dosel (copa) de más de 30%, con árboles con potencial para alcanzar una altura mínima de 5 metros a la madurez *in situ* y con características de masa más o menos homogéneas en términos de edad, composición de especies y condición.
- **Yolillal:** Formación de vegetación dominada por la palma yolillo (*Raphia taedigera* Mart.) que se desarrolla en áreas anegadas, con aguas de inundación durante algunos meses del año. El nivel de las aguas puede bajar, pero no totalmente.
- **Plantación Forestal:** Superficie arbolada producida en forma artificial mediante plantación o siembra. En general, los árboles pertenecen a una misma especie, tiene los mismos años de vida y presentan una distribución espacial homogénea

2.1.1.3 Definiciones incluidas en fuentes ubicadas en la página web de SIREFOR.

Las definiciones de este punto, así como las referencias bibliográficas que se indican, fueron tomadas del Glosario Forestal incluido en la página web de SIREFOR.

- **Bosque Primario:** Se considera Bosque Primario aquel que ha existido sin perturbaciones humanas significativas u otros disturbios durante periodos que exceden el largo normal de la vida de los árboles maduros (60 a 80 años según FAO) (Anón. 1982c.) En tales bosques relativamente estables, se desarrollan relaciones funcionales de preferencia, tolerancia, capacidad e interdependencia entre organismos, los cuales no se evidencian de otro modo. Tales bosques son autosostenibles y poseen valor ecológico y económico para la sociedad.
El bosque primario se autoprotege al máximo de las perturbaciones. Además, en función de la energía disponible, el bosque primario alcanza una biomasa y una interacción máxima o casi máxima entre los organismos. Tal interacción incluye la competencia, que significa la supresión de uno de los organismos involucrados; el comensalismo, que beneficia a uno de los organismos sin suprimir al otro y el mutualismo, que beneficia a más de un organismo (Longman y Jenik, 1974). Según Holling (1973), los bosques primarios tienen resiliencia (la capacidad de absorber cambios y persistir a pesar de ellos) y estabilidad (la capacidad de volver a un equilibrio después de una perturbación temporal).
Comparados con otros bosques, los bosques primarios generalmente alcanzan un equilibrio relativamente estable entre la producción bruta y la respiración, baja producción bruta en relación con la biomasa en pie, alta cantidad de biomasa en relación con el flujo de energía, baja producción neta (rendimientos), cadenas alimenticias reticulares y no lineales, grandes volúmenes de material orgánico, nutrimentos inorgánicos intrabióticos, alta diversidad, estratificación bien organizada y heterogeneidad espacial, nichos de especialización estrechos, organismos grandes, ciclos de vida largos y complejos, ciclos cerrados de minerales, lento intercambio de nutrientes con el ambiente,

producción cualitativa en vez de cuantitativa, simbiosis interna desarrollada, y buena conservación y estabilidad de los nutrientes (Odum, 1969).

- **Bosque Intervenido:** “Bosque intervenido se refiere al bosque natural, que fue sometido a una intervención humana, que comúnmente se le llama aprovechamiento, intervención forestal, cosecha o extracción forestal. Que consiste en la acción de extraer la madera comercial con fuerza animal o mecánica, en algún momento dado del desarrollo de una cultura”.

Debido a una gran cantidad de posibilidades que se tienen con respecto al tipo de aprovechamiento forestal, en el caso de Costa Rica, se puede indicar que, debido a los diferentes niveles de extracción, cuantificados por medio de la extracción de un determinado número de árboles, se considera que la intensidad de cosecha o de intervención es muy variada, desde la extracción de 2-3 árboles/ha hasta la cosecha de más de 10 árboles /ha. Esta situación provoca que en la actualidad se presente un abanico con muy variadas condiciones de bosques intervenidos, que tienen diferentes estados de recuperación desde la última intervención, y sobre los cuales existe una fuerte presión para ser nuevamente cosechados”. Estas definiciones han sido tomadas de: Quesada, Ruperto. Compendio Curso Manejo Forestal Sostenible, 2009.

- **Bosque secundario:** “Una vegetación leñosa de carácter sucesional (proceso de regeneración natural del bosque) que se desarrolla sobre tierras, donde el bosque original ha sido destruido por actividades humanas. Su grado de recuperación dependerá mayormente de la duración e intensidad del uso anterior por cultivos agrícolas o pastos, así como de la proximidad a fuentes semilleros para recolonizar el área alterada”. (Smith *et al.*, 1997).

“Indican que el crecimiento forestal que se produce naturalmente después de una modificación drástica al bosque como lo es una tala rasa, incendios graves o ataques de insectos, es un crecimiento secundario. Por lo cual el bosque secundario aparece después de aclareos”. (Ford y Robertson (1971) citados por Wadsworth, 2000).

“Bosque secundario como un concepto que abarca todos los estadios de una sucesión, desde el bosque inicial, que se forma en una superficie abierta natural o antropogonía, hasta su fin, excluyendo el estadio de bosques climácico, la cual ya no es abarcada por el concepto. En la práctica se entienden como bosque secundario sobre todo los estadios tempranos de desarrollo, que son fáciles de reconocer”. (Lamprecht, 1990).

“Bosque secundario como una continua regeneración boscosa mediante procesos naturales luego de fuertes disturbios humanos sobre vegetación original en un momento dado o a través de un periodo de tiempo, y provocando una diferencia mayor en estructura y/o composición del dosel respecto de bosques primarios en sitios semejantes”. (Wong *et al.*, 2001).

“Bosque secundario es una secuencia de cobertura boscosa, que (i) surge después de una devastación antropogénica total (de más de un 90%) de la cobertura boscosa primaria, (ii) medrando en una superficie de tal dimensión, que el cambio del microclima y las diferentes condiciones de regeneración conducen a una estructura distinta a la del bosque original, con otra composición de especies arbóreas y otra dinámica, sin haber aún alcanzado de nuevo su estado original, es decir que se diferencia claramente del estado del bosque original”. (ECO, 2000).

“Bosque secundario es definido como la vegetación leñosa que se desarrolla en tierras que son abandonadas después de que su vegetación original es destruida por la actividad humana”. (Finegan, 1992).

“Bosque secundario es una vegetación que coloniza áreas cuya vegetación original desapareció parcial o totalmente debido a perturbaciones naturales o humanas”. (UNESCO, 1978).

“Bosque generado por la acción antrópica, que ha afectado grandes áreas de bosque primario”. (Melo y Vargas, 2003).

“Proceso ecológico continuo marcado por gran cantidad de cambios en la vegetación, fauna, suelo y microclima en un área a través del tiempo ocasionado por el hombre o la naturaleza (sucesión

secundaria está asociada a intervención del hombre)”. (Budoswki, 1963). Estas definiciones han sido tomadas de: Quesada, Ruperto. Compendio Curso Manejo Forestal Sostenible, 2009.

2.1.1.4 Definiciones establecidas en informe FRA elaborado por SINAC para la FAO en el año 2010 y año 2015.

1. **Bosque Natural:** “Cobertura vegetal conformada por especies con tallo y tronco leñoso; que se encuentran tanto en el bosque tropical lluvioso como el tropical seco. El bosque lluvioso es muy denso, en el que se pueden distinguir tres estratos principales. El dosel o estrato superior es discontinuo, compuesto de unos pocos árboles relativamente grandes y normalmente aislados, con grandes copas que se elevan desde los 40 a 45 metros del suelo. El estrato medio se caracteriza por presentar árboles que alcanzan una altura de 20 a 25 metros, de copas presionadas unas contra otras. El estrato menor está compuesto de árboles y arbustos cuyas copas llenan todo el espacio remanente. Muchas especies de lianas abundan en el bosque lluvioso primario”. (Informe Costa Rica, FRA-FAO, 2010).

Algunas áreas representativas son: la Cordillera Volcánica Central, Península de Osa, Cordillera de Talamanca y Monteverde. El bosque tropical seco presenta una precipitación menor a los 1,100 mm como promedio anual y su valor máximo es de 1,500 mm anuales. El rango de temperatura media anual varía entre 24.0°C y 27.8°C, aproximadamente. El período seco consecutivo es de 6.5 meses al año. El estrato superior de la comunidad del bosque seco tropical, en su condición natural inalterada, tiene una altura de 20 a 25 metros y la mayoría de sus especies son deciduas durante el periodo seco. Sus fustes son mayormente cortos y proporcionalmente gruesos y macizos. Muchas de sus especies tienen aguijones, espinas o cortezas ásperas. Son bosques poco densos y las epífitas son escasas. El fuego es el factor dominante en estos tipos tropicales secos. (Informe Costa Rica, FRA-FAO, 2015).

2. **Bosque Secundario:** “Una cobertura vegetal que se ha desarrollado mediante un proceso de regeneración natural, después de haberse eliminado la masa adulta original o gran parte de ella por actividades antrópicas o catástrofes naturales (erupciones volcánicas, deslizamientos, etc.). El rango de crecimiento de las especies varía entre los 2 y los 5 años, con estructuras muy heterogéneas.” (Informe Costa Rica, FRA-FAO, 2010, la misma definición está para el informe 2015).

De la revisión de las distintas definiciones que hemos encontrado para bosque natural y bosque secundario, podemos concluir que tienen similitudes generales entre ellas con algunas variables técnicas solamente. Sin embargo, se pretende que la metodología a diseñar para la zonificación forestal, sea una herramienta útil en la toma de decisión sobre el manejo de los recursos forestales, por lo que se debe tomar muy en cuenta la definición legalmente establecida y vigente en la Ley Forestal 7575 para la clasificación de los bosques y por tanto las definiciones adoptadas en para el INF pueden mantenerse para la creación de esta metodología y que no establezcan conflictos a la hora de utilizar la metodología para presentar solicitudes de aprobación al SINAC para la cosecha de árboles dentro de bosques primarios o secundarios.

2.1.2 Revisión y justificación de metodologías para la utilización de parámetros ambientales (temperatura, precipitación) y fisiográficos (altitud, suelos) para zonificación forestal.

Con el fin de establecer posibles metodologías para la zonificación forestal de las áreas de bosque a nivel nacional se revisaron varios sistemas ya establecidos y aplicados en Costa Rica, Se ha basado en la información dasométrica tomada en campo y factores ambientales y/o fisiográficos como indicadores.

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, (2001) un indicador es "un parámetro, o el valor resultante de un conjunto de parámetros, que ofrece información sobre un fenómeno, y que posee un significado más amplio que el estrictamente asociado a la configuración del parámetro".

Un indicador ambiental se refiere a una variable que, mediante la síntesis de la información ambiental, pretende reflejar el estado del medio ambiente, o de algún aspecto de él, en un momento y en un espacio determinado. Se convierte en una herramienta para la toma de decisiones técnicas y políticas, así como para la resolución de los problemas ambientales. (OCDE, 2001)

El sistema más conocido es la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge, donde se clasifican las áreas terrestres según su comportamiento global bioclimático (Holdridge, 1967).

2.1.2.1 Zonas de Vida de Holdridge.

El sistema se basa en la fisonomía o apariencia de la vegetación y no en la composición florística. Los principales factores que tiene en cuenta para la clasificación de una región son la bio-temperatura y la precipitación: los límites de las zonas de vida están definidos por los valores medios anuales de dichos componentes.

Para determinar una «Zona de Vida» se deben de obtener primero la temperatura media y la precipitación total anuales y también disponer de la altitud del lugar y hacer uso de un diagrama de clasificación de zonas de vida.

Uno de los criterios del sistema de Holdridge es la precipitación, utiliza valores anuales absolutos, esta metodología no considera los patrones de estacionalidad y con frecuencia estos tienen una repercusión sobre la biota, sin embargo, es muy usada para determinar la calidad y cantidad de la cobertura vegetal.

Costa Rica contiene 12 de las 37 zonas de vida del Sistema de Holdridge. (Zamora, Hammel, & Grayum, 2004)

2.1.2.2 Macrotipos de Vegetación².

Las contribuciones de Gómez (1986) y Herrera y Gómez (1993) proponen una concepción distinta sobre la clasificación de la vegetación, ya que añaden otros elementos no considerados por el sistema de Holdridge. Uno de gran importancia es el número de meses secos o estacionalidad. (Zamora, 2008).

Definieron 53 Macrotipos de vegetación para Costa Rica, según regiones geográficas, y a partir de las características de la vegetación y el suelo, considera aspectos morfológicos, estructurales, demográficos y conductuales de la vegetación.

Uno de los factores que influyen fuertemente en la composición florística es el suelo, este presenta condiciones más favorables para algunas especies que para otras, de tal forma que la composición de un bosque puede variar dentro de una misma zona climática en relación con el tipo de suelo (Louman *et al.* 2001)

Uno de los aportes de este estudio es el mapa digitalizado de los macro-tipos de vegetación, digitalización realizada a partir de los nueve mapas de Tipos de Vegetación. Herrera y Gómez (1986), este mapa se incluye en formato digital como un archivo tipo "shp" en coordenadas CRTM05.

² http://www.inbio.ac.cr/es/biod/minae/Estudio_Pais/estudio/macrotipos.html

2.1.2.3 Unidades bióticas.

Sistema de clasificación propuesto por Herrera y Gómez (1993), considerando además de factores fisiográficos y climáticos, distribución de flora y fauna. Tal como definen los autores del sistema "una unidad biótica es aquella que por sus rasgos ecológicos y bióticos generales permite una delimitación geográfica particular".

Se define Unidades Bióticas como los territorios que comparten características climáticas similares y, por lo tanto, características bióticas similares, permite establecer criterios de prioridad para establecer áreas silvestres protegidas (Zamora, 2008)

El contorno o "límite" de las unidades está definido en su mayoría por curvas de nivel (o gradiente altitudinal) o por un accidente geográfico, como un río o cuenca y ligados estrechamente con condiciones climáticas. Estos factores permiten dibujar a grosso modo, producto de un análisis de vegetación previo, donde los cambios en composición florística ocurren. (Herrera y Gómez, 1993)

Los factores edáficos se han utilizado hasta el momento sólo para identificar áreas bajo la influencia de inundaciones o un anegamiento, ya sea temporal o permanente. Este último factor, así como otros: nubosidad permanente, suelos calcáreos, aluviales, etc., están siendo considerados para dividir unidades en áreas más pequeñas, pero su unicidad siempre guiada por la composición florística imperante. Las categorías de división deseadas del mapa son: Unidades, Sub-unidades y polígonos o ecosistemas. (Sistema de Areas de Conservación, 2017)

Ninguna de estas clasificaciones ha sido oficializada por lo que, para diferentes estudios o trabajos ecológicos, se utiliza la que se considere más conveniente para el objetivo específico que se persiga. Así, por ejemplo, Zonas de Vida ha sido la base para la determinación de la capacidad de absorción de los bosques en las negociaciones de proyectos de implementación conjunta. El Sistema de Macrotipos de Vegetación ha sido la base para la identificación de necesidades de conservación de ecosistemas no protegidos en parques y reservas biológicas (Proyecto GRUAS), y el Sistema de Unidades Bióticas, ha sido la base para el sistema de selección de sitios para el desarrollo del inventario nacional de biodiversidad en el INBio.

2.1.2.4 Regiones Botánicas o Florísticas.

Las regiones botánicas o florísticas integran los elementos florísticos como elementos claves para el modelado de tipos de vegetación en el país, dando énfasis a patrones de composición. Se secciona el país en 25 regiones contando la Isla del Coco, en esta estratificación se trata de ligar datos climáticos y de caracterizar listas de especies, utiliza especies vegetales como indicadoras y su relación con unidades bióticas. (Zamora, Hammel, & Grayum, 2004).

2.1.2.5 Unidades fitogeográficas para la clasificación de ecosistemas terrestres en Costa Rica.

El Mapa de Unidades Fitogeográficas está compuesto de unidades espaciales que comparten características en sus patrones de vegetación. Esta segregación divide el país en 33 unidades, dos de las cuales pertenecen a la Isla del Coco. La representatividad de cada UF es variable a lo largo del territorio nacional. (Zamora, 2008).

Esta zonificación pretende ser más funcional y asegurar la conservación y funcionalidad de la biodiversidad representada en Costa Rica. Se realizó una fusión de zonificaciones anteriores generando las "Unidades Fitogeográficas" como elementos de filtro grueso para los sistemas terrestres. (Zamora, 2008).

La definición de las unidades fitogeográficas parte de la premisa de que existen patrones de vegetación determinados por un conjunto o porcentaje de elementos florísticos que, por su abundancia y distribución,

pueden ser utilizados como indicadores para identificar áreas o regiones (núcleo, de procedencia, de origen), desplazamiento (altitudinal, latitudinal) y dominancia en el espacio. A partir de tales identificaciones se logra delimitar patrones. El modelado de los patrones (o unidades) se define, entonces, por el comportamiento de la composición florística como elemento de mayor significancia. No obstante, en la definición final se consideran factores abióticos como los regímenes de precipitación, la variación de la temperatura, el número de meses secos, la variación topográfica del terreno, los rangos altitudinales, los factores edáficos, y, en ocasiones, elementos geológicos. (Zamora, 2008).

Con las UF se buscó llegar a ser una propuesta basada en fundamentos científicos, pero que a la vez sencilla, lógica y práctica para facilitar y guiar la conservación, protección, investigación y administración de la biodiversidad. El contorno o “límite” de las unidades está definido, en la mayoría de los casos, por curvas de nivel (o gradiente altitudinal) o por un accidente geográfico, como un río o cuenca ligada estrechamente a condiciones climáticas (Zamora, 2008).

A manera de resumen se presenta un cuadro con los principales sistemas de zonificación que se han realizado para todo el país, en el mismo se incluyen los factores relevantes de cada estudio y cuales factores fueron los determinantes, climáticos o geomorfológicos para identificar las distintas zonas identificadas en cada uno.

Cuadro 2. Comparación de sistemas de Zonificación Forestal.

Metodología	Zonas de vida de Holdridge	Unidades Bióticas	Macrotipos de vegetación	Regiones Florísticas	Unidades fitogeográficas
	1967	1993	1986-1993		2008
Estratificación	12 zonas de vida, 12 zonas de transición 5 tipos de bosque		53 Macrotipos de vegetación	25 regiones	Divide el país en 33 unidades
Factor relevante	Fisonomía o apariencia de la vegetación	Patrones de vegetación	Estacionalidad	Especies como indicadores	Patrones de vegetación Abundancia y Distribución
Factores determinantes					
Factores edáficos.			x	x	X
Los rangos altitudinales	x		x	x	X
Elementos geológicos		x	x		X
Regiones geográficas			x		
Humedad	x	x			
Temperatura	x	x	x	x	X
Precipitación	x	x	x	x	X

Número de meses secos o estacionales	x	x	x	x
---	---	---	---	---

2.1.3 Estudios locales para la Clasificación de Tipos de Bosques.

Sesnie, Steven E., and Paul Edward Gessler. A Geospatial Data Integration Framework for Mapping and Monitoring Tropical Landscape Diversity in Costa Rica's San Juan-La Selva Biological Corridor. 2006.

En este estudio, se utilizaron comparaciones estadísticas para determinar la capacidad de las bandas de Landsat Thematic Mapper (TM) y los índices de vegetación espectral para discriminar la composición y los tipos estructurales. Se categorizaron un total de 144 bosques de viejo crecimiento establecidos en el norte de Costa Rica para el análisis y la ordenación de conglomerados. También se identificaron lugares de tipo bosques de palmeras, plantaciones de árboles de crecimiento forestal y plantaciones de árboles, haciendo 11 tipos de bosques para el análisis de separabilidad.

Los tipos de bosque clasificados usando máquinas de vectores de soporte (SVM), un método teóricamente superior para resolver problemas de clasificación complejos, se compararon con el clasificador de árbol de decisión forestal aleatorio (RF). Las comparaciones de separabilidad demuestran que los datos espectrales son sensibles a las diferencias entre los tipos de bosques cuando las especies arbóreas y la similitud estructural son bajas. La precisión de la clase SVM fue del 66.6% para todos los tipos de bosques, mínimamente más alta que el clasificador de RF (65.3%). Las bandas TM y el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) combinados con datos de elevación digital aumentaron notablemente las precisiones para los clasificadores SVM (84.3%) y RF (86.7%).

Los tipos de bosque lluvioso discriminados aquí están generalmente limitados a una o dos categorías para clasificaciones de teledetección. Nuestros resultados indican que las bandas TM y los datos auxiliares combinados a través de algoritmos de aprendizaje automático pueden proporcionar clasificaciones de bosques lluviosos precisas y ecológicamente importantes, importantes para los protocolos nacionales e internacionales de monitoreo forestal.

Ramos, Z. S. (2004). Caracterización y tipificación de bosques primarios: un aporte al Corredor Biológico San Juan–La Selva. Ramos, Z. Sh

Este trabajo se realizó en el territorio del Corredor Biológico San Juan – La Selva, Costa Rica para la búsqueda de una herramienta que contribuya al manejo del paisaje como base para la conservación de los bosques neotropicales y su biodiversidad.

Identificó tres tipos de bosque primario de tierras bajas: 1) bosque de *Pentaclethra macroloba* – palmas; 2) bosque de *Qualea paraensis* – *Vochysia ferruginea* – *Couma macrocarpa*; y 3) *P. macroloba* – *Carapa guianensis*.

Estos tres tipos de bosque fueron caracterizados y comparados entre sí, según su composición, estructura, diversidad y riqueza de especies.

Con el uso de SIG, se desarrolló un procedimiento metodológico que sirvió para la selección de áreas prioritarias para la conservación y la restauración de la cobertura boscosa en función de aumentar la conectividad en el paisaje.

Este proceso consistió en tres análisis que permitieron: 1) evaluar la situación de la cobertura de bosque de acuerdo al patrón del paisaje; 2) examinar la representación de los tipos de bosques naturales dentro de las Áreas Silvestres Protegidas actuales y propuestas (análisis gap); y 3) crear un escenario de Red Ecológica de Conectividad Potencial, basado en la búsqueda de las rutas de conexión más corta entre núcleos de bosques naturales, los cuales fueron seleccionados bajo criterios conservadores o precautorios de conservación.

Veintimilla Ramos, D. A. (2013). Identificación y caracterización de tipos de bosque tropical sobre un gradiente altitudinal en Costa Rica: el caso “Caribe-Villa Mills” (Master's thesis, Costa Rica/CATIE/2013). 125 p

El estudio de bosques a lo largo de gradientes altitudinales es importante en función de enriquecer el conocimiento acerca de los diversos procesos ecológicos y evolutivos inherentes en estos bosques, ya que su compleja topografía y variación climática en cortas distancias los proyectan como excelentes laboratorios para la evaluación de la relación de la biodiversidad con variaciones ambientales y para el monitoreo de la respuesta de los ecosistemas al cambio climático.

En 32 parcelas de muestreo de 0,25 ha, ubicadas en un gradiente altitudinal que va de los 400 msnm en el Parque Nacional Barbilla hasta los 3000 msnm en la Reserva Forestal Río Macho (Costa Rica), se estudió todos los árboles, palmas, helechos arborescentes ≥ 10 cm dap, y lianas ≥ 2 cm dap con el objetivo de identificar y caracterizar tipos de bosque a lo largo del gradiente altitudinal, conocer la abundancia y distribución de las especies, su respuesta a variables ambientales (climáticas y edáficas) y conocer el efecto potencial en la distribución por efectos del cambio climático. Se identificó más de 400 especies de árboles, helechos, palmas y alrededor de 80 morfoespecies de lianas, agrupados en cuatro tipos de bosque a través de análisis multivariados, cada uno caracterizado por un alto recambio de especies y distribuidos en diferentes elevaciones a lo largo del gradiente altitudinal. El análisis de la variación de composición florística en función de las variables de clima, suelo, distancia geográfica y elevación, evaluada por medio del método de partición de la varianza indica que el clima es el principal mecanismo de recambio de especies en el gradiente altitudinal, seguido por los factores de suelo. Esto apoya la hipótesis de ensamblaje de nicho como el principal mecanismo para el recambio de especies y el mantenimiento de la diversidad beta en el gradiente altitudinal, dejando un papel secundario a la limitación por dispersión en la explicación de la variación florística.

La modelación de la distribución potencial actual y futura bajo escenarios de cambio climático se realizó con 14 especies indicadoras de tipos de bosque en el gradiente altitudinal.

La modelación se realizó mediante la técnica de Ordenación Aditiva Restringida con base en las abundancias de nueve especies, y mediante la técnica de Ordenación Cuadrática Restringida en base a la probabilidad de ocurrencia de cinco especies. Las variables predictoras empleadas en la modelación fueron la temperatura media anual (Tma), rango medio diurno de temperatura (Tmrd), temperatura media del trimestre más húmedo (Tmht), precipitación del mes más seco (Psm), precipitación estacional (Pe) y precipitación del trimestre más seco (Pst).

Murrieta Arévalo, E. (2006). Caracterización de cobertura vegetal y propuesta de una red de conectividad ecológica en el Corredor Biológico Volcánica Central-Talamanca, Costa Rica (No. Tesis M984c). CATIE, Turrialba (Costa Rica). 125 p.

Los estudios sobre la ecología del paisaje se han facilitado gracias al desarrollo de herramientas tecnológicas, como métodos estadísticos, sistemas de información geográfica (SIG) y sensores remotos, que permiten proporcionar los conocimientos de los tipos de vegetación y que son muy importantes para poder planificar su manejo y conservación. En este trabajo se realiza un estudio sobre identificación y caracterización de los tipos de bosques naturales para una propuesta de red de conectividad estructural ecológica en el Corredor Biológico Volcánica Central – Talamanca. El muestreo enfatizó la vegetación secundaria por ser la más predominante en el corredor, buscando siempre tener parcelas de bosque primario como referencia. Para la selección de sitios en campo se realizó un muestreo estratificado que tuvo en cuenta variables físico – ambientales como pendiente, suelos y zonas de vida y con aplicación de

SIG permitieron elaborar un mapa con seis estratos en donde se instalaron las unidades de muestreo (parcelas).

El muestreo se hizo tomando en cuenta parcelas temporales con dos tamaños, de 50 m x 50 m (0.25 ha) y de 20 m x 50 m (0.10 ha) y con rangos de dap ≥ 20 cm y dap ≥ 10 cm respectivamente. Sin embargo, la clasificación final de la cobertura vegetal se basa en el tamaño de parcela de 0.25 ha, con un dap ≥ 20 cm para árboles, para palmas y helechos con un dap ≥ 10 cm y lianas con un tallo con circunferencia ≥ 10 cm. Las parcelas muestreadas se agruparon en cinco tipos de bosque por medio de análisis multivariado. Estos bosques fueron nombrados según sus especies indicadoras: 1) Bosque de *Clarisia biflora*, *Ocotea nicaragüensis* y *Annona papilionella* (antes *Rollinia pittieri*), 2) Bosque de *Vismia macrophylla*, *Vochysia allenii* y *Miconia punctata*, 3) Bosque de *Hampea appendiculata*, *Cecropia obtusifolia* y *Conostegia rufescens*, 4) Bosque de *Croton draco*, *Citharexylum caudatum* y *Cecropia peltata* y 5) Bosque de *Croton schiedeanus*, *Alfaroa costaricensis*, y *Abarema idiopoda*.

Estos bosques, fueron caracterizados y comparados en cuanto a variables como composición, estructura, riqueza y diversidad florística. La distribución de los tipos de bosques se ligó principalmente a cambios altitudinales. Fue posible así elaborar un mapa preliminar de tipos de bosque en función a la variable altitud.

Granda Moser, V. A. (2015). Artículo I. Composición y diversidad de bosques secundarios de la Península de Nicoya, Costa Rica y sus relaciones con los factores ambientales. CATIE, Turrialba (Costa Rica). 57 p.

La recuperación de bosques secundarios en pastizales abandonados se ha convertido en un proceso clave para la conservación y manejo de agro paisajes, ya que están estrechamente ligados al mantenimiento de la biodiversidad forestal a través del tiempo. No obstante, a pesar de la importancia que tienen estos ecosistemas para establecerse en áreas perturbadas, son deficientes los conocimientos sobre los factores que interactúan en el establecimiento de las comunidades vegetales de segundo crecimiento.

En 53 parcelas temporales de muestreo de 0,12 ha, ubicadas en un rango altitudinal entre 54 a 828 m.s.n.m. se estudiaron todos los árboles ≥ 10 cm dap con el objetivo de contribuir al conocimiento sobre la distribución, composición florística, estructura y diversidad de los bosques secundarios, para conocer su potencial forestal y establecer lineamientos de manejo. Se identificó más de 150 especies de árboles, agrupados en tres tipos de bosques a través de análisis multivariados. A partir de esta clasificación, los bosques fueron comparados en relación con su composición, estructura, riqueza, diversidad y edad de abandono.

El análisis de variación de composición florística en función de variables de clima, suelo, distancia geográfica y altitud, evaluado por medio de partición de la varianza indica que el espacio es el principal mecanismo de recambio de especies en el gradiente altitudinal, seguido por el clima. Esto sugiere que la dispersión es el principal mecanismo para el recambio de especies y el mantenimiento de la diversidad beta en la explicación de composición florística de los bosques secundarios en el gradiente, señalando además que, con respecto al uso anterior del suelo, la carga animal y ocurrencia de incendios tienen influencia sobre la composición de la vegetación.

2.2 Revisión de información sobre la composición de ecosistemas forestales derivada del Inventario Nacional forestal, e información complementaria derivada de Parcelas Permanentes disponibles, Planes de manejo forestal para propuesta metodológica.

2.2.1 Definición de la zona de estudio.

La caracterización de los tipos de bosques surge como una etapa en la evaluación de la biodiversidad a escala de ecosistemas y requiere una clasificación de las comunidades vegetales (Noss, 1997). A partir de ciertos tipos de análisis es posible determinar la caracterización de los tipos de bosques. La selección de determinado análisis dependerá del objetivo del estudio. Si el objetivo es cartografiar o describir de manera práctica la vegetación aproximada, la clasificación supervisada resulta adecuada, pero si el objetivo es determinar relaciones entre la vegetación y el ambiente, la ordenación y otros análisis estadísticos a menudo ayudan y simplifican las interpretaciones (Matteucci & Colma 1982)

De esta manera, la clasificación y la cartografía científica de la vegetación se han desarrollado como producto de necesidades básicas, lo cual ha sido muy útil para diversos aspectos de la biología. La clasificación es siempre una simplificación y abstracción de la realidad. En la naturaleza no existen clases definidas de vegetación, más bien las condiciones ecológicas son muy variadas y pueden combinarse casi de cualquier manera (Tuomisto, 1993).

Existen muchas variables que pueden utilizarse para caracterizar los tipos de vegetación, siendo estas, la estructura de la vegetación, composición florística, especies indicadoras, riqueza de las especies entre otros. En los últimos años ha aumentado el uso de computadoras con programas estadísticos para facilitar la clasificación de la vegetación. Sin embargo, ningún sistema es capaz de evitar que se encuentren lugares donde la clasificación no esté bien definida (Tuomisto, 1993).

A escalas espaciales grandes, la tipificación de bosques es una herramienta básica para la planificación y ejecución del manejo forestal y la conservación de biodiversidad (Finegan *et al.* 2001).

Al tomar como base para análisis los resultados del INF, el presente estudio abarca toda la extensión del país como zona de estudio. Costa Rica se localiza entre las coordenadas geográficas, latitud 8° 02' 26" y los 11° 13' 12" al norte y longitud 82° 33' 48" y 85° 57' 57" al oeste. Posee un área insular de 51.100 km². Presenta variadas condiciones climáticas al encontrarse en medio de dos océanos (Pacífico y Atlántico) y ostentar dos épocas estacionales bien marcadas (seca y lluviosa).

Se propone una clasificación en dos niveles, la primera clasificación es basada en ecorregiones según Fallas (2011) y ajustada con un según nivel de clasificación que corresponde a Zonas Forestales.

Las Zonas Forestales son áreas geográficas que contienen especies forestales indicadoras, que son determinadas según la metodología presentada. Estas zonas son limitadas por características geográficas tales como: Zonas de vida, tipos de vegetación, unidades fitogeográficas, altitud o accidentes geográficos. Con la información recabada se identificaron 52 zonas forestales, de las cuales 30 zonas forestales contienen parcelas suficientes del INF, PPM o PMF para un análisis inicial.

Una ecorregión puede contener una o más zonas forestales que están localizadas en zonas con variables climáticas similares (10 ecorregiones). Pero una zona forestal solo podrá estar en una ecorregión.

Este trabajo no pretende hacer una propuesta definitiva de zonificación forestal, sino una propuesta de zonificación para mejorarla, mediante el establecimiento o incorporación de otras fuentes de información recolectada mediante instrumentos en campo.

2.2.2 Recolección de datos.

Una vez definida el área de estudio, se planificó el muestreo a realizar tomando como base las siguientes variables: tamaño de las parcelas a establecer, necesidad de estratificación, ubicación de estas, acceso a los sitios definidos, error de muestreo, etc.

La fuente de información primaria que se utilizó para este trabajo son los resultados del INF realizado en el año 2013, los mismos están constituidos con información de parcelas que fueron establecidas en los siguientes tipos de uso: Bosque Maduro, Bosque secundario, Bosque de Palmas y Rodales de Mangle. Se tomó únicamente información de las Unidades de Muestreo Primarias. Cabe destacar que fueron excluidos usos como Reforestación y Potreros Arbolados, ya que no estaban en los objetivos propuestos para el presente estudio.

Como complemento a los resultados del INF, se solicitó la utilización de la información recopilada en los inventarios preliminares de los Planes de Manejo para aprovechamiento de bosques, establecidos según la normativa establecida en el Decreto Ejecutivo 34559-MINAE del 16 de junio de 2008. Esta información se recopiló a nivel de las oficinas regionales del SINAC mediante la visita a cada una de las regionales donde se tramitan Planes de Manejo de aprovechamiento forestal, además se obtuvo una copia digital de la plantilla que se presenta como requisito para el trámite de aprobación.

Por último, se recopiló información de parcelas permanentes de muestreo (PPM) de diferentes instituciones contenidas en OEFO como lo son: el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), aportó información de 69 PPM, con unidad de área de 1 ha; el Instituto de Investigación y Servicios Forestales (INISEFOR) aportó registros de 46 PPM, con áreas de 1 ha, 0.25 ha y 0.24 ha; la Asociación Comisión de Desarrollo Forestal de San Carlos (CODEFORSA), contribuyó con datos de 46 PPM, con áreas de 1 ha y 0.25 ha; la Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica (FUNDECOR), colaboró con información de 31 PPM, con áreas de 1 ha y 0.3 ha; y la Organización para Estudios Tropicales (OET), aportó información de 10 PPM, con unidad de área de 1 ha

Variables utilizadas: De cada parcela se utilizaron datos como: diámetro a la altura del pecho (DAP); nombre científico de cada especie de árbol, arbusto, helecho arborescente y palma con dap $\geq$ 10 cm identificada; número de sub parcela y ubicación geográfica.

Recopilación de información de variables bióticas, físicas y climáticas: Para describir la distribución de la diversidad e importancia de las especies forestales en los diferentes tipos de bosques, se utilizaron variables físicas como: días de lluvia (Atlas digital, 2014), precipitación media, temperatura media, meses secos (Ortiz, 2008). Variables bióticas como el número de especies total inventariadas.

Además, se manejaron otras capas de información del Atlas digital de Costa Rica (2008 y 2014) como: Geología, Geomorfología, Suelos, Curvas de nivel, Unidades Bióticas, Regiones Florísticas, Zonas de vida de Holdridge (1967, 1987), Unidades fitogeográficas (Zamora, 2008); por otra parte, también se efectuó la digitalización del mapa de Macrotipos de vegetación de Costa Rica (Gómez 1986 ; Herrera y Gómez 1993), para utilizarlo en formato digital ya que solo existía en versión físico con 11 mapas a escala 1:250.000.

2.2.3 Estandarización de la información florística.

Una vez obtenidos los 110.176 registros de las tres fuentes, se procedió a establecer una codificación tanto para identificar cada una de las parcelas como para los nombres científicos de las especies encontradas en cada caso y establecer un código para la preparación de la base de datos a introducir a alguno de los programas estadísticos existentes para el análisis posterior.

Con respecto a la identificación de las parcelas se decidió crear un código alfanumérico de 8 dígitos donde quedara contenido: a) la fuente de estudio de la información, b) la institución u oficina de SINAC o tipo de

bosque en caso del INF y un número consecutivo en el caso de los planes de manejo y PPM o el número con que se identifica la parcela como el caso del INF.

Del INF se consideraron inicialmente 181 parcelas ubicadas en bosques maduros, bosques secundarios, mangles y bosques de palmas. Sin embargo, después de revisar su ubicación geográfica en relación con la composición florística se excluyeron 7 parcelas (IMG20068, IMG05885, IMG17663, IMG04070, IBM17830, IBS17149, IBS18506) ya fuese por dudas sobre su ubicación, porque tenían coordenadas duplicadas o la ubicación no correspondía con su composición florística o porque no tenían registros florísticos, por lo que se utilizaron finalmente 174 parcelas del INF.

El desglose de la codificación adoptado para cada parcela de este estudio es la siguiente:

Cuadro 3. Nomenclatura de los códigos para cada parcela a analizar.

FUENTE	CODIGO	SUBCODIGO	CONSECUTIVO	CANTIDAD DE PARCELAS
PPM				
	PPM	UNA	01 - 75	194
	PPS*	UNA	11 - 80	
	PPM	FUN	01 - 34	
	PPM	OET	01 - 10	
	PPM	CAT	01 - 69	
	PPM	COD	01 - 44	
INF				
	I	BM	1181 - 24638	174
	I	Bs	00099 - 74192	
	I	Mg	04505 - 24465	
	I	Pa	00-99 - 22841	
PMF				
	PMF	PIT	35 - 52	71
	PMF	SCL	08 - 34	
	PMF	SAR	62 - 71	
	PMF	ACT	56 - 61	
	PMF	SIQ	01 - 02	
	PMF	OSA	54 - 55	
	PMF	LIM	03 - 07	
	PMF	UPA	53	
TOTAL				439

* Parcelas Permanentes en Bosque Secundario.

El otro valor que requirió ser estandarizado es el nombre científico de las especies encontradas en las parcelas. Para ello se tomó como base el listado de especies de la plantilla de SIREFOR, que a su vez fue

enriquecida con aportes de la base de datos de SICAF, SIGUMF, INF y talleres de expertos financiados con fondos de FEES³.

Para cada fuente de información se realizó una búsqueda en el listado de especies propuesto por SIREFOR, las especies que no aparecieron en la misma se les realizó una verificación de registro en Costa Rica, basada en la fuente de información “Flora Mesoamericana de Trópicos” (<http://www.tropicos.org/Project/FM>). Originalmente este sitio fue creado para la investigación interna, pero desde entonces ha sido puesto a la disposición de la comunidad científica del mundo. Todos los datos de la nomenclatura, bibliográficos, y especímenes han sido acumulados en las bases de datos electrónicas del MBG durante los últimos 25 años y están a disposición del público.

Una vez verificado que, en los registros de Flora de Mesoamérica, se hubiera reportado la aparición de la especie para Costa Rica, se incorporó a la base de datos de nombres científicos utilizados. Cabe destacar que, para este estudio, la base de datos de especies que existía fue incrementada con 92 nuevos registros, aportados principalmente con información de las PPM.

La lista final de especies integrada consta de 2,786 especies registradas, cada una con un código alfabético de 8 caracteres⁴ (4 del género y 4 de la especie y controlando que no existieran códigos duplicados), este es un aporte adicional de este estudio para las necesidades de SINAC.

2.2.4 Índice de Valor de Importancia de las Especies

Para agrupar las parcelas según su similaridad se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI) (Lampretch 1990), y se creó una matriz con los valores de IVI de las especies presentes en cada parcela.

El índice de valor de importancia define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema (Cottam & Curtis, 1956), citados por Campo & Duval (2014). Para obtener este valor se debe calcular la Abundancia relativa (Ar), la Dominancia relativa (Dr) y la Frecuencia relativa (Fr). A continuación, se presenta la manera de calcular cada valor y su respectiva fórmula.

3. Abundancia relativa (Ar)

La abundancia relativa de una especie es la proporción de individuos de dicha especie en relación con el total de individuos de las especies encontradas en cada sitio (Castillo *et al.* 2007). Este valor se presenta en forma porcentual y se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$Ar = \left(\frac{Ai}{At} \right) * 100$$

donde,

Ar = Abundancia relativa.

Ai = número total de individuos de la especie i.

At = número total de individuos de todas las especies registradas en el sitio.

³ Los talleres se realizaron en el 2013, específicamente el 31 de Mayo en el Museo de Cultura de Popular en Barva de Heredia, y el 04 de Noviembre del mismo año en el Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica. En ambos talleres se contó con la participación de expertos, ecólogos, taxónomos, biólogos e ingenieros forestales, quienes trabajaron con las listas de especies del proyecto FEES de Monitoreo de Ecosistemas Forestales. En el primer taller se presentó una propuesta para asignación de gremios y se realizaron sugerencias para que se omitieran un par de características por estar doblemente calificadas. Luego la metodología propuesta se validó y luego se utilizó para el trabajo en grupos de asignación de gremios a especies con gremio indeterminado. En el segundo taller se continuó con el mismo trabajo.

⁴ Este código es requerido por el software utilizados para el análisis de conglomerados de especies forestales

4. Dominancia relativa (Dr)

La dominancia relativa de una especie es la proporción de la suma del área basal de dicha especie en relación con la sumatoria del área basal de todas las especies encontradas en cada sitio (Castillo *et al.* 2007). Este valor se presenta en forma porcentual y se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$Dr = \left(\frac{Di}{Dt} \right) * 100$$

donde,

Dr = Dominancia relativa.

Di = área basal total de la especie i.

Dt= suma del área basal de todas las especies registradas en el sitio.

5. Frecuencia relativa (Fr)

La frecuencia relativa de una especie es la proporción del número de veces que aparece dicha especie en el sitio, en relación con la sumatoria de las frecuencias de todas las especies encontradas en ese mismo sitio (Castillo *et al.* 2007). Este valor se presenta en forma porcentual y se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$Fr = \left(\frac{Fi}{Ft} \right) * 100$$

Donde,

Fr = Frecuencia relativa.

Fi = número de veces que aparece la especie i en el sitio.

Ft= suma del número de veces que aparecen todas las especies registradas en el sitio.

Para el caso de las parcelas del INF no se pudo obtener el dato de Frecuencia, debido a que no existen subparcelas dentro de la unidad de medición primaria, por lo que, para todas las fuentes de datos, el cálculo del IVI se realizó solamente con los datos de abundancia y dominancia relativas (IVI al 200%).

2.2.5 Clasificación de Zonas Forestales.

Para la clasificación de las Zonas Forestales en este estudio, se siguieron distintas metodologías desarrolladas en investigaciones para identificar y caracterizar bosques en Costa Rica (Ramos 2004; Murrieta 2006; Sesnie, Finegan, Gessler & Ramos 2009; Chain, Finegan, Vilchez & Casanoves 2012; Veintimilla 2013, Granda 2015), Centroamérica (Doblado, 2011) y otros lugares del trópico (Albesiano, Rangel & Cadena 2003; Sánchez, Mata 2003; Villacorta, Reátegui & Zumaeta 2003; Ruiz, Téllez & Luna 2012).

Se debe generar una matriz primaria, la cual consta de una declaración del valor del IVI ajustado por especie en cada parcela ubicada por ecorregión, este es un archivo construido en una hoja eléctrica de Excel y exportado a un archivo de texto CSV, el cual varía su estructura en función del software a utilizar para el análisis de la información, un ejemplo de la estructura es el siguiente:

442 1644	PARCELAS ESPECIES											
	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q
	Abaraden	Abarbarb	Abaridio	Abarmacr	Abarrace	Abarsp	Abutpana	Abutstey	Acacalle	Acaccent	Acaccoll	Sp.....
IBM01181	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IBM01210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IBM02275	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IBM02294	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IBM02655	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IBM02845	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IBM03085	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IBM03125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IBM03161	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IBM03657	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IBM03815	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IBM03989	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IBM04733	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IBM05652	0	0	0	0	0,0229887	0	0	0	0	0	0	0
IBM05977	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IBM06073	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IBM06089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IBM06630	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IBM06706	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IBM06911	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parcela...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 2. Ejemplo de estructura del archivo en formato CSV, para su análisis en software especializado en análisis de conglomerados.

Esta matriz se somete a análisis de conglomerados, especies indicadoras, análisis de similitud y análisis de ordenación de Escalamiento Multidimensional No-métrico (NMS, por sus siglas en ingles).

Con los resultados de los conglomerados obtenidos a través de estos análisis, se procede a realizar una evaluación supervisada para identificar geográficamente las zonas forestales contenidas en una ecorregión.

Este resultado es validado de nuevo, mediante una matriz secundaria que incorpora variables ambientales y número de conglomerado en vez de las especies forestales (Figura 3), este análisis es un análisis de redundancia [Prueba RDA].

442 PARCELAS 19 VARIABLES		Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q
CODIGOPARC	Z VIDA	PISO ALT	T. BOSQ	Bio Temp	Prec ZV	TEMP	Tipo VeG GO	Prov TER	Un FITOG	PRECIP	ORD SUELO	SUB O SUELO	GEOLOGICO	ORIGEN	GEOMORF	PROV HUMED	D IJUVIA	MES SECO	# conglome rado
IBM01181	1	4	1	3	1	8	15	5	26	2	5	8	5	4	35	4	3	3	15
IBM01210	2	1	1	4	2	9	31	5	9	4	10	4	8	5	26	1	8	1	29
IBM02275	14	4	3	3	3	6	4	2	4	4	3	12	5	4	15	2	9	1	28
IBM02294	8	4	2	3	2	9	21	5	9	4	13	16	10	5	26	1	8	1	22
IBM02655	10	1	2	4	3	9	21	5	9	3	13	16	8	5	28	1	8	1	22
IBM02845	10	1	2	4	3	9	21	5	11	4	10	14	10	5	27	2	15	4	30
IBM03085	16	1	4	4	1	8	30	5	26	2	13	23	11	4	31	4	7	3	20
IBM03125	10	1	2	4	3	9	33	5	11	6	10	4	8	2	42	2	16	4	11
IBM03161	1	4	1	3	1	9	37	5	27	2	12	22	8	5	24	5	3	3	11

Figura 3. Visualización parcial de la Matriz secundaria con variables ambientales y número de conglomerado.

Una vez hecha la validación se cruzan las capas de zonas forestales por ecorregión con la capa de tipos de bosque 2013, para cuantificar las áreas forestales por tipo de uso dentro de las zonas forestales identificadas. Gráficamente, el proceso de obtener las Zonas Forestales se describe a continuación:

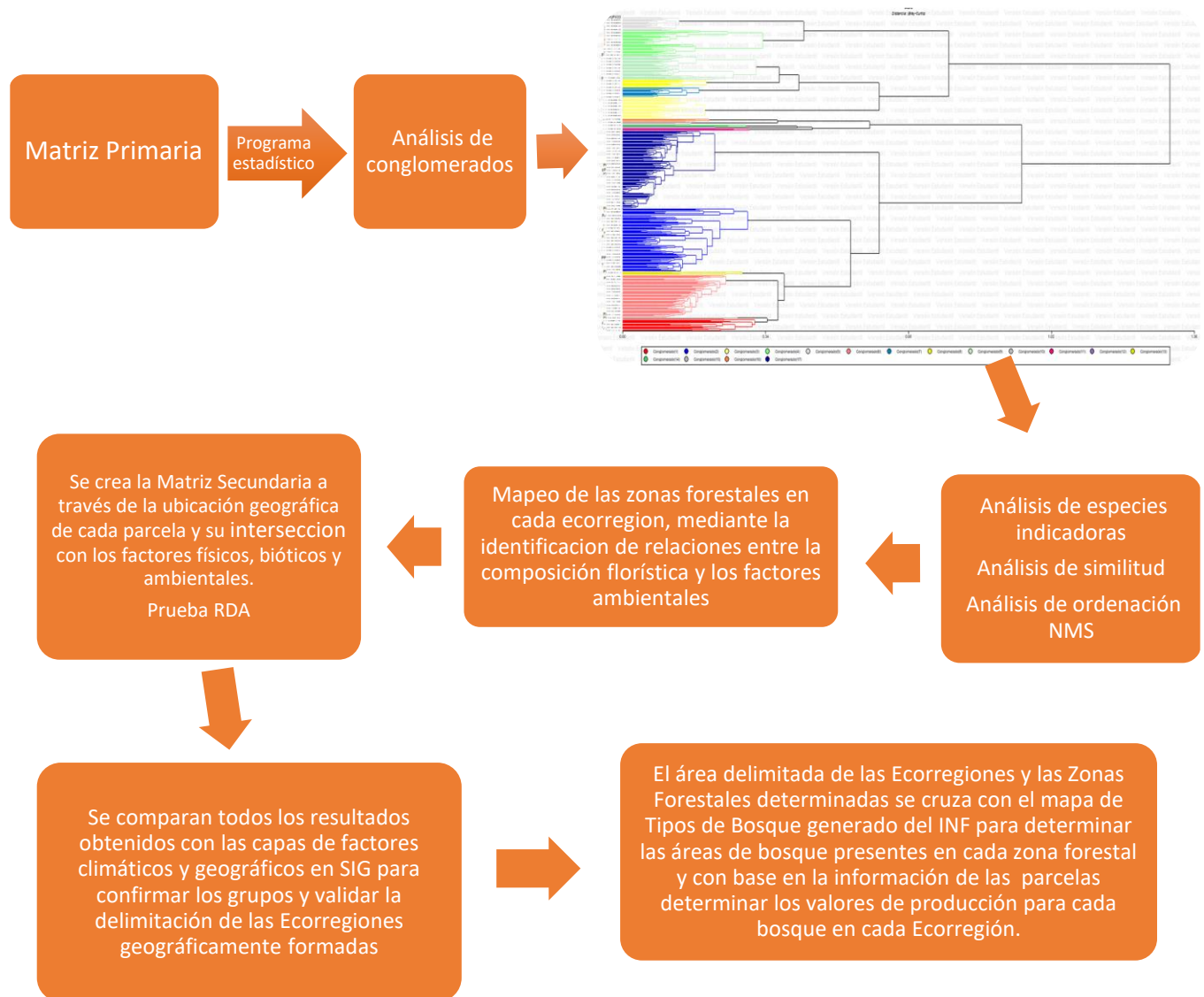


Figura 4. Proceso propuesto para la Zonificación Forestal en el presente estudio.

Según Lozada (2010), las comunidades vegetales pueden ser clasificadas, de acuerdo con sus similitudes y diferencias, tomando como base la presencia/ausencia de las especies o las cantidades en que ellas se encuentren (abundancia, biomasa). De esta manera se ha desarrollado toda una escuela, conocida como sintaxonomía numérica, que se deriva de la orientación fitosociológica clásica, donde las comunidades son entidades discretas. Estos ordenamientos dan como resultado agrupaciones o conglomerados “cluster” de comunidades, que tienen ciertas relaciones entre sí. Los mismos son representados mediante figuras llamadas dendrogramas.

2.2.5.1 Técnicas aplicadas para definir Zonas Forestales

Se realizó una primera corrida de los análisis con la totalidad de parcelas y especies forestales, obteniendo pobres resultados, por lo que se procedió a utilizar la propuesta de ecorregiones (Fallas, 2011), para un total de 10 corridas (10 ecorregiones). Se excluyeron del análisis aquellas especies que estuvieran presentes solo

en una parcela, así como las parcelas que solamente fueran representadas por una especie. Por lo que, para este ejercicio, del total de 439 parcelas, solo se pudieron utilizar 166. También de las 1 639 especies registradas en las 439 parcelas, se redujeron a 898 especies, de las cuales finalmente 145 resultaron como especies indicadoras

Tomando como base la matriz primaria generada con los valores del IVI para cada una de las especies presentes en las diferentes parcelas de muestreo. Se aplicó la técnica de Análisis de Conglomerados (AC) para agrupar las parcelas según las similitudes de los vectores medios y definir grupos de bosques, para ello se utilizó como criterio de agrupamiento el método de Ward⁵ y utilizando como factor de distancia: la distancia Euclidiana⁶. Sergio Vílchez, bioestadística de CATIE (comunicación personal, 23 de febrero del 2018), recomienda que los datos de la matriz de IVI se le aplique una transformación mediante el método de Hellinger⁷, con el fin de reducir el peso de aquellas especies más abundantes dentro del análisis.

Posteriormente, el análisis de especies indicadoras aplicado para cada grupo establecido permitió determinar las especies que distinguen cada Zona Forestal, para ello se tomó como referencia una probabilidad “p” menor a 0,1. El cual se justifica debido a la poca información de diversidad de especies encontrada en las fuentes INF y a causa del tamaño de las parcelas (0,1 ha). Sin embargo, para los análisis con parcelas de mayor tamaño (PPM y PMF) se utilizó un valor “p” menor a 0,05 o 0,1 para definir las especies indicadoras.

Seguido a esto se realizó un análisis de similitud utilizando como factor de distancia: la distancia Euclidiana y la prueba de comparación múltiple de Bonferroni; el mismo permitió realizar comparaciones de medias multivariadas (centroides) entre todos los grupos creados y verificar si existen diferencias estadísticas significativas entre estos. Esta prueba ayuda a resolver los problemas de varianza que surgen de la comparación entre dos comunidades ecológicas (Clarke 1993). Cabe mencionar que cuando dos o más grupos fueron similares entre sí, se redujo el número de conglomerados.

Para este estudio se utilizó la prueba ordenación de datos de Escalamiento Multidimensional No-métrico (Non-metric Multidimensional Scaling) NMS, y para asociar los resultados con variables bióticas, geográficas y ambientales se aplicó el Análisis de Redundancia (RDA). Ambas pruebas estadísticas fueron recomendadas por Vílchez (2018) (Comunicación personal), debido a que se utilizaron valores de IVI transformados por el método de Hellinger en los análisis anteriores. El análisis de redundancia es una extensión del análisis de componentes principales, donde la ordenación de una matriz de variables respuesta (por ejemplo, composición de especies) es restringida por una matriz de variables explicativas (por ejemplo, variables ambientales).

⁵ Pardo, C. E., & Del Campo, P. C. (2007). Combinación de métodos factoriales y de análisis de conglomerados en R: el paquete Facto Class. *Revista colombiana de estadística*, 30 (2), 231 - 245 p.

⁶ Portillo, M. T. E., & Plata, J. A. S. (2008). P. CH. Mahalanobis y las aplicaciones de su distancia estadística. *CULCyT: Cultura Científica y Tecnológica*, (27), 13-20 p.

⁷ Legendre, P., & Gallagher, E. D. (2001). Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia*, 129 (2), 271-280 p.

2.3 Resultados obtenidos para el producto 1.

2.3.1 Resultados generales.

La base de datos que se utilizó para este estudio, a partir de la información de las Unidades de Muestreo Primaria del INF fue de **7.505** registros contenidos en **174** parcelas temporales de muestreo con un área de 0.1 ha

Con respecto a la información de los Planes de Manejo Forestal, en total se obtuvo la información de 71 plantillas según el formato del SIG-UMF de ocho oficinas del SINAC donde se han presentado Planes de Manejo. Durante las visitas a las oficinas regionales se pudo obtener el archivo digital a partir del año 2010. A continuación, se presenta el cuadro con la ubicación de la cantidad de plantillas recolectadas en las distintas oficinas de SINAC.

Cuadro 4. Plantillas recolectadas con información de los Planes de Manejo Forestal.

Subregión SINAC	Número de plantillas de Planes de Manejo Forestal
Siquirres	2
Limón	5
San Carlos-Los Chiles	27
Pital	18
Upala	1
Guápiles (ACTo)	6
Sarapiquí	10
Osa	2
TOTAL	71

El número total de registros obtenido para este análisis fue de **46 209** datos a partir de 10 cm de DAP de los inventarios preliminares de los Planes de Manejo. Cabe resaltar que el área de las parcelas de inventario varió entre 0.15 ha y 0.3 ha según cada caso reportado. Se consideró a cada parcela dentro de un Plan de manejo, como una subparcela y el Plan de manejo como la Parcela de muestreo.

Las Áreas de Conservación donde se ha realizado manejo forestal en Costa Rica entre los años 2010 y 2017 son: Área de Conservación Arenal Huetar Norte (ACAHN), el Área de Conservación La Amistad Caribe (ACLAC), el Área de Conservación Tortuguero (ACTo), el Área de Conservación Cordillera Volcánica Central (ACCVC) y el Área de Conservación Osa (ACOSA)

También se trabajó con registros de 194 PPM, con información recopilada de su última medición, la cual osciló entre los años 2004 y 2017.

Cuadro 5. Información de PPM aportada por miembros de OEFO.

Miembro OEFO	Cantidad total de Registros	Registros desde:	Ultimo año de medición	Cantidad de Registros última medición
CATIE	64 063	1 996	2004-2015	20 224
UNA - ITCR	82 753	1 99	2010-2017	18 668
OET	58 657	2 003	2016-2017	5 599
FUNDECOR	30 575	1 995	2014-2016	4 681
CODEFORSA	41 175	1 991	2004-2010	7 290
TOTAL	277 223			56 462

Con la recopilación de las tres fuentes que aportaron información se construyó una base de datos para el análisis, conteniendo un total de 110.176 registros a partir de 10 cm de DAP. Estos registros se agrupan en un total de 1.639 diferentes especies.

La distribución por fuente es la siguiente:

Cuadro 6. Distribución del total de registros y especies encontradas por fuente de información.

Fuente de datos	Número de registros (individuos)	Cantidad de especies encontradas
INF	7 505	935
PMF	46 209	583
PPM	56 462	1 327
TOTAL	110 176	1 639⁸

2.3.2 Determinación de las Zonas Forestales.

2.3.2.1 Análisis estadístico inicial a nivel país

Una vez elaborada la base de datos con la información de las tres fuentes, se construye la matriz primaria para ingresarla al Software estadístico y ejecutar el análisis de conglomerados y demás procedimientos. Según la literatura analizada, las especies a utilizar en el análisis deben estar representadas en dos o más parcelas, por lo que se excluyen las especies presentes solo en una parcela de este análisis. Por otra parte, para que una parcela sea tomada en cuenta en el análisis, debe contener al menos información de dos especies. Sin embargo, en las parcelas de bosques de palmas y mangles este criterio se excluyó, debido a que sus comportamientos muchas veces forman rodales de una única especie; tal es el caso de yolillales, donde domina la especie de palma *Raphia taedigera*.

De las 439 parcelas, solo se utilizaron 417 Parcelas para la construcción de la matriz primaria, por las condiciones antes indicadas que requiere el análisis (especies deben estar presentes en más de una parcela y una parcela debe contener más de una especie). El dendrograma resultante del análisis de conglomerados

⁸ Total de especies encontradas, no se incluyen un grupo de individuos no identificados y denominados con la especie “desconocida”.

(método de Ward, distancia Euclídeana), para clasificar la vegetación (árboles, arbustos, helechos arborescentes y palmas ≥ 10 cm de dap) de 417 parcelas muestreadas, se muestra en la Figura 5.

Vílchez & Casanoves (2012) mencionan que la determinación del número óptimo de grupos puede ser dado por la cantidad máxima de especies indicadoras. Para los 30 bosques definidos en primera instancia, el resultado de especies indicadoras se resume en el Cuadro 7.

Mediante los resultados del Cuadro 7, se interpreta que en las Zonas Forestales 1, 2 y 3, formadas mediante el análisis de conglomerados, no registraron especies indicadoras. Estos tres conjuntos agrupan un total de 97 parcelas de muestreo, lo cual resulta, casi la cuarta parte de la cantidad de parcelas recopiladas para este análisis. Por otra parte, las tres Zonas Forestales que más especies indicadoras mostraron fueron: 29 (77 sp indicadoras), 18 (52 sp indicadoras) y 11 (51 sp indicadoras).

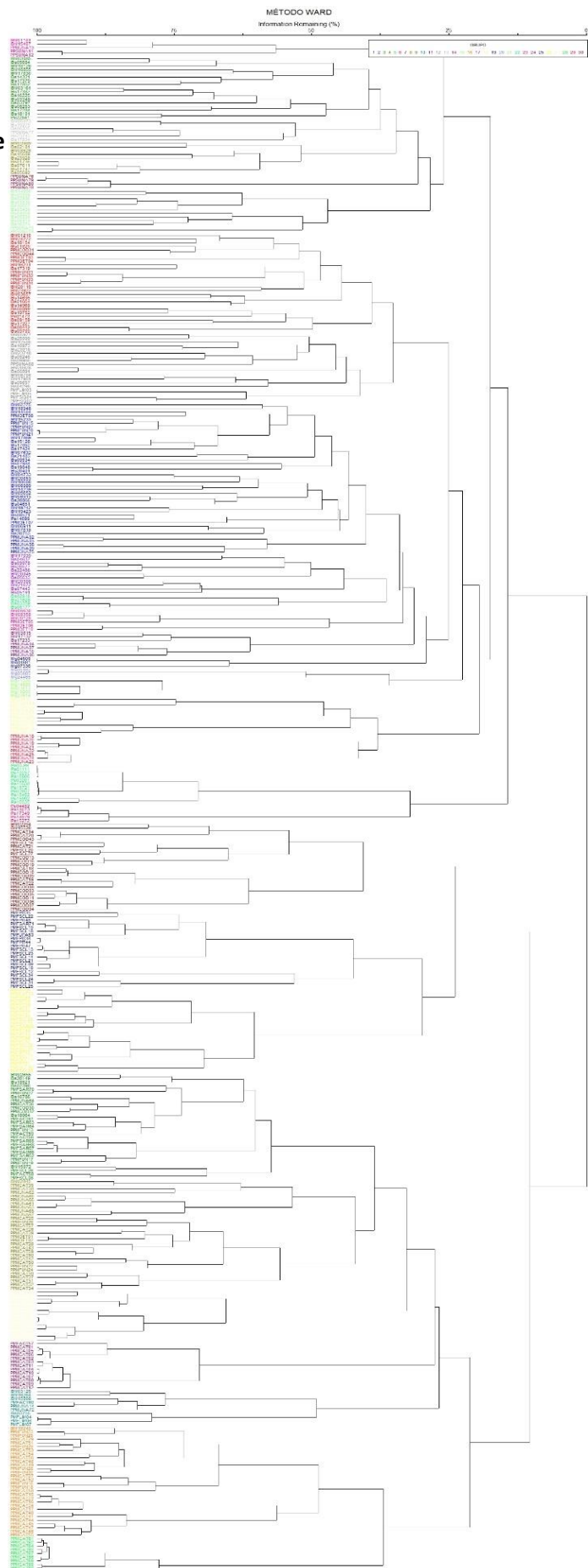
Según los resultados del

Cuadro 8, el valor de Stress de la prueba NMS fue de 24.71 ($>20\%$), el cual puede ser riesgoso usarlo para clasificar tipos de vegetación. Por otra parte, a la hora de hacer la representación gráfica en un mapa de la ubicación de las parcelas, no se logró tener claridad para establecer las Zonas Forestales, esto debido a que no se agrupaban en sitios con semejanzas que pudieran definir una zona específica y además se presentaron muchos traslapes de parcelas entre grupos. Más adelante, en la Figura 6 se muestra el resultado de la ordenación de las 417 parcelas, divididas en 30 grupos de Zonas Forestales.

Como se mencionó anteriormente en los resultados del Cuadro 7, las ZF 1, 2, y 3, registraron un total de 97 parcelas de muestreo, las cuales no fueron asociadas con especies indicadoras. Según la Figura 6 estas parcelas se distribuyen sin tener un orden claro en el diagrama de ordenación de resultados obtenido mediante la prueba NMS. Estos problemas están aunados a que las parcelas PPM por su tamaño (1 ha en su mayoría) tienen una gran variedad de especies mientras que las parcelas del INF por ser de un área relativamente menor (0,1 ha) poseen una menor cantidad de especies representadas, por tanto, las parcelas de PPM tienden a formar grupos por ellas mismas y afectando así el análisis, igualmente sucede con las parcelas de los planes de manejo que son de 0,3 ha

Observando que, otros trabajos relacionados al tema han sido realizados en áreas menos extensas y con condiciones similares en el tamaño de las parcelas. Se tomó la decisión de hacer dos estratificaciones: 1) dividir el país en 10 Ecorregiones para ejecutar por separado los análisis de datos, 2) después utilizar los resultados de cada Ecorregión en una sola fuente de datos y volver a realizar las pruebas estadísticas.

Figura 5. Dendrograma resultante del análisis de las 417 parcelas como análisis inicial



Cuadro 7. Total de especies indicadoras ($p < 0.1$) en cada Zona Forestal identificada. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles, arbustos, helechos arborescentes y palmas ≥ 10 cm de dap, en 417 parcelas de muestreo.

Número de grupo	Total, de especies indicadoras
1	0
2	0
3	0
4	6
5	6
6	27
7	22
8	3
9	6
10	9
11	51
12	3
13	6
14	21
15	23
16	8
17	6
18	52
19	2
20	2
21	1
22	1
23	3
24	41
25	33
26	15
27	8
28	45
29	77
30	15
Total, general	492

Cuadro 8. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.

NMF.R ²	LF.R ²	Stress
0.94	0.75	24.71
Valores propios		
Eje	Proporción de varianza	
NMS1	0.44	
NMS2	0.32	

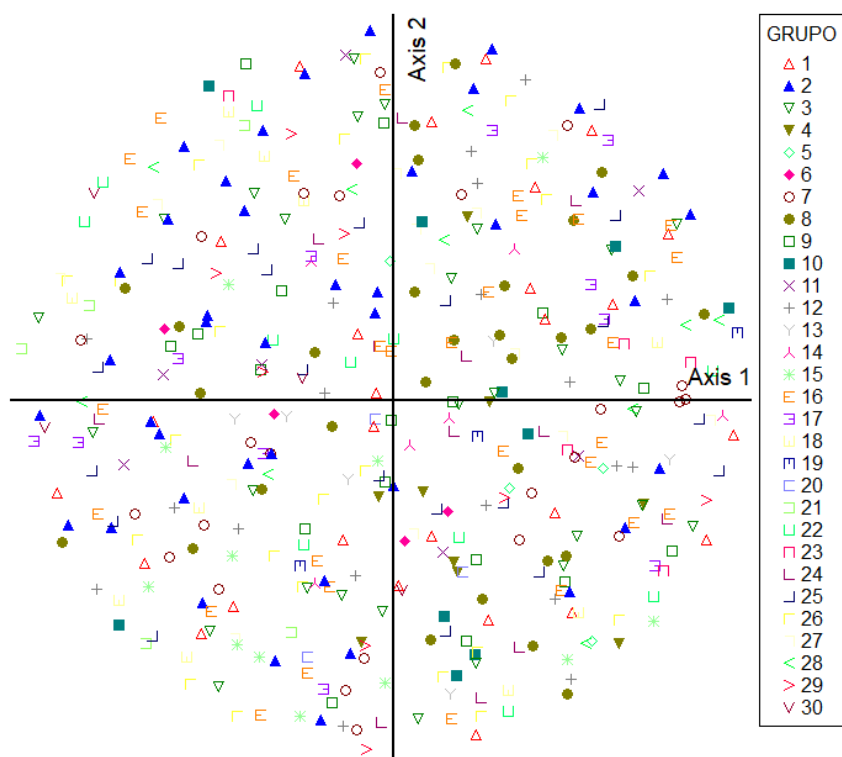


Figura 6. Diagrama de ordenación que muestra la relación entre las 417 parcelas y los 30 grupos iniciales definidos como Zonas Forestales (ZF).

2.3.2.2 Regionalización del análisis.

Se realizaron diversas pruebas de análisis de conglomerados utilizando todas las parcelas de las tres fuentes de información en una sola matriz. Con ello se obtuvieron entre 18 y 30 Zonas Forestales, sin embargo, se presentaron problemas para obtener un número considerable de especies indicadoras en cada Zona Forestal definida. Por otra parte, el análisis mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-métrico (Non-metric Multidimensional Scaling) NMS, dio como resultado un valor de Stress mayor 20, el cual es considerado como un valor riesgoso para realizar clasificaciones de bosques (Clarke,1993).

Otro problema que se presentó fue que resultó difícil interpretar como se ubicaban algunas agrupaciones a nivel de mapa, ya que contenían parcelas situadas en varios lugares geográfica y ambientalmente distintos. Al compararlos con las capas de variables físicas y ambientales, se confirmó que los resultados generados no eran confiables. Los resultados del análisis de 30 grupos utilizando las parcelas filtradas (una especie por parcela y parcelas con una especie) se presentan a continuación:

Se establecieron diez Ecorregiones para este estudio, estas ecorregiones son una propuesta modificada por lo planteado por Fallas (2011), tal como se muestra en el siguiente cuadro y el mapa representado en la Figura 7:

Cuadro 9. Área en hectáreas de las ecorregiones utilizadas en este estudio

NOMBRE DE LA ECORREGIÓN	AREA TOTAL (HA)
101 SERRANIAS DEL PACIFICO NORTE Y VALLE DEL TEMPISQUE	775 404.12
102 SERRANIAS DE LA PENINSULA DE NICOYA	227 535.87
105 PACIFICO CENTRAL	487 021.12
106 ZONA ALTA TALAMANCA	607 005.32
108 PACIFICO SUR	732 750.00
109 ZONA CARIBE	689 186.16
110 CORDILLERA VOLCANICA CENTRAL Y CERROS ESCAZU	446 871.36
111 ZONA NORTE	490 021.54
112 LLANURAS DE GUATUSO	382 872.39
113 CORDILLERA DE GUANACASTE Y TILARAN	276 713.59
TOTAL	5 115 381.47

Esta regionalización se realizó inicialmente a nivel de la ubicación geográfica de las parcelas analizadas. Para cada Ecorregión se utilizaron datos en su mayoría, de una misma fuente en los análisis, principalmente estos fueron los de las parcelas del INF.

Para el caso de la Ecorregión 111.Zona Norte solo se utilizaron datos de Planes de Manejo Forestal, debido a que es la Zona de Costa Rica con más registros de manejo de bosque. En algunos casos de mezclaron parcelas del INF con PPM para completar vacíos de información vistos geográficamente (101. Ecorregión Serranías del Pacífico Norte y Valle Del Tempisque, 102. Ecorregión 102.Serranías de la Península de Nicoya).

Una vez analizados los conglomerados y demás pruebas estadísticas por Ecorregión se obtuvieron resultados esta vez mucho mejores y con ello se definieron las Zonas Forestales para todo el país.

A continuación, se presentan los resultados estadísticos por Ecorregión para la Zonificación Forestal del país.

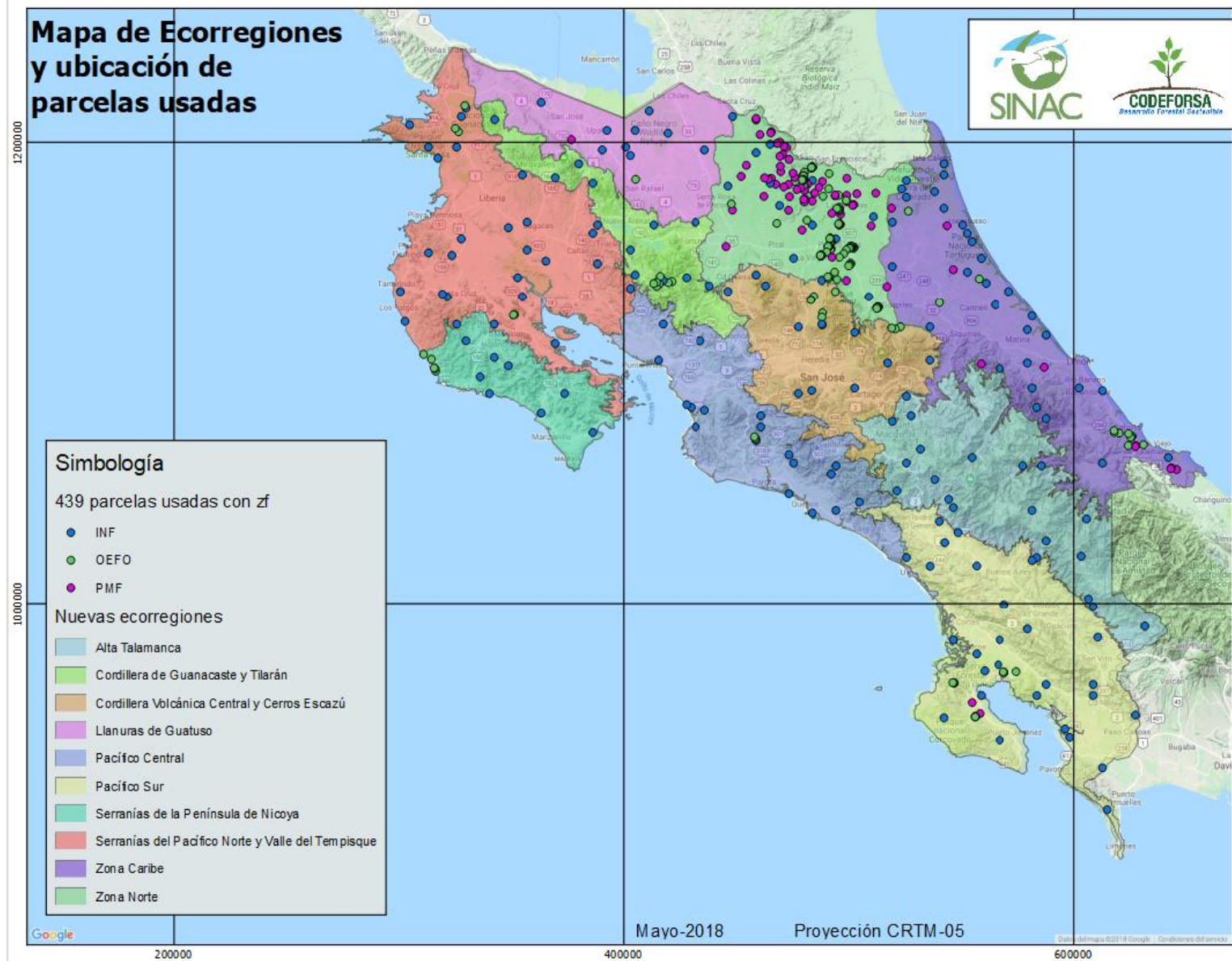


Figura 7. Mapa con las ecorregiones (Fallas, 2011) identificadas y modificadas para este estudio y ubicación de las 439 parcelas utilizadas.

2.3.2.2.1 101. Ecorregión Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque

Para el análisis de conglomerados de esta Ecorregión se tomaron datos de parcelas del INF (19) y algunas PPM (3). Dicho análisis permitió clasificar cuatro grupos de Zonas Forestales bien definidos. Los mismos se ilustran mediante el dendrograma de la Figura 8, donde se interpretan las parcelas asociadas a cada ZF (Zona Forestal). Las ZF 2 y 4 aglomeraron la mayor cantidad de parcelas (7 cada una), seguida por la ZF 1 que agrupó 5 parcelas, mientras que la ZF 3 solo agrupó tres de estas.

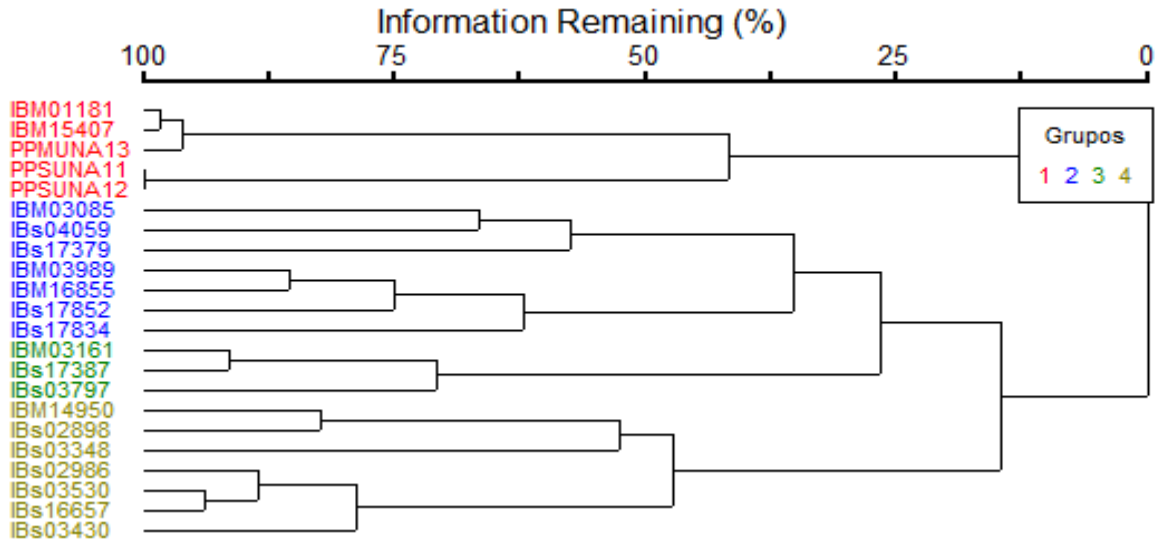


Figura 8. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclídea), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 19 parcelas de 0.1 ha (INF) y 3 parcelas de 1 ha (PPM) muestreadas.

El resultado de especies indicadoras ($p < 0.1$) para estos grupos de Zonas Forestales se resume en el Cuadro 10:

Las cuatro Zonas Forestales clasificadas presentan especies indicadoras, y geográficamente se distribuyen en sitios donde son mínimos los traslapes de parcelas, por lo que se podría considerar aceptable el análisis de agrupación para clasificar tipos de vegetación. Sin embargo, como lo muestra el Cuadro 11 la prueba NMS dio un valor de Stress cercano a 20 (> 20), el cual según la literatura puede ser riesgosa la clasificación de estas ZF. No obstante, esta prueba permitió interpretar una proporción de varianza del 72% en ambos ejes de ordenación.

Cuadro 10. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en cuatro Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y palmas ≥ 10 cm de dap, en 22 parcelas de muestreo.

Especies	ZF	Valor indicador	p-valor
<i>Maytenus segoviarum</i>	1	1	0.001
<i>Quercus oleoides</i>	1	1	0.001
<i>Simarouba amara</i>	1	1	0.001
<i>Manicaria saccifera</i>	1	0.79	0.002
<i>Zuelania guidonia</i>	1	0.89	0.002
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	1	0.77	0.005
<i>Ocotea leucoxylon</i>	1	0.77	0.005
<i>Luehea speciosa</i>	1	0.76	0.027
<i>Dilodendron costarricense</i>	1	0.63	0.049
<i>Ficus obtusifolia</i>	1	0.63	0.049
<i>Erythroxylum havanense</i>	1	0.63	0.050
<i>Schoepfia schreberi</i>	1	0.63	0.050
<i>Hirtella americana</i>	1	0.63	0.052
<i>Roupala montana</i>	1	0.63	0.061
<i>Casearia sylvestris</i>	1	0.63	0.092
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	2	0.71	0.036
<i>Coccoloba caracasana</i>	3	1	0.001
<i>Samanea saman</i>	3	0.74	0.028
<i>Tabernaemontana arborea</i>	4	0.85	0.001
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	4	0.83	0.002
<i>Stemmadenia obovata</i>	4	0.76	0.012

Cuadro 11. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.

NMF.R ²	LF.R ²	Stress
0.95	0.72	21.29
Valores propios		
Eje	Proporción de varianza	
NMS1	0.37	
NMS2	0.35	

Dado que el valor de stress de la prueba NMS es mayor a 20, se procede a realizar una regionalización supervisada y se volverá a correr el análisis en la siguiente sección.

2.3.2.2.2 102.Serranías de la Península de Nicoya

Para un mejor análisis de información, se realizó una segregación de la Región Sur de la Península de Nicoya junto con la cuenca del río Tempisque y con ello se formó esta Ecorregión. Para ello se analizaron 7 parcelas del INF y 4 parcelas PPM establecidas en Bosque Secundario. El análisis de conglomerados permitió clasificar tres grupos de Zonas Forestales. Los mismos se ilustran mediante el dendrograma de la Figura 9, donde se interpretan las parcelas asociadas a cada ZF (Zona Forestal). La ZF 1 aglomeró la mayor cantidad de parcelas (5), seguida por la ZF 3 que agrupó tres parcelas, mientras que la ZF 2 solo agrupó dos parcelas.

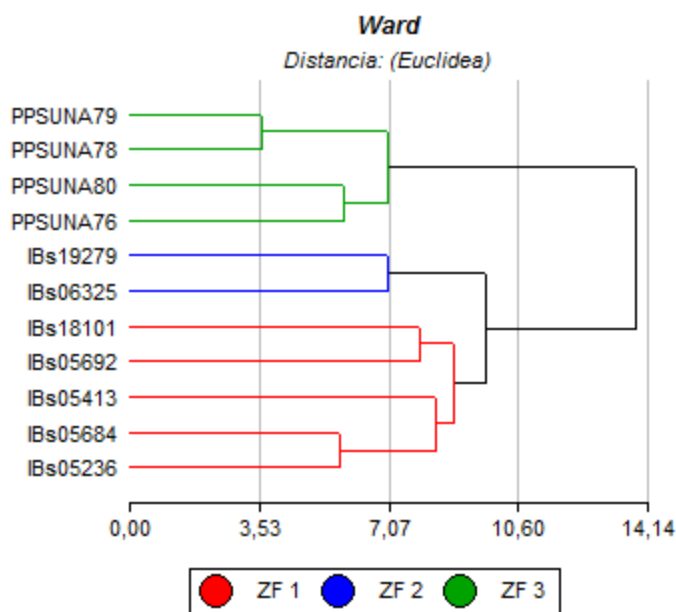


Figura 9. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclídea), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 7 parcelas de 0.1 ha (INF) y 4 parcelas de 1 ha (PPM) muestreadas.

El resultado de especies indicadoras ($p < 0.1$) para las tres Zonas Forestales se resume en el Cuadro 12

Las tres Zonas Forestales clasificadas presentan especies indicadoras, y geográficamente se distribuyen en sitios donde no hay traslapes de parcelas, por lo que se considera aceptable el análisis de agrupación para clasificar tipos de vegetación. Por otra parte, la prueba NMS, tal como se muestra en el

Cuadro 13 dio un valor de Stress cercano a 10 (< 20), el cual según la literatura es una interpretación razonable para realizar la ordenación, además, la misma permitió interpretar una proporción de varianza del 93% en ambos ejes.

Cuadro 12. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en tres Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y palmas ≥ 10 cm de dap, en 11 parcelas de muestreo.

Especies	ZF	Valor indicador	p-valor
<i>Pachira quinata</i>	1	0.81	0.053
<i>Cordia alliodora</i>	1	0.78	0.066
<i>Anacardium excelsum</i>	2	1	0.002
<i>Inga vera</i>	2	1	0.002
<i>Zanthoxylum setulosum</i>	2	0.82	0.043
<i>Luehea seemannii</i>	2	0.82	0.045
<i>Trophis racemosa</i>	2	0.82	0.045
<i>Bombacopsis quinata</i>	3	1	0.003
<i>Calypttranthes chytraculia</i>	3	0.87	0.005
<i>Ocotea leucoxylon</i>	3	0.87	0.008
<i>Tabebuia rosea</i>	3	0.76	0.066
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	3	0.73	0.083

Cuadro 13. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.

NMF.R ²	LF.R ²	Stress
0.99	0.93	10.43
Valores propios		
Eje	Proporción de varianza	
NMS1	0.61	
NMS2	0.32	

Las 4 parcelas asociadas a la ZF 3 en su totalidad tienen información de bosques secundarios provenientes de PPM; las mismas se agruparon juntas en una unidad de área muy pequeña por lo que no van hacer consideradas como una ZF definida, no obstante, se le podrían incluir a una ZF cercada. Por otra parte, no resulta conveniente mezclar PPM con parcelas de muestreo del INF para realizar este tipo de análisis, ya que las PPM casi siempre suelen agruparse solas, sin embargo, en la Ecorregión anterior los resultados de esta mezcla presento resultados muy convenientes.

2.3.2.2.3 105.Ecorregión Pacífico Central

Para el análisis de conglomerados de esta Ecorregión se tomaron únicamente datos de las parcelas del INF. Con la información de 12 parcelas dicho análisis permitió clasificar tres Zonas Forestales como mejor opción. Las mismas se ilustran mediante un dendrograma representado en la Figura 10, donde se interpretan las parcelas asociadas a cada una. Las tres ZF aglomeraron el mismo número de parcelas (4).

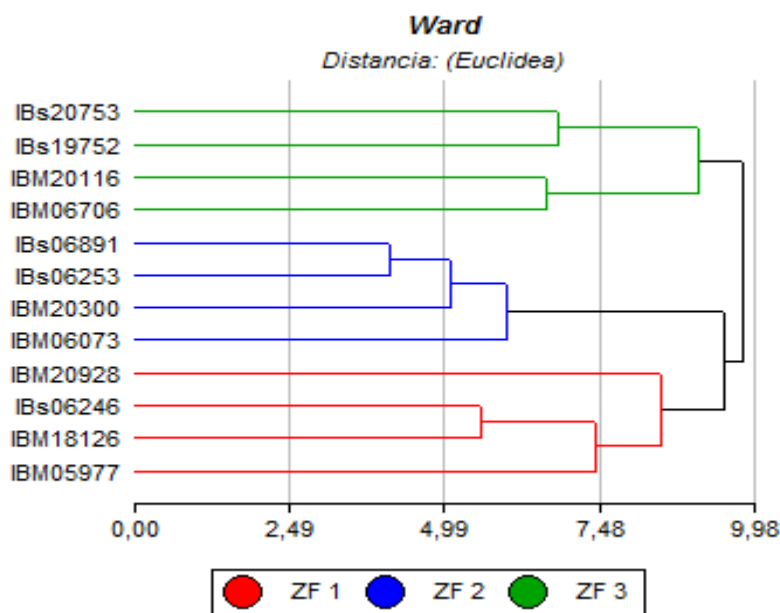


Figura 10. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclidiana), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 12 parcelas de 0.1 ha muestreadas

El resultado de especies indicadoras ($p < 0.1$) para las tres Zonas Forestales definidas se resume en el **Cuadro 14**.

Cuadro 14. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en tres Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y palmas ≥ 10 cm de dap, en 12 parcelas de muestreo.

Especies	ZF	Valor indicador	p-valor
<i>Clarisia racemosa</i>	1	0.87	0.047
<i>Inga oerstediana</i>	2	0.87	0.048

Con base a los resultados del **Cuadro 14**, se deduce que en el grupo 3 no presentó ninguna especie indicadora, mientras que el grupo 1 y 2 solo presentaron 1 cada uno; esto a causa de la poca información de parcelas con se realizó el análisis. Lo ideal es realizarlo con más información de parcelas o con parcelas de mayor tamaño.

Geográficamente las tres ZF formadas se distribuyen en sitios sin traslapes de parcelas, por lo que se puede considerar aceptable el análisis de agrupación para estas parcelas. Por otra parte, la prueba NMS dio un valor de Stress de 16,28 (< 20), el cual según la literatura es una interpretación razonable para realizar la ordenación. Además, la misma permitió interpretar una proporción de varianza del 84% en ambos ejes. A continuación, en el siguiente cuadro se representan los resultados:

Cuadro 15. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.

NMF.R ²	LF.R ²	Stress
0.97	0.84	16.28

Valores propios

Eje	Proporción de varianza
NMS1	0.45
NMS2	0.39

2.3.2.2.4 106. Ecorregión Alta de Talamanca

Para el análisis de conglomerados de esta Ecorregión se tomaron únicamente datos de las parcelas del INF. Con la información de 13 parcelas el análisis accedió a la formación de cuatro Zonas Forestales. Las mismas se ilustran mediante el dendrograma de la Figura 9, donde se interpretan las parcelas asociadas a cada ZF. Las ZF 1 y 4 aglomeraron la mayor representación de parcelas (4 cada una), seguida de la ZF 2 (3), mientras que ZF 3 solo agrupó dos de estas.

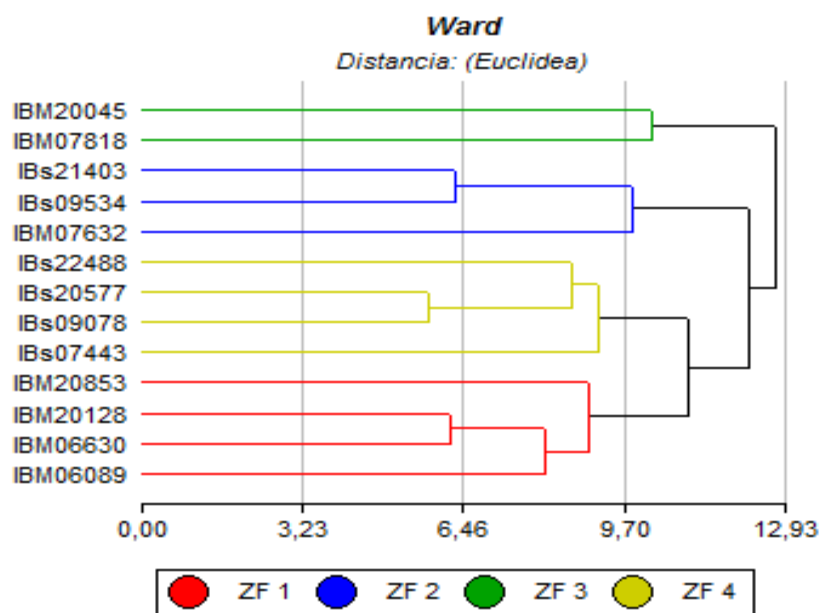


Figura 11. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclídea), para clasificar la vegetación (árboles, helechos arborescentes y palmas ≥ 10 cm de dap) de 13 parcelas de 0.1 ha muestreadas.

El resultado de especies indicadoras (<0.1) para estos grupos de Zonas Forestales se resume en el Cuadro 16.

La ZF 1 no presentó ninguna especie indicadora en este análisis inicial, por lo que se estará analizando más adelante con otro arreglo de parcelas. Por otra parte, La prueba NMS dio un valor de Stress menor a 20, el cual según la literatura es una interpretación razonable para realizar la ordenación, además, la misma permitió interpretar una proporción de varianza del 79% en ambos ejes tal como se muestra en el **Cuadro 17**.

Cuadro 16. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en cuatro Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles, helechos arborescentes y palmas ≥ 10 cm de dap, en 13 parcelas de muestreo.

Especies	ZF	Valor indicador	p-valor
<i>Diospyros hartmanniana</i>	2	0.82	0.044
<i>Nectandra smithii</i>	2	0.82	0.044
<i>Sorocea trophoides</i>	2	0.82	0.044
<i>Chrysochlamys allenii</i>	2	0.82	0.052
<i>Ocotea stenoneura</i>	2	0.82	0.052
<i>Quercus bumelioides</i>	2	0.82	0.055
<i>Chamaedorea sp</i>	3	1	0.018
<i>Guárea grandifolia</i>	3	1	0.018
<i>Cyathea sp</i>	3	1	0.018
<i>Saurauia montana</i>	3	0.83	0.070
<i>Inga punctata</i>	4	0.85	0.010
<i>Myrsine coriacea</i>	4	0.87	0.053
<i>Heliocarpus americanus</i>	4	0.87	0.060
<i>Viburnum costaricanum</i>	4	0.79	0.073

Cuadro 17. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.

NMF.R ²	LF.R ²	Stress
0.97	0.79	17.47

Valores propios

Eje	Proporción de varianza
NMS1	0.47
NMS2	0.32

Al hacer la distribución de las ZF mediante SIG, se observó que la ZF 1 no cumplió con un orden adecuado geográficamente, ya que existen muchos traslapes con otras ZF, por lo tanto, a la hora de realizar el Mapa de Ecorregiones, va a ser necesario efectuar un nuevo replanteamiento de grupos en esta Ecorregión.

En esta Ecorregión se ubicó también una Zona Forestal que por sus características geográficas y climáticas es distinta al resto, de igual manera no existe información de parcelas para que se pueda clasificar, por lo tanto, este vacío se reporta como una Zona Forestal sin clasificación para esta metodología. Es conveniente que este sitio sea tomado en cuenta en una nueva intervención de campo.

2.3.2.2.5 108.Ecorregión Pacífico Sur

Para el análisis de conglomerados de esta Ecorregión se tomaron únicamente datos de las parcelas del INF. Con la información de 18 parcelas el análisis accedió a la formación de tres Zonas Forestales. Las mismas se ilustran mediante el dendrograma de la Figura 8, donde se interpretan las parcelas asociadas a cada ZF. La ZF 1 aglomeró la mayor representación de parcelas (8), seguido de la ZF 2 (7), mientras que ZF 3 solo agrupó tres de estas.

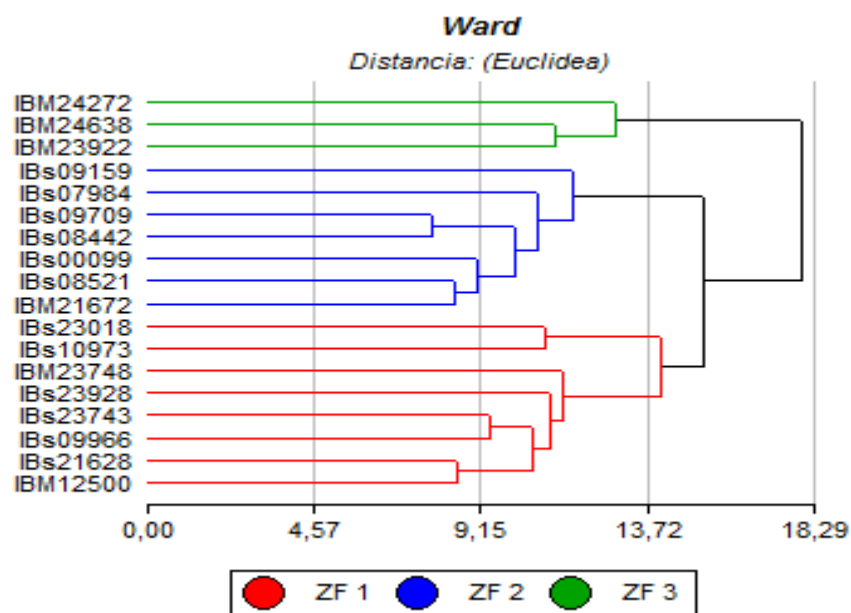


Figura 12. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclidiana), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 18 parcelas de 0.1 ha muestreadas.

El resultado de especies indicadoras para las tres Zonas Forestales definidas se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 18. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en tres Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y palmas ≥ 10 cm de dap, en 18 parcelas de muestreo.

Especies	ZF	Valor indicador	p-valor
<i>Spondias mombin</i>	1	0.79	0.032
<i>Miconia trinervia</i>	2	0.93	0.001
<i>Alchornea latifolia</i>	2	0.76	0.016
<i>Vochysia ferruginea</i>	2	0.76	0.028
<i>Miconia affinis</i>	2	0.71	0.036
<i>Iriartea deltoidea</i>	3	1	0.004
<i>Compsoeura excelsa</i>	3	0.91	0.007
<i>Micropholis melinoniana</i>	3	0.82	0.018
<i>Garcinia madruno</i>	3	0.82	0.018
<i>Guárea pterorhachis</i>	3	0.82	0.021
<i>Heisteria concinna</i>	3	0.82	0.021
<i>Sorocea pubivena</i>	3	0.74	0.023
<i>Brosimum utile</i>	3	0.71	0.037
<i>Socratea exorrhiza</i>	3	0.76	0.042
<i>Dendropanax caucanus</i>	3	0.72	0.054
<i>Tapirira guianensis</i>	3	0.7	0.055

Las tres Zonas Forestales clasificadas presentan especies indicadoras, y geográficamente se distribuyen en sitios donde no hay traslapes de parcelas, por lo que se considera aceptable el análisis de agrupación de parcelas para clasificar estas Zonas Forestales. Por otra parte, la prueba NMS dio un valor de Stress menor a 20, el cual según la literatura es una interpretación razonable para realizar la ordenación, además, la misma permitió interpretar una proporción de varianza del 79% en ambos ejes. A continuación, se representan estos resultados:

Cuadro 19. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.

NMF.R ²	LF.R ²	Stress
0.96	0.79	19.62
Valores propios		
Eje	Proporción de varianza	
NMS1	0.45	
NMS2	0.34	

En esta Ecorregión se ubicaron dos Zonas Forestales que por sus características geográficas y climáticas son distintas al resto, sin embargo, no existen suficientes datos de parcelas para poder clasificarlas, por lo que se reportan como Zonas Forestales sin clasificación para esta metodología. Es importante que estos vacíos de información sean tomados en cuenta en una nueva intervención. Cabe destacar que el Pacífico Sur de Costa Rica es un sitio muy rico naturalmente, contempla mucha diversidad de especies de flora y fauna endémicas de esta zona, por lo que es necesario realizar una clasificación con aún más parcelas para lograr clasificar más ZF en esta Ecorregión.

2.3.2.2.6 109.Ecorregión 109.Zona Caribe

Para el análisis de conglomerados de esta Ecorregión se tomaron únicamente datos de las parcelas del INF. Con la información de 15 parcelas el análisis accedió a la formación de tres Zonas Forestales. Las mismas se ilustran mediante el dendrograma de la Figura 10, donde se interpretan las parcelas asociadas a cada ZF. La ZF 1 aglomeró la mayor representación de parcelas (9), continuo de la ZF 2 (4), mientras que ZF 3 solo agrupó dos de estas.

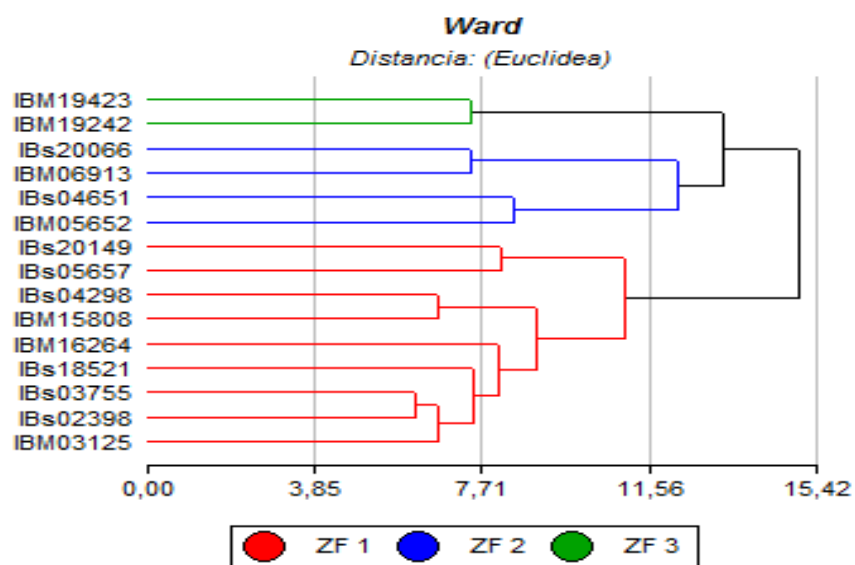


Figura 13. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclidiana), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 15 parcelas de 0.1 ha muestreadas.

El resultado de especies indicadoras para las tres Zonas Forestales definidas se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 20. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en tres Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y palmas ≥ 10 cm de dap, en 15 parcelas de muestreo.

Especies	ZF	Valor indicador	p-valor
<i>Pentaclethra macroloba</i>	1	0.88	0.007
<i>Sapium glandulosum</i>	2	1	0.001
<i>Iriartea deltoidea</i>	2	0.71	0.054
<i>Perrottetia multiflora</i>	2	0.71	0.054
<i>Quararibea obliquifolia</i>	2	0.71	0.054
<i>Tetrorchidium euryphyllum</i>	2	0.71	0.054
<i>Ruptiliocarpus caracolito</i>	2	0.71	0.057
<i>Brosimum alicastrum</i>	2	0.71	0.064
<i>Inga marginata</i>	2	0.71	0.064
<i>Croton schiedeanus</i>	2	0.71	0.070
<i>Chrysophyllum venezuelanense</i>	2	0.65	0.076
<i>Inga sapindoides</i>	2	0.7	0.082
<i>Alfaroa costaricensis</i>	3	1	0.007
<i>Graffenrieda micrantha</i>	3	1	0.007
<i>Hieronyma oblonga</i>	3	1	0.007
<i>Symplocos austin-smithii</i>	3	1	0.007

Las tres Zonas Forestales clasificadas presentan especies indicadoras, y geográficamente se distribuyen en sitios donde no hay traslapes de parcelas, por lo que se considera aceptable el análisis de agrupación de parcelas, para clasificar estas Zonas Forestales. Por otra parte, la prueba NMS dio un valor de Stress menor a 20, el cual según la literatura es una interpretación razonable para realizar la ordenación, además, la misma permitió interpretar una proporción de varianza del 92% en ambos ejes. A continuación, se representan estos resultados:

Cuadro 21. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.

NMF.R ²	LF.R ²	Stress
0.99	0.93	11.15
Valores propios		
Eje	Proporción de varianza	
NMS1	0.58	
NMS2	0.34	

Para esta Ecorregión se contó con registros de algunas PPM, sin embargo, estas no fueron incluidas en este análisis, debido a que se encuentran aglomeradas en un mismo sitio, por otra parte, la distancias entre estas es mínima. Para este tipo de clasificaciones es importante que las parcelas a utilizar se encuentren bien distribuidas geográficamente, ya que así existen más posibilidades de encontrar Zonas Forestales distintas.

2.3.2.2.7 110.Ecorregión Cordillera Volcánica Central y 113. Cordillera De Guanacaste

Inicialmente se realizó el análisis de conglomerados por separado para la Cordillera Volcánica central y Cordillera de Guanacaste, sin embargo, la cantidad de parcelas para cada Región era mínima, por consiguiente, el resultado para las agrupaciones de bosques los separaba en apenas dos Zonas Forestales, siendo así los resultados de las pruebas estadísticas no eran factibles, por lo tanto, se decidió unificar estas dos zonas en una misma y realizar los análisis.

Para el análisis de conglomerados de esta nueva Ecorregión se tomaron únicamente datos de las parcelas del INF. Con la información de 17 parcelas el análisis accedió a la formación de cuatro Zonas Forestales. Las mismas se ilustran mediante el dendrograma de la Figura 6, donde se interpretan las parcelas asociadas a cada ZF. La ZF 1 aglomeró la mayor cantidad de parcelas (8), seguida por las Zonas Forestales 2 y 3 (3 cada una), mientras que la ZF 4 solo agrupó dos de estas.

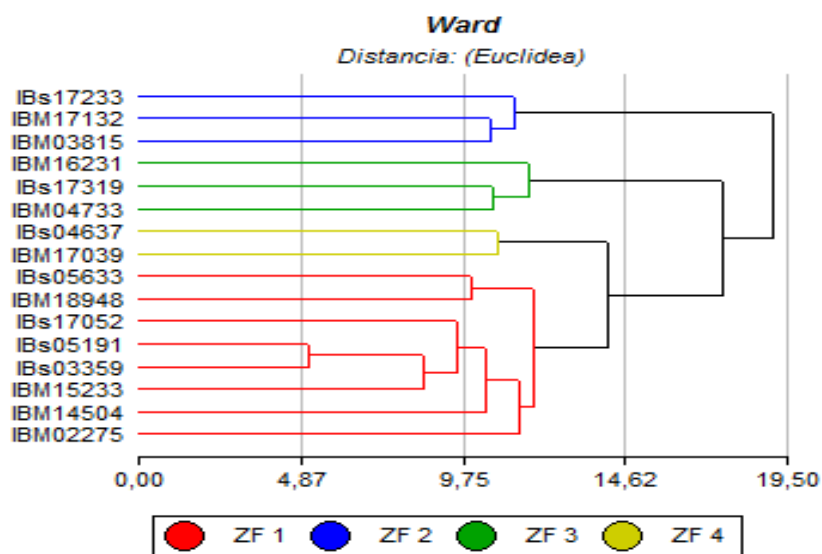


Figura 14. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclídea), para clasificar la vegetación (árboles, helechos arborescentes y palmas ≥ 10 cm de dap) de 16 parcelas de 0.1 ha muestreadas.

El resultado de especies indicadoras para estos grupos de Zonas Forestales se resume en el Cuadro 22.

Según los resultados del Cuadro 22, la ZF 1 presentó solo una especie indicadora ($p < 0.1$). Esta misma zona aglomeró la mayor cantidad de parcelas, sin embargo, estas no tienen una distribución definida al ver su ubicación geográficamente, por lo que es necesario aplicar una conglomeración nuevamente, con ayuda de capas de SIG para la clasificación de estas Zonas Forestales.

Por otra parte, La prueba NMS dio un valor de Stress menor a 20, el cual según la literatura es una interpretación razonable para realizar la ordenación, además, la misma permite interpretar una proporción de varianza del 79% en ambos ejes. En el Cuadro 23, se representan estos resultados.

Al hacer distribución de las ZF mediante SIG, se observó que la ZF 1 no cumple con un orden adecuado geográficamente, ya que existen muchos traslapes con otras ZF, por lo tanto, a la hora de realizar el Mapa de Ecorregiones, va a ser necesario efectuar un nuevo replanteamiento de grupos en estas Ecorregiones, a la hora de trazar el mapa de las Ecorregiones estas se manejarán por separado.

Cuadro 22. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en cuatro Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles, helechos arborescentes y palmas ≥ 10 cm de dap, en 16 parcelas de muestreo.

Especies	ZF	Valor indicador	p-valor
<i>Hampea appendiculata</i>	1	0.79	0.082
<i>Cecropia angustifolia</i>	2	0.97	0.003
<i>Guárea kunthiana</i>	2	0.94	0.007
<i>Ruagea glabra</i>	2	1	0.007
<i>Cyathea sp</i>	2	0.87	0.013
<i>Elaeagia auriculata</i>	2	0.87	0.028
<i>Cordia croatii</i>	2	0.82	0.067
<i>Dendropanax globosus</i>	2	0.82	0.067
<i>Lozania mutisiana</i>	2	0.82	0.067
<i>Symphonia globulifera</i>	2	0.82	0.067
<i>Conostegia rufescens</i>	2	0.82	0.071
<i>Inga longispica</i>	2	0.82	0.071
<i>Chrysochlamys allenii</i>	2	0.73	0.084
<i>Iriartea deltoidea</i>	3	1	0.007
<i>Conceveiba pleiostemona</i>	3	0.78	0.042
<i>Sapindus saponaria</i>	3	0.82	0.053
<i>Chimarrhis parviflora</i>	3	0.82	0.056
<i>Coccoloba tuerckheimii</i>	3	0.82	0.056
<i>Guárea bullata</i>	3	0.82	0.056
<i>Lonchocarpus monteviridis</i>	3	0.82	0.056
<i>Pachira aquatica</i>	3	0.82	0.056
<i>Guatteria verrucosa</i>	3	0.82	0.062
<i>Inga leiocalycina</i>	3	0.82	0.062
<i>Ocotea insularis</i>	3	0.71	0.097
<i>Cupania glabra</i>	4	0.91	0.007
<i>Beilschmiedia brenesii</i>	4	1	0.008
<i>Ocotea veraguensis</i>	4	1	0.008
<i>Oreopanax xalapensis</i>	4	0.9	0.009
<i>Casearia sylvestris</i>	4	0.85	0.017
<i>Inga punctata</i>	4	0.89	0.023

Cuadro 23. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.

NMF.R ²	LF.R ²	Stress
0,97	0,82	18,11

Valores propios

Eje	Proporción de varianza
NMS1	0,46
NMS2	0,35

2.3.2.2.8 111.Ecorregión Zona Norte

Al existir suficiente información de PMF en la Zona Norte del país, se decidió realizar el análisis de conglomerados con esta fuente de información. El estudio se aplicó para 57 PMF, en donde cada unidad se tomó como una parcela de muestreo. El análisis de conglomerados permitió clasificar cuatro ZF, donde se interpretan las parcelas asociadas a cada zona (Figura 12). La ZF 1 aglomeró la mayor cantidad de parcelas (20), seguida por la ZF 2 (17) y 4 (15), mientras que la ZF 3 solo agrupó cuatro de estas. A continuación, el dendrograma resultante

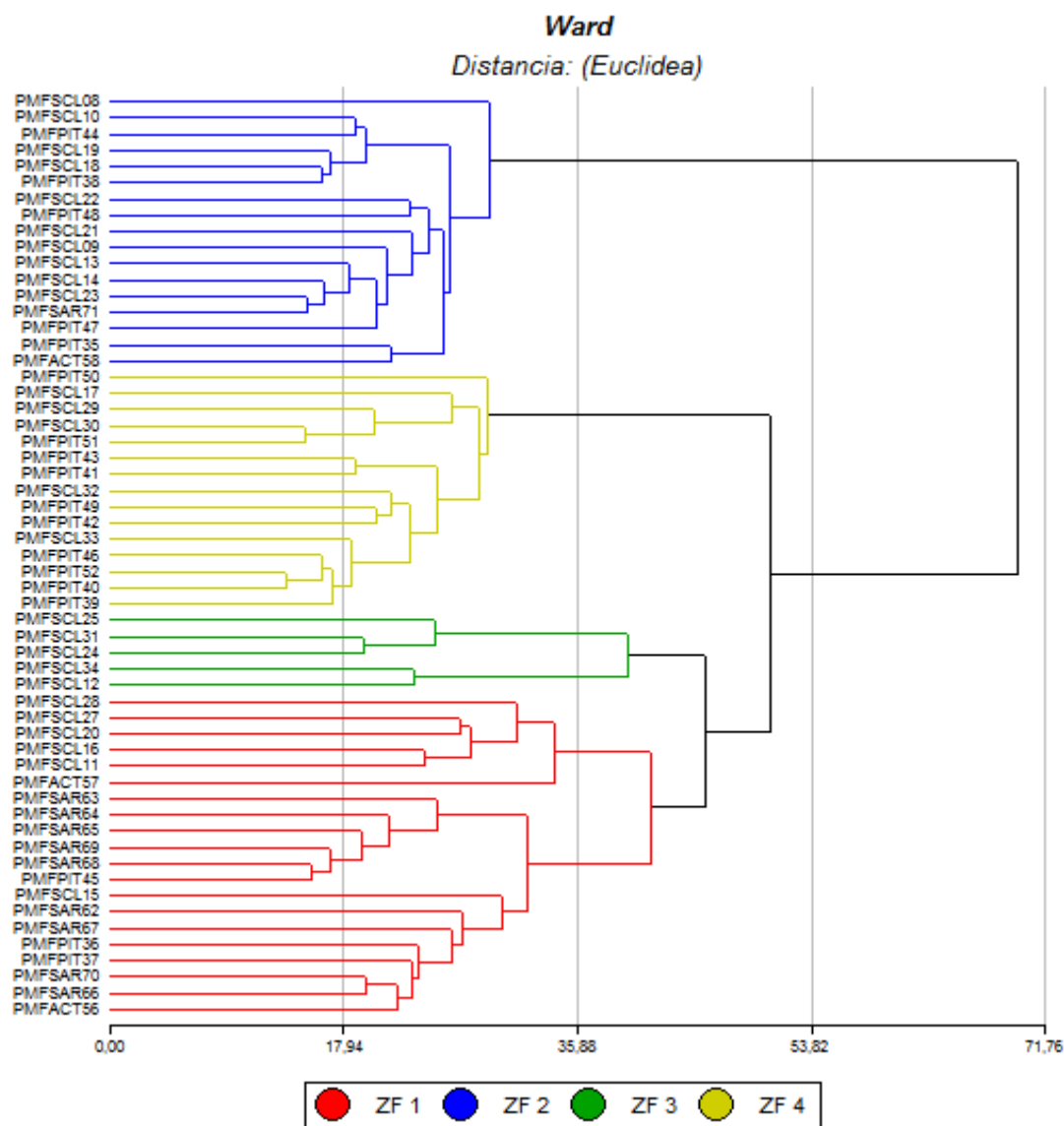


Figura 15. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclidiana), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 57 parcelas de 0.3 ha muestreadas.

Los datos para este análisis fueron adquiridos del SINAC: Sub región San Carlos – Los Chiles (SCL), 26 PMF; Sub región Pital – Cureña, 18 PMF; Sub región Sarapiquí, 10 PMF; y 3 PMF del Área de Conservación Tortuguero.

El resultado de especies indicadoras para los cuatro grupos de Zonas Forestales se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 24. Especies indicadoras ($p < 0.05$) representativas en cuatro Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y palmas ≥ 10 cm de dap, en 57 parcelas de muestreo.

<i>Especies</i>	<i>Grupo</i>	<i>Valor indicador</i>	<i>p-valor</i>
<i>Dendrobangia boliviana</i>	1	0.82	0.001
<i>Socratea exorrhiza</i>	1	0.63	0.001
<i>Guatteria aeruginosa</i>	1	0.67	0.003
<i>Ampelocera macrocarpa</i>	1	0.67	0.004
<i>Conceveiba pleiostemona</i>	1	0.66	0.004
<i>Sterculia recordiana</i>	1	0.64	0.007
<i>Psychotria panamensis</i>	1	0.59	0.009
<i>Abarema macradenia</i>	1	0.63	0.012
<i>Genipa americana</i>	1	0.6	0.013
<i>Marila pluricostata</i>	1	0.63	0.017
<i>Hernandia didymantha</i>	1	0.65	0.017
<i>Ocotea bijuga</i>	1	0.59	0.019
<i>Richeria obovata</i>	1	0.55	0.021
<i>Alchorneopsis floribunda</i>	1	0.61	0.021
<i>Famea occidentalis</i>	1	0.62	0.027
<i>Hieronyma alchorneoides</i>	1	0.62	0.028
<i>Pausandra trianae</i>	1	0.59	0.031
<i>Goethalsia meiantha</i>	1	0.62	0.034
<i>Protium panamense</i>	1	0.5	0.043
<i>Cassipourea elliptica</i>	1	0.5	0.047
<i>Andira inermis</i>	1	0.45	0.049
<i>Ormosia intermedia</i>	1	0.45	0.05
<i>Luehea seemannii</i>	1	0.5	0.05
<i>Pouteria silvestris</i>	2	0.8	0.001
<i>Guárea guidonia</i>	2	0.87	0.001
<i>Lonchocarpus oliganthus</i>	2	0.87	0.001
<i>Cecropia insignis</i>	2	0.87	0.001
<i>Ocotea atirrensensis</i>	2	0.95	0.001
<i>Drypetes brownii</i>	2	0.83	0.001
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	2	0.9	0.001
<i>Protium costaricense</i>	2	0.97	0.001
<i>Hernandia stenura</i>	2	0.82	0.001
<i>Brosimum alicastrum</i>	2	0.77	0.001
<i>Rollinia pittieri</i>	2	0.77	0.001
<i>Cordia cymosa</i>	2	0.73	0.001
<i>Warszewiczia uxpanapensis</i>	2	0.69	0.003
<i>Schizolobium parahyba</i>	2	0.69	0.003
<i>Lonchocarpus velutinus</i>	2	0.73	0.003
<i>Vantanea barbourii</i>	2	0.71	0.003
<i>Alchornea costaricensis</i>	2	0.78	0.003
<i>Aspidosperma spruceanum</i>	2	0.76	0.003
<i>Brosimum costaricanum</i>	2	0.59	0.004
<i>Cupania glabra</i>	2	0.69	0.004
<i>Miconia argentea</i>	2	0.75	0.006
<i>Aiouea costaricensis</i>	2	0.64	0.007

<i>Billia colombiana</i>	2	0.65	0.007
<i>Panopsis suaveolens</i>	2	0.65	0.009
<i>Ardisia auriculata</i>	2	0.66	0.009
<i>Byrsonima arthropoda</i>	2	0.66	0.011
<i>Otoba novogranatensis</i>	2	0.65	0.011
<i>Garcinia madruno</i>	2	0.62	0.014
<i>Iriartea deltoidea</i>	2	0.62	0.014
<i>Brosimum lactescens</i>	2	0.63	0.018
<i>Crossopetalum tonduzii</i>	2	0.58	0.021
<i>Rehdera trinervis</i>	2	0.54	0.022
<i>Inga allenii</i>	2	0.54	0.025
<i>Quararibea asterolepis</i>	2	0.54	0.025
<i>Vismia ferruginea</i>	2	0.52	0.03
<i>Ormosia velutina</i>	2	0.58	0.037
<i>Licania arborea</i>	2	0.49	0.039
<i>Handroanthus ochraceus</i>	2	0.49	0.045
<i>Ficus tonduzii</i>	2	0.49	0.045
<i>Protium schippii</i>	3	0.77	0.001
<i>Humirastrum diguense</i>	3	0.77	0.001
<i>Brosimum utile</i>	3	0.73	0.001
<i>Pterocarpus officinalis</i>	3	0.67	0.002
<i>Virola guatemalensis</i>	3	0.58	0.004
<i>Protium pittieri</i>	3	0.69	0.004
<i>Inga venusta</i>	3	0.63	0.006
<i>Nectandra cissiflora</i>	3	0.63	0.006
<i>Sloanea sulcata</i>	3	0.63	0.006
<i>Tabernaemontana arborea</i>	3	0.63	0.006
<i>Zanthoxylum melanostictum</i>	3	0.63	0.006
<i>Pleurothyrium palmanum</i>	3	0.63	0.006
<i>Nectandra reticulata</i>	3	0.63	0.006
<i>Astrocaryum standleyanum</i>	3	0.63	0.006
<i>Cordia alliodora</i>	3	0.65	0.006
<i>Licania arachicarpa</i>	3	0.67	0.006
<i>Apeiba tibourbou</i>	3	0.62	0.007
<i>Micropholis crotonoides</i>	3	0.58	0.007
<i>Inga alba</i>	3	0.64	0.009
<i>Tachigali costaricensis</i>	3	0.64	0.009
<i>Prestoea decurrens</i>	3	0.59	0.01
<i>Vochysia guatemalensis</i>	3	0.65	0.01
<i>Guárea glabra</i>	3	0.63	0.012
<i>Dialium guianense</i>	3	0.61	0.012
<i>Lonchocarpus ferrugineus</i>	3	0.53	0.025
<i>Chomelia venulosa</i>	3	0.42	0.031
<i>Tabebuia chrysantha</i>	3	0.41	0.034
<i>Alibertia atlantica</i>	4	0.79	0.001
<i>Dendropanax stenodontus</i>	4	0.86	0.001
<i>Protium ravenii</i>	4	0.85	0.001
<i>Sloanea faginea</i>	4	0.69	0.001
<i>Virola sebifera</i>	4	0.89	0.001
<i>Anaxagorea crassipetala</i>	4	0.75	0.001
<i>Xylopia sericophylla</i>	4	0.77	0.001
<i>Brosimum guianense</i>	4	0.8	0.002
<i>Pseudolmedia spuria</i>	4	0.8	0.003

<i>Vismia macrophylla</i>	4	0.64	0.004
<i>Myrciaria floribunda</i>	4	0.71	0.005
<i>Lacmellea panamensis</i>	4	0.67	0.008
<i>Inga spectabilis</i>	4	0.63	0.009
<i>Ocotea mollifolia</i>	4	0.62	0.01
<i>Sloanea medusula</i>	4	0.66	0.012
<i>Welfia regia</i>	4	0.6	0.014
<i>Sideroxylon capiri</i>	4	0.62	0.015
<i>Pouteria durlandii</i>	4	0.61	0.016
<i>Eschweilera calyculata</i>	4	0.62	0.022
<i>Casearia arborea</i>	4	0.62	0.022
<i>Lacunaria panamensis</i>	4	0.58	0.028
<i>Cynometra retusa</i>	4	0.45	0.029
<i>Clethra lanata</i>	4	0.58	0.029
<i>Capparis pittieri</i>	4	0.57	0.032
<i>Vantanea occidentalis</i>	4	0.61	0.033
<i>Dystovomita paniculata</i>	4	0.52	0.036
<i>Cordia bicolor</i>	4	0.61	0.036
<i>Hampea appendiculata</i>	4	0.56	0.043

El total de especies indicadoras para las 4 ZF de esta Ecorregión fue de 117 individuos. Por otra parte, la prueba NMS dio un valor de Stress menor a 20, el cual según la literatura es una interpretación razonable para realizar la clasificación de tipos de vegetación, además, la misma permitió interpretar una proporción de varianza del 83% en ambos ejes. A continuación, se representan estos resultados:

Cuadro 25. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.

NMF.R ²	LF.R ²	Stress
0.96	0.82	19.74
Valores propios		
EJE	Proporción de varianza	
NMS1	0.53	
NMS2	0.30	

Al hacer la distribución de las ZF mediante SIG, se observó que las mismas no presentan una ubicación separada geográficamente, ya que existen muchos traslapes entre ellas, por lo tanto, a la hora de realizar un Mapa de Ecorregiones se hizo necesario efectuar un nuevo replanteamiento de grupos en esta Ecorregión.

En esta Ecorregión se ubicaron dos Zonas Forestales, que por sus características geográficas y climáticas son distintas al resto, sin embargo, no existen suficientes datos de parcelas para poder clasificarlas, por lo tanto, se reportan como Zonas Forestales sin clasificación para esta metodología. Es importante que estos vacíos de información sean tomados en cuenta en una nueva intervención de campo.

2.3.2.2.9 112.Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso

En esta Ecorregión cabe la particularidad de que la información de parcelas del INF fue muy escasa, solamente se pudo contar con información efectiva para análisis para 6 de ellas, ya que las otras unidades de muestreo no cumplían con los requisitos para entrar en el análisis (tener mínimo dos especies representadas y que cada especie esté al menos en dos parcelas distintas) Por los motivos mencionados, se decidió incluir las 57 parcelas de PMF usadas para clasificar los bosques de la Zona Norte, combinadas con las 6 del INF y realizar la técnica de agrupación para ver su comportamiento.

El análisis de conglomerados permitió clasificar cinco ZF. Las mismas se ilustran mediante un dendrograma (Figura 16), donde se interpretan las parcelas asociadas a cada una. El ZF 1 aglomeró la mayor cantidad de parcelas (19), seguida por la ZF 5 (17), ZF 2 (14), ZF 4 (8), mientras que la ZF 3 solo agrupó cinco de estas.

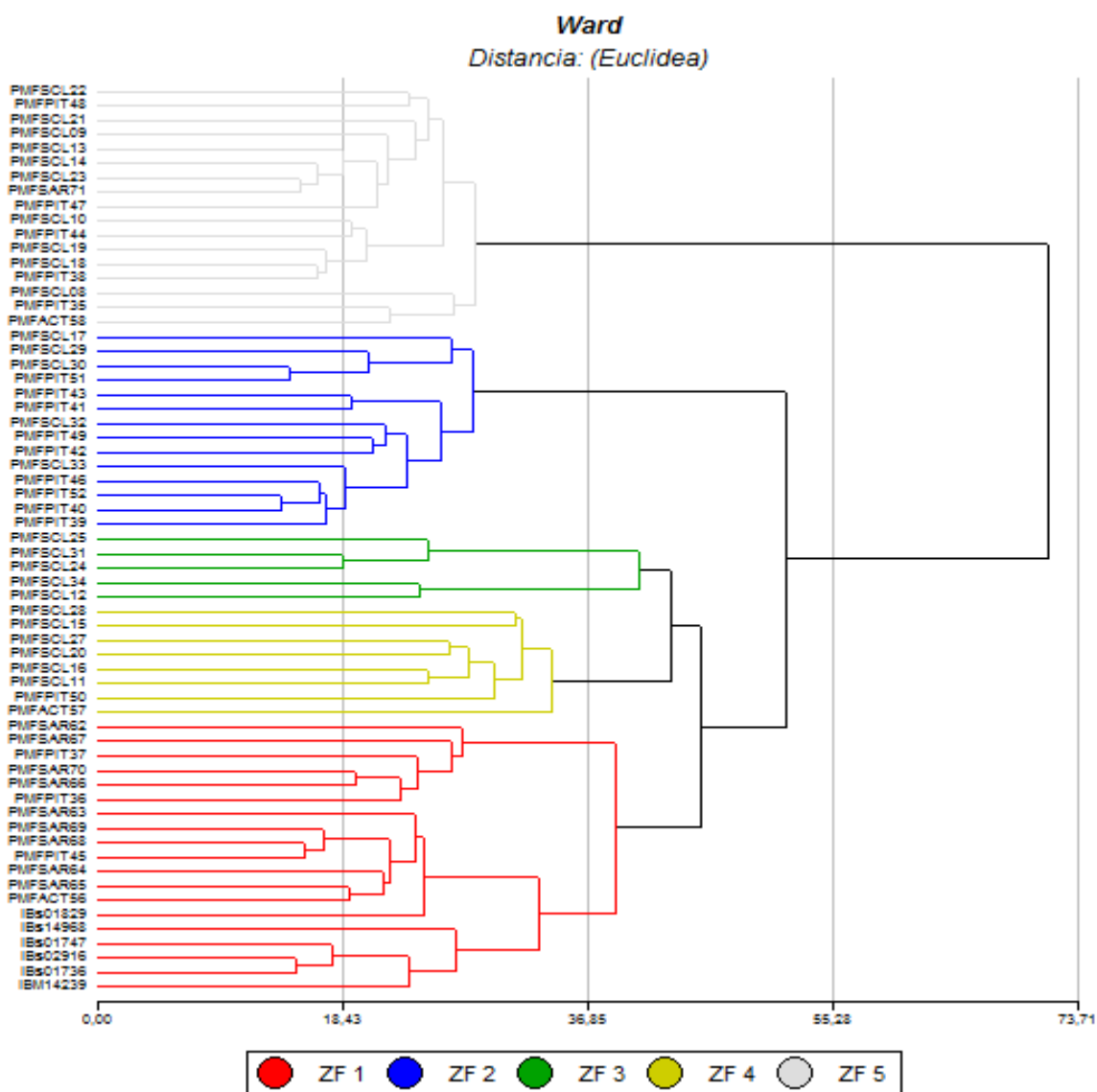


Figura 16. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclidiana), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 57 parcelas de 0.3 ha y 6 parcelas de 0.1 ha muestreadas.

El resultado de especies indicadoras para esta ecorregión se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 26. Especies indicadoras ($p < 0.05$) representativas de esta ecorregión. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y palmas ≥ 10 cm de dap, en 63 parcelas de muestreo.

Especies	Grupo	Valor indicador	p-valor
<i>Conceveiba pleiostemona</i>	1	0.59	0.024
<i>Genipa americana</i>	1	0.57	0.033
<i>Cassipourea elliptica</i>	1	0.51	0.042
<i>Psychotria panamensis</i>	1	0.48	0.042
<i>Macrolobium costaricense</i>	1	0.5	0.044

La ZF 1, zona en la cual se agruparon las parcelas INF, presentó la menor cantidad de especies indicadoras (5). La distribución de las parcelas aglomeradas a esa zona no mostró un orden adecuado, sin embargo, la prueba NMS dio un valor de Stress menor a 20, el cual según la literatura es una interpretación razonable para realizar la ordenación, además, la misma permitió interpretar una proporción de varianza del 88% en ambos ejes. A continuación, se representan estos resultados:

Cuadro 27. Ordenación de los datos mediante la prueba de escalamiento multidimensional no-métrico.

NMF.R ²	LF.R ²	Stress
0.96	0.88	18.86
Valores propios		
Eje	Proporción de varianza	
NMS1	0.38	
NMS2	0.50	

En esta Ecorregión, se ubicó una Zona Forestal que por sus características geográficas y climáticas se delimitó por aparte, sin embargo, no existen datos de parcelas suficientes para poder clasificarla, por lo tanto, se reporta como Zona Forestal sin clasificación para esta metodología. Es importante que estos vacíos de información sean tomados en cuenta en una nueva intervención de campo.

Por otra parte, a la hora de ver la distribución de las ZF mediante SIG, se observó que las mismas no cumplen con un orden apropiado geográficamente, ya que existen muchos traslapes entre ellas, por lo tanto, a la hora de realizar el Mapa de Ecorregiones se van a tomar las 6 parcelas de INF como una ZF, excluyendo de estas las parcelas provenientes de PMF, ya que las mismas fueron utilizadas para clasificar la Zona Norte.

2.3.2.2.10 Rodales De Mangles

Estos tipos de bosques, por poseer características especiales de conformación florística, fueron analizados estadísticamente por separado, sin tomar en cuenta los límites de la regionalización. Para ello se tomaron en cuenta únicamente datos de parcelas del INF, correspondientes a Rodales de Mangle. Cabe destacar que, en algunas parcelas el inventario florístico era dominado por una única especie, sin embargo, también fueron consideradas en el análisis.

Con la información de 11 parcelas el análisis de conglomerados accedió a la formación de tres grupos de bosques de mangles distintos. Los mismos se ilustran mediante el dendrograma de la Figura 17, donde se interpretan las parcelas asociadas a cada uno. El grupo 3 aglomeró la mayor cantidad de parcelas (5), mientras que los grupos 1 y 2 agruparon tres de estas cada uno.

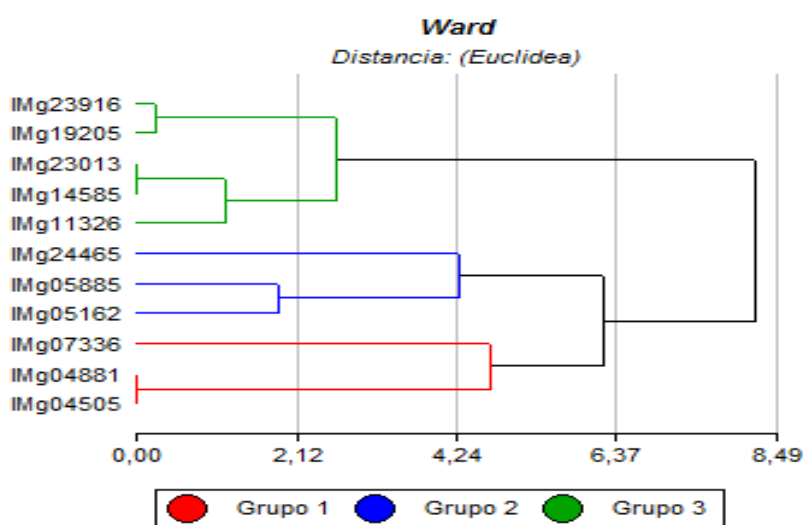


Figura 17. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclidiana), para clasificar la vegetación (árboles y arbustos ≥ 10 cm de dap) de 11 parcelas de 0.1 ha muestreadas.

El resultado de especies indicadoras para las Zonas Forestales, rodales de mangles se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 28. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en tres grupos de rodales de mangles. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y arbustos ≥ 10 cm de dap, en 11 parcelas de muestreo.

Especies	Grupo	Valor indicador	p-valor
<i>Avicennia germinans</i>	1	0.5	0.715
<i>Laguncularia racemosa</i>	1	0.97	0.017*
<i>Rhizophora racemosa</i>	2	0.82	0.118
<i>Pelliciera rhizophorae</i>	2	0.69	0.190
<i>Rhizophora mangle</i>	3	0.94	0.007*

* Especie indicadora

Según los resultados del Cuadro 28 el grupo 2 no presentó ninguna especie indicadora, sin embargo, los grupos 1 y 3 presentaron una cada uno. Cabe destacar que en este análisis la diversidad florística dentro de las 11 parcelas de muestreo fue apenas de 5 especies. Resultado aplicando el criterio de que una especie

debe estar presente en dos o más parcelas. Por otra parte, la prueba NMS dio un valor de Stress cercano a 10, además, la misma permitió interpretar una proporción de varianza del 95 % en ambos ejes. A continuación, se representan estos resultados:

Cuadro 29. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.

NMF.R ²	LF.R ²	Stress
0.99	0.95	10.19
Valores propios		
Eje	Proporción de varianza	
NMS1	0.62	
NMS2	0.33	

Para esta clasificación de rodales de mangle es conveniente aumentar el tamaño de las parcelas de muestro, para lograr así aumentar la diversidad florística inventariada dentro de estas.

2.3.2.2.11 Bosques De Palmas

Igualmente, que con Rodales de Mangles estos bosques por poseer características especiales de conformación florística fueron analizados estadísticamente por separado, sin tomar en cuenta los límites de la regionalización. Para ello se tomaron en cuenta únicamente datos de parcelas del INF, correspondientes a Bosques de Palmas. Cabe destacar que en algunas parcelas el inventario florístico era dominado por una única especie, considerándolas así en el análisis.

Con la información de 17 parcelas el análisis de conglomerados accedió a la formación de tres grupos de bosques de bosque de palmas distintos. Los mismos se ilustran mediante el dendrograma de la Figura 18, donde se interpretan las parcelas asociadas a cada uno. El grupo 1 aglomeró la mayor cantidad de parcelas (10), seguido del grupo 2 que aglomero cuatro parcelas, mientras que el grupo 3 solo agrupo tres de estas.

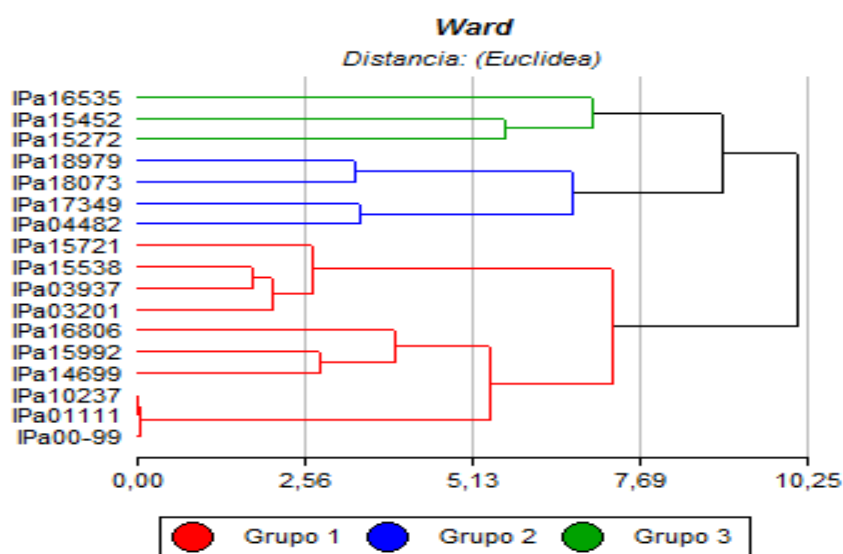


Figura 18. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclidiana), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 17 parcelas de 0.1 ha muestreadas.

El resultado de especies indicadoras para estos grupos de bosques de palmas se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 30. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en tres Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y palmas ≥ 10 cm de dap, en 17 parcelas de muestreo.

Especies	Grupo	Valor indicador	p-valor
<i>Raphia taedigera</i>	1	0.64	0.060
<i>Prioria copaifera</i>	2	0.88	0.010
<i>Zygia gigantifoliola</i>	2	0.71	0.056
<i>Inga multijuga</i>	2	0.71	0.067
<i>Astrocaryum alatum</i>	3	0.97	0.001
<i>Zygia latifolia</i>	3	0.82	0.024

Los tres grupos de Bosques de Palmas clasificados presentan especies indicadoras, y geográficamente se distribuyen en sitios donde no hay traslapes de parcelas, por lo que se considera aceptable el análisis de agrupación de parcelas, para clasificar estos bosques. Por otra parte, la prueba NMS dio un valor de Stress menor a 10, el cual según la literatura es una interpretación muy buena para realizar la ordenación, además,

la misma permitió interpretar una proporción de varianza del 98 % en ambos ejes. A continuación, se representan estos resultados:

Cuadro 31. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.

	NMF.R ²	LF.R ²	Stress
	0.99	0.98	7.42
Valores propios			
Eje	Proporción de varianza		
NMS1	0.76		
NMS2	0.22		

En este tipo de clasificación de Bosques de Palmas cabe destacar que algunas parcelas eran dominadas por una única especie, tal es caso de yolillales (bosques dominados por la palma *Raphia taedigera*). Cabe destacar que, en la Ecorregión del Caribe se encuentran los tres tipos de estos bosques.

2.3.2.3 Análisis posterior a la delimitación de las Zonas Forestales.

Una vez realizada la delimitación a nivel de mapa de cada una de las Zonas Forestales, utilizando como base las otras capas SIG mencionadas, se observó que en algunos casos no todas las parcelas que definieron una Zona Forestal se ubicaron dentro del área geográficamente delimitada para la misma, sino que quedaban en algunas circunstancias cerca de otra ZF, y en otras, alguna parcela se ubica más lejos de la zona delimitada. También existieron casos de que parcelas de una Zona Forestal se situaban en otra Ecorregión (traslapes).

Las Ecorregiones definidas en el punto b que no presentaron este tipo de inconvenientes son: 102.Serranías de la península de Nicoya, 108.Pacífico Sur y 109. Zona Caribe. Mientras que la 112.Zona, Llanuras de Guatuso, Los Chiles, Upala; fue determinada como Ecorregión con sólo dos grupos de bosques, una de estas, la ZF definida con las 6 parcelas del INF y la otra fue la concluyente de los bosques de palmas.

Para las Ecorregiones que presentaron inconvenientes a la hora de ver la distribución de las Zonas Forestales mediante SIG, se realizó un nuevo análisis estadístico específico para estas, utilizando la misma cantidad de parcelas analizadas en el punto b, de estos resultados, por lo tanto, la ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico (NMS) se ve mantener igual. Únicamente se realizaron ajustes a los conglomerados de parcelas que presentaron problemas (traslapes entre ZF), por lo tanto, las mismas fueron ubicadas dentro de la Zona Forestal en la geográficamente pertenece según el Mapa de Ecorregiones definido. Con ello se obtuvieron nuevos resultados para estos casos en que hubo modificaciones y se presentan a continuación.

2.3.2.3.1 101.Ecorregión Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque

En este nuevo análisis se realizaron cambios debido a que algunas ubicaciones geográficas de parcelas no concordaban con el mapa de Zonas Forestales. Los mismos fueron aplicados a los siguientes grupos de Zonas Forestales: en el grupo 1 inicial las parcelas fueron divididas en dos Zonas Forestales, las mismas se ilustran en los grupos 1 y 5 presentes (Figura 19), por otra parte, las parcelas del grupo 2 inicial fueron también separadas en dos nuevas ZF. En la siguiente figura se ilustran los cambios efectuados en esta Ecorregión.

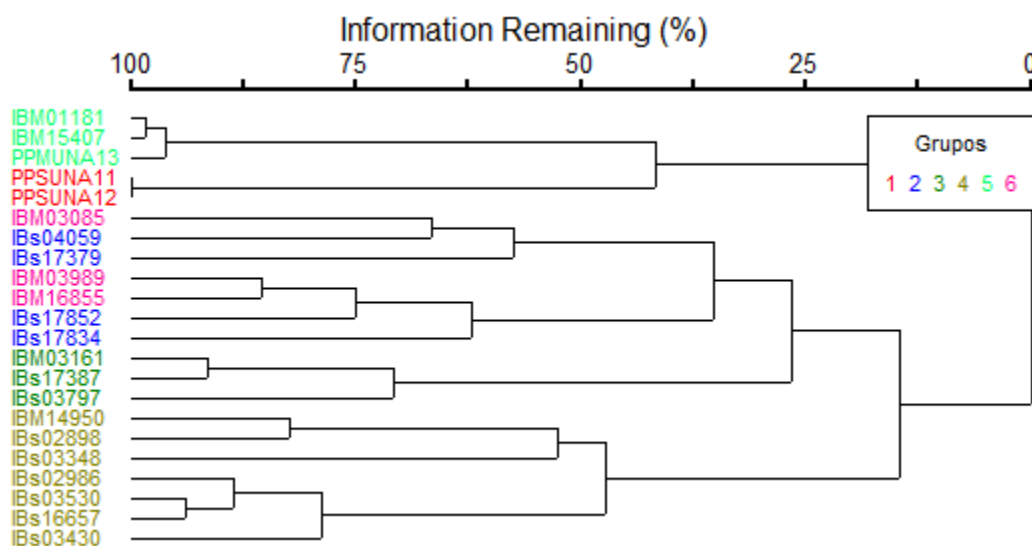


Figura 19. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclídea), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 19 parcelas de 0.1 ha (INF) y 3 parcelas de 1 ha (PPM) muestreadas.

El resultado de especies indicadoras para los seis grupos de Zonas Forestales definidos se resume en el Cuadro 32.

Para este nuevo análisis se encontró una mayor cantidad de especies indicadoras (28), lo cual resulta beneficioso para la clasificación de estas seis nuevas Zonas Forestales. Cabe destacar que la prueba de ordenación de datos NMS se mantiene igual, cuyo resultado de Stress fue de 21,29.

Cuadro 32. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en seis grupos de Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y palmas ≥ 10 cm de dap, en 22 parcelas de muestreo.

Especies	Grupo (ZF)	Valor indicador	p-valor
<i>Rehdera trinervis</i>	1	0.91	0.004
<i>Erythroxylum havanense</i>	1	1	0.007
<i>Schoepfia schreberi</i>	1	1	0.007
<i>Bursera tomentosa</i>	1	0.94	0.008
<i>Lysiloma divaricatum</i>	1	0.9	0.011
<i>Ocotea leucoxylon</i>	1	0.88	0.011
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	1	0.92	0.013
<i>Semialarium mexicanum</i>	1	0.83	0.016
<i>Bauhinia unguolata</i>	1	0.81	0.018
<i>Dalbergia retusa</i>	1	0.83	0.018
<i>Zuelania guidonia</i>	1	0.83	0.019
<i>Leptolobium panamense</i>	1	0.81	0.025
<i>Luehea speciosa</i>	1	0.73	0.043
<i>Guettarda macrosperma</i>	1	0.75	0.053
<i>Swietenia macrophylla</i>	1	0.71	0.086
<i>Genipa americana</i>	1	0.67	0.093
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	2	0.78	0.030
<i>Coccoloba caracasana</i>	3	1	0.003
<i>Samanea saman</i>	3	0.74	0.045
<i>Tabebuia ochracea</i>	4	0.77	0.004
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	4	0.72	0.023
<i>Stemmadenia obovata</i>	4	0.76	0.032
<i>Quercus oleoides</i>	5	0.84	0.015
<i>Maytenus segoviarum</i>	5	0.76	0.031
<i>Simarouba glauca</i>	5	0.8	0.033
<i>Roupala montana</i>	5	0.82	0.055
<i>Ficus costaricana</i>	6	0.82	0.042
<i>Spondias radlkoferi</i>	6	0.73	0.056

2.3.2.3.2 106.Ecorregión Alta de Talamanca

En este nuevo análisis se realizó un cambio debido a que en una parcela la ubicación geográfica no coincidía con el mapa de Zonas Forestales. El mismo fue aplicado a la siguiente parcela: IBM20853, que fue pasada de la Zona Forestal del grupo 1 a la Zona Forestal del grupo 4. En la siguiente figura se ilustra el cambio efectuado en esta Ecorregión.

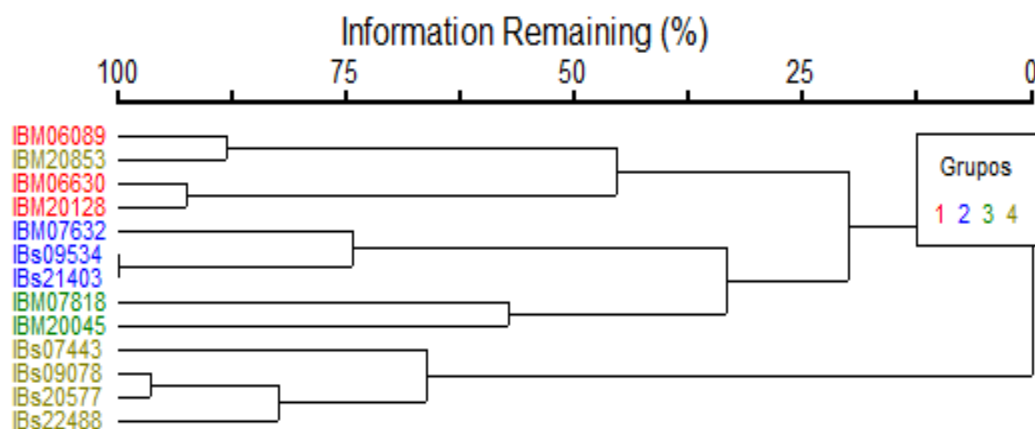


Figura 20. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclídea), para clasificar la vegetación (árboles, helechos arborescentes y palmas ≥ 10 cm de dap) de 13 parcelas de 0.1 ha muestreadas.

El resultado de especies indicadoras para los cuatro grupos de Zonas Forestales definidos se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 33. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en cuatro Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles, helechos arborescentes y palmas ≥ 10 cm de dap, en 13 parcelas de muestreo.

Especies	Grupo	Valor indicador	p-valor
<i>Quercus costaricensis</i>	1	0.82	0.071
<i>Billia rosea</i>	1	0.82	0.100
<i>Diospyros hartmanniana</i>	2	0.82	0.074
<i>Nectandra smithii</i>	2	0.82	0.074
<i>Sorocea trophoides</i>	2	0.82	0.074
<i>Chrysochlamys allenii</i>	2	0.82	0.089
<i>Ocotea stenoneura</i>	2	0.82	0.089
<i>Quercus bumelioides</i>	2	0.82	0.095
<i>Chamaedorea sp</i>	3	1	0.016
<i>Guárea grandifolia</i>	3	1	0.016
<i>Cyathea sp</i>	3	1	0.016
<i>Saurauia montana</i>	3	0.86	0.030
<i>Myrsine coriacea</i>	4	0.77	0.066
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	4	0.77	0.069

En este nuevo análisis se encontró la misma cantidad de especies indicadoras (14), lo cual resulta muy beneficioso para la clasificación de estas cuatro nuevas Zonas Forestales, debido a que esta vez, en todos los grupos de Zonas Forestales se registraron especies indicadoras. Anteriormente el grupo de la Zona Forestal 1 no registro ninguna especie indicadora. Por otra parte, cabe destacar que la prueba de ordenación de datos NMS se mantiene igual, cuyo resultado de Stress fue de 17, 47.

2.3.2.3.3 111. Ecorregión Zona Norte

Al existir diversos traslapes de parcelas en los cuatro grupos de Zonas Forestales inicialmente propuestos, se decidió realizar un nuevo análisis. Se eliminaron cuatro parcelas que fueron utilizadas en el primer análisis de esta Ecorregión, debido a que no calzaron con ninguna de las 4 Zonas Forestales establecidas en el mapa para este sitio. Las parcelas que fueron eliminadas para este nuevo análisis son las siguientes: PMFATC56, PMFACT58, PMFSAR63 Y PMFSCL08. Por lo tanto, los datos adquiridos son provenientes de: Sub región San Carlos – Los Chiles (SCL), 25 PMF; Sub región Pital – Cureña, 18 PMF; Sub región Sarapiquí, 9 PMF; y 1 PMF del Área de Conservación Tortuguero.

Las nuevas Zonas Forestales para esta Ecorregión, se ilustran mediante el dendrograma de la Figura 18, donde se interpretan los cambios asociados a cada una de las parcelas. La nueva ZF 2 aglomeró la mayor cantidad de parcelas (26), seguida por la ZF 3 (16) y 4 (8), mientras que la ZF 3 solo agrupó tres de estas.

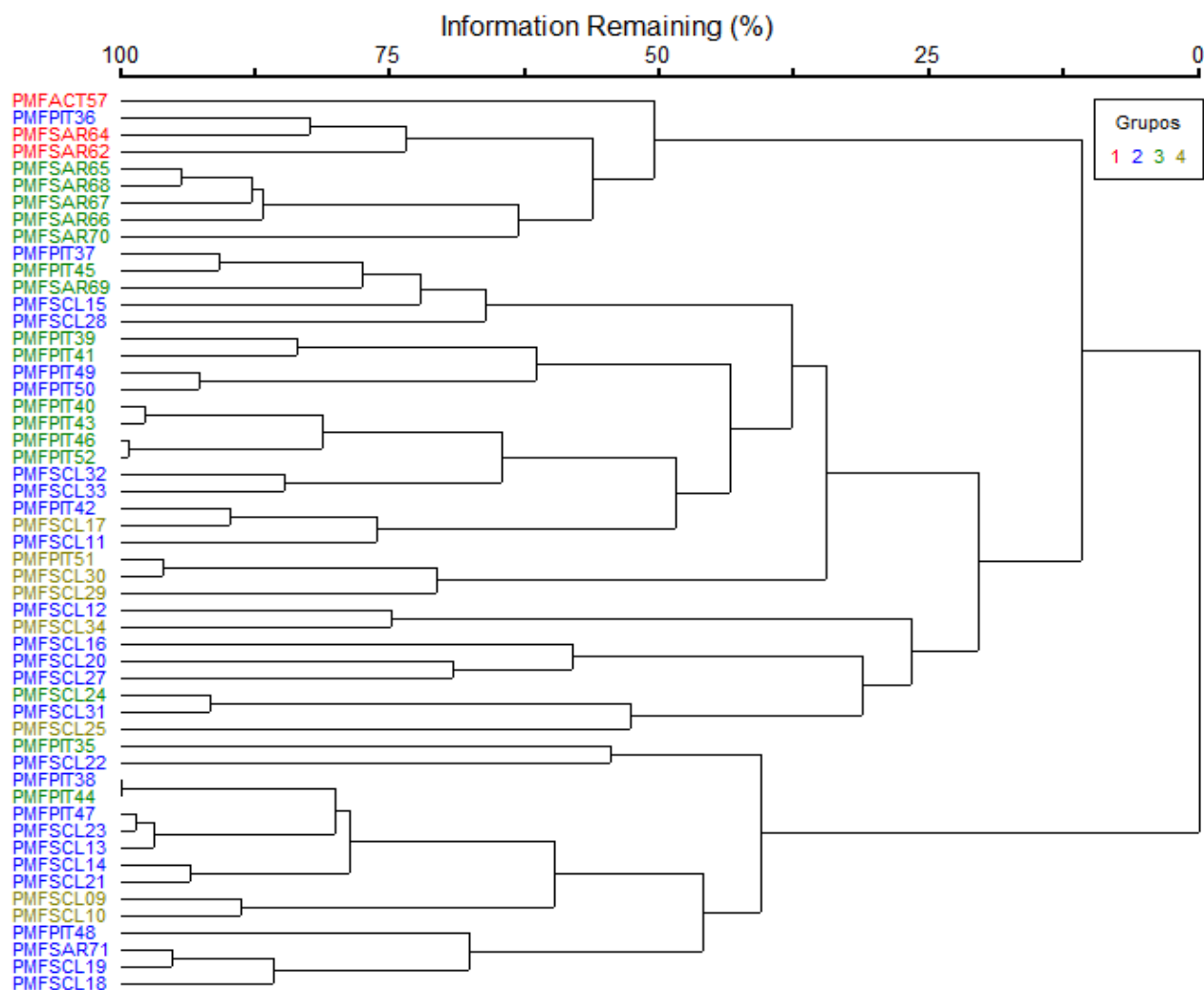


Figura 21. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclídea), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 53 parcelas de 0.3 ha muestreadas.

El resultado de especies indicadoras para los nuevos grupos de Zonas Forestales se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 34. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en cuatro Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de monte carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y palmas ≥ 10 cm de dap, en 53 parcelas de muestreo.

<i>Especies</i>	<i>Grupo (ZF)</i>	<i>Valor indicador</i>	<i>p-valor</i>
<i>Dalbergia melanocardium</i>	1	0.82	0.001
<i>Quararibea bracteolosa</i>	1	0.69	0.012
<i>Ampelocera macrocarpa</i>	1	0.69	0.013
<i>Guatteria aeruginosa</i>	1	0.68	0.016
<i>Trichospermum greuiifolium</i>	1	0.6	0.017
<i>Rauvolfia purpurascens</i>	1	0.53	0.021
<i>Pentaclethra maculosa</i>	1	0.61	0.021
<i>Socratea exorrhiza</i>	1	0.61	0.024
<i>Myrcia splendens</i>	1	0.54	0.028
<i>Hedyosmum scaberrimum</i>	1	0.56	0.031
<i>Zygia gigantifoliola</i>	1	0.55	0.032
<i>Ardisia compressa</i>	1	0.52	0.037
<i>Hirtella lemsii</i>	1	0.53	0.043
<i>Randia aculeata</i>	1	0.52	0.048
<i>Inga allenii</i>	1	0.53	0.0549
<i>Hirtella triandra</i>	1	0.53	0.0589
<i>Pouteria campechiana</i>	1	0.53	0.0589
<i>Tapura guianensis</i>	1	0.53	0.0609
<i>Conceveiba pleiostemona</i>	1	0.6	0.0639
<i>Quiina schippii</i>	1	0.53	0.0799
<i>Protium panamense</i>	1	0.49	0.0809
<i>Cecropia insignis</i>	1	0.58	0.0829
<i>Guárea bullata</i>	1	0.57	0.0859
<i>Billia colombiana</i>	1	0.58	0.0879
<i>Aspidosperma spruceanum</i>	1	0.58	0.0879
<i>Stryphnodendron microstachyum</i>	1	0.58	0.0979
<i>Lonchocarpus oliganthus</i>	3	0.58	0.0729
<i>Roupala montana</i>	3	0.48	0.0839
<i>Warszewiczia uxpanapensis</i>	3	0.5	0.0859
<i>Inga alba</i>	3	0.59	0.0969
<i>Tachigali costaricensis</i>	4	0.67	0.003
<i>Pseudolmedia spuria</i>	4	0.72	0.009
<i>Acacia ruddiae</i>	4	0.59	0.028
<i>Tabebuia guayacan</i>	4	0.54	0.039
<i>Cordia alliodora</i>	4	0.61	0.0539
<i>Virola sebifera</i>	4	0.6	0.0539
<i>Dialium guianense</i>	4	0.6	0.0679

En este análisis la cantidad de especies indicadoras difirió considerablemente (37), lo cual resulta no muy beneficioso para la clasificación de estas nuevas Zonas Forestales, debido a que esta vez la ZF 2 no presentó ninguna especie indicadora. Por otra parte, cabe destacar que la prueba de ordenación de datos NMS al reducir la cantidad de información de parcelas varió. El resultado de esta se interpreta en el siguiente cuadro.

Cuadro 35. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.

NMF.R ²	LF.R ²	Stress
0.96	0.82	20.51
Valores propios		
Eje	Proporción de varianza	
NMS1	0.54	
NMS2	0.29	

El valor de Stress aumento en unos decimales con base a la ordenación del primer análisis (19, 74). Esto debido a la variación de información procesada en este nuevo análisis. Cabe destacar que el nuevo valor de Stress es mayor a 20 por pocos decimales, por lo que se podría considerar razonable este resultado de clasificación de tipos de vegetación.

2.3.2.3.4 110.Ecorregión Cordillera Volcánica Central y 113.Cordillera de Guanacaste

Para este nuevo análisis hubo cambios debido a que ubicación geográfica de algunas parcelas no coincidían con el mapa de Zonas Forestales. Estos fueron aplicados a los cuatro grupos de ZF definidos inicialmente, los mismos se ilustran en la siguiente figura:

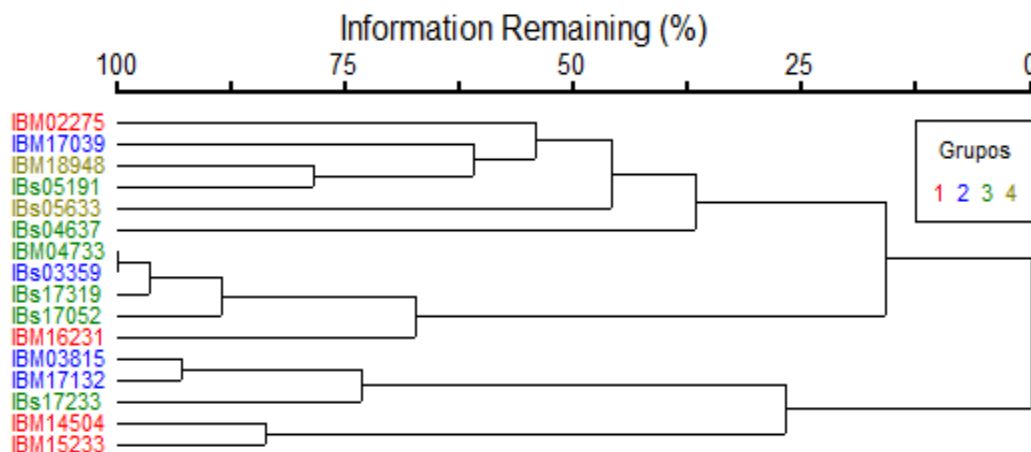


Figura 22. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclídeana), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 16 parcelas de 0.1 ha muestreadas.

El resultado de especies indicadoras para los cuatro grupos de Zonas Forestales se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 36. Especies indicadoras ($p < 0.1$) representativas en cuatro grupos (ZF). Resultado obtenido mediante la prueba de Monte Carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y palmas ≥ 10 cm de dap, en 16 parcelas de muestreo.

Especies	Grupo (ZF)	Valor indicador	p-valor
<i>Calatola costaricensis</i>	1	0.8	0.061
<i>Miconia brenesii</i>	1	0.71	0.096
<i>Citharexylum costaricense</i>	4	1	0.011
<i>Persea schiedeana</i>	4	1	0.011
<i>Oreopanax xalapensis</i>	4	0.82	0.036

En este nuevo análisis se encontró una menor cantidad de especies indicadoras (5), lo cual no resulta muy beneficioso para esta nueva clasificación de ZF, debido a que en dos de estas (2 y 3) no se registraron especies indicadoras. Cabe destacar que la prueba de ordenación de datos NMS se mantiene igual, cuyo resultado de Stress fue de 18, 11.

Para efectos del mapa de las Ecorregiones, estas se manejan por separado.

2.3.2.3.5 Propuesta de clasificación de rodales de mangle y bosques de palma

Estos tipos de bosque fueron clasificados a nivel de Ecorregión y no como grupos a nivel de zona forestal, ya que en algunas Ecorregiones inicialmente se clasificaban en más de un grupo. Sin embargo, la cantidad de parcelas en estos tipos de bosques son muy pocas, por consiguiente, la cantidad de especies para los respectivos análisis también, por lo que los resultados podrían no ser muy confiables.

2.3.2.4 Análisis estadístico para las Zonas Forestales con información.

Para estos resultados finales obtenidos se tomó información de 106 parcelas procedentes del INF, 53 de PMF y solamente 7 PPM; de las PPM solo una fue de bosque primario, mientras que los 6 restantes contenían datos de bosques secundarios. 4 de las PPM de bosques secundarios se usaron para clasificar la Ecorregión 102.Serranías de la Península de Nicoya a causa de la poca información para definir esa zona del país, mientras que los tres restantes se utilizaron para definir las seis ZF de la Ecorregión serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque.

Cuadro 37. Distribución de los registros y especies útiles para el análisis de conglomerados.

Fuente de datos	Número de registros u individuos	Cantidad de especies encontradas	Número de parcelas
INF	2 215	610	106
PMF	4 718	445	53
PPM	10 447	835	7
TOTAL	17 380	898⁹	166

En el punto 2.3.2.2 de este apartado se realizó el análisis inicial para todas las parcelas de muestreo (417) con el objetivo de determinar las Zonas Forestales presentes en Costa Rica, sin embargo, los resultados estadísticos iniciales fueron bastante deficientes dado a que tres grupos (ZF) no presentaron especies indicadoras, los mismos aglomeraron una cantidad importante de parcelas (97). Por lo contrario, una vez realizada la regionalización del país en 10 Ecorregiones y aplicados los respectivos análisis con información de parcelas principalmente de una misma fuente de datos, se procedió a juntar la información resultante en una sola matriz. A la misma se le definió un nombre a cada ZF concluyente de cada Ecorregión, por consiguiente, se procedió a realizar el análisis de especies indicadoras. Los resultados obtenidos se muestran en el siguiente Cuadro.

Cuadro 38. Especies indicadoras ($p < 0.05$) representativas en 30 Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de monte carlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles, helechos arborescentes y palmas ≥ 10 cm de dap, en 166 parcelas de muestreo.

Especies	Nº ZF	Valor indicador	p-valor
<i>Dalbergia retusa</i>	1	69.3	0.001
<i>Erythroxylum havanense</i>	1	100	0.001
<i>Schoepfia schreberi</i>	1	100	0.001
<i>Bursera tomentosa</i>	1	87.4	0.001
<i>Rehdera trinervis</i>	1	66.5	0.001
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	1	84.2	0.001
<i>Lysiloma divaricatum</i>	1	72.8	0.002
<i>Semialarium mexicanum</i>	1	66.9	0.002
<i>Ocotea leucoxylon</i>	1	59.8	0.002
<i>Bauhinia unguolata</i>	1	58.3	0.002

⁹ Total de especies encontradas, no se incluyen un grupo de individuos no identificados y denominados con la especie "desconocida".

Especies	Nº ZF	Valor indicador	p-valor
<i>Zuelania guidonia</i>	1	57.5	0.003
<i>Luehea speciosa</i>	1	51.9	0.005
<i>Manilkara chicle</i>	1	35.2	0.005
<i>Guettarda macrosperma</i>	1	40.3	0.012
<i>Genipa americana</i>	1	36.1	0.016
<i>Swietenia macrophylla</i>	1	39	0.019
<i>Ardisia revoluta</i>	1	27.9	0.030
<i>Quercus oleoides</i>	2	70.5	0.002
<i>Simarouba glauca</i>	2	63.6	0.003
<i>Maytenus segoviarum</i>	2	58.4	0.004
<i>Roupala montana</i>	2	27.2	0.037
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	3	43.7	0.008
<i>Tabebuia ochracea</i>	3	36.5	0.011
<i>Stemmadenia obovata</i>	3	32.4	0.032
<i>Ficus costaricana</i>	4	61.1	0.003
<i>Spondias radlkoferi</i>	4	33.9	0.025
<i>Ocotea veraguensis</i>	4	28.6	0.030
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	4	26	0.042
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	5	34	0.017
<i>Eugenia hiraefolia</i>	5	28.2	0.041
<i>Coccoloba caracasana</i>	6	100	0.000
<i>Samanea saman</i>	6	39.9	0.014
<i>Bombacopsis quinata</i>	8	44.4	0.009
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	8	37.3	0.014
<i>Zanthoxylum setulosum</i>	9	90.2	0.001
<i>Inga vera</i>	9	56.5	0.004
<i>Anacardium excelsum</i>	9	46.4	0.005
<i>Schefflera morototoni</i>	9	31.1	0.048
<i>Clarisia racemosa</i>	10	53.5	0.005
<i>Ficus insipida</i>	11	43.6	0.010
<i>Beilschmiedia alloiophylla</i>	12	50	0.005
<i>Compsonera excelsa</i>	14	69.1	0.001
<i>Dendropanax caucanus</i>	14	51.1	0.004
<i>Guárea pterorhachis</i>	14	47.5	0.006
<i>Heisteria concinna</i>	14	41.2	0.010
<i>Micropholis melinoniana</i>	14	40.1	0.010
<i>Sorocea pubivena</i>	14	35.4	0.019
<i>Garcinia madruno</i>	14	25	0.026
<i>Virola sebifera</i>	14	25.1	0.028
<i>Brosimum utile</i>	14	25.2	0.042
<i>Miconia trinervia</i>	15	76.1	0.000
<i>Miconia affinis</i>	15	37	0.014
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	16	34.7	0.008
<i>Viburnum costaricanum</i>	16	40.5	0.010

Especies	Nº ZF	Valor indicador	p-valor
<i>Inga punctata</i>	16	38.3	0.012
<i>Myrsine coriacea</i>	16	38.6	0.014
<i>Chamaedorea sp</i>	17	100	0.001
<i>Guárea grandifolia</i>	17	67.6	0.002
<i>Ardisia opegrapha</i>	17	45.2	0.013
<i>Cyathea sp</i>	17	34.1	0.016
<i>Saurauia montana</i>	17	28.9	0.039
<i>Ardisia fimbrillifera</i>	17	26.1	0.041
<i>Alchornea glandulosa</i>	17	43.3	0.046
<i>Diospyros hartmanniana</i>	18	66.7	0.003
<i>Nectandra smithii</i>	18	66.7	0.003
<i>Ocotea stenoneura</i>	18	66.7	0.003
<i>Gordonia fruticosa</i>	18	43.4	0.009
<i>Alfaroa costaricensis</i>	19	100	0.001
<i>Graffenrieda micrantha</i>	19	92	0.001
<i>Symphonia globulifera</i>	19	46.5	0.005
<i>Hieronyma oblonga</i>	19	39.1	0.013
<i>Quararibea obliquifolia</i>	20	50	0.004
<i>Ruptiliocarpus caracolito</i>	20	40	0.009
<i>Chrysophyllum venezuelanense</i>	20	41.5	0.013
<i>Sapium glandulosum</i>	20	34.2	0.015
<i>Inga sapindoides</i>	20	34	0.015
<i>Astrocaryum alatum</i>	21	46.3	0.007
<i>Sterculia recordiana</i>	22	45.3	0.000
<i>Minuartia guianensis</i>	22	40.4	0.000
<i>Euterpe precatoria</i>	22	25.1	0.000
<i>Sacoglottis trichogyna</i>	22	30.3	0.000
<i>Iriarteia deltoidea</i>	22	20.1	0.000
<i>Pentaclethra maculosa</i>	22	27.1	0.000
<i>Jacaranda copaia</i>	22	55.1	0.001
<i>Hernandia didymantha</i>	22	38.6	0.001
<i>Laetia procera</i>	22	22.2	0.001
<i>Casearia arborea</i>	22	32.3	0.002
<i>Ampelocera macrocarpa</i>	22	60.7	0.003
<i>Inga alba</i>	22	31.6	0.003
<i>Macrolobium costaricense</i>	22	51.4	0.004
<i>Socratea exorrhiza</i>	22	21.5	0.007
<i>Pourouma bicolor</i>	22	19.6	0.014
<i>Vitex cooperi</i>	22	29.9	0.016
<i>Guatteria aeruginosa</i>	22	33.1	0.018
<i>Alchorneopsis floribunda</i>	22	35.3	0.019
<i>Anaxagorea crassipetala</i>	22	28.1	0.023
<i>Conceveiba pleiostemona</i>	22	27.3	0.029
<i>Ilex skutchii</i>	22	28.3	0.033

Especies	Nº ZF	Valor indicador	p-valor
<i>Pourouma minor</i>	22	23.5	0.038
<i>Billia colombiana</i>	22	22.6	0.046
<i>Hedyosmum scaberrimum</i>	22	33.4	0.047
<i>Vochysia allenii</i>	23	38.1	0.000
<i>Elaeoluma glabrescens</i>	23	46.3	0.000
<i>Qualea paraensis</i>	23	37.7	0.000
<i>Welfia regia</i>	23	29.6	0.000
<i>Vochysia ferruginea</i>	23	26.1	0.000
<i>Posoqueria grandiflora</i>	23	37.8	0.005
<i>Lecointea amazonica</i>	23	30.1	0.005
<i>Carapa guianensis</i>	23	22.1	0.006
<i>Croton smithianus</i>	23	31.8	0.007
<i>Ardisia auriculata</i>	23	28.4	0.008
<i>Lecythis ampla</i>	23	20.6	0.027
<i>Warszewiczia coccinea</i>	23	22.8	0.042
<i>Couma macrocarpa</i>	24	39.6	0.000
<i>Dipteryx panamensis</i>	24	34.5	0.000
<i>Xylopia sericophylla</i>	24	29.7	0.002
<i>Naucleopsis naga</i>	24	27.5	0.002
<i>Licania affinis</i>	24	36.8	0.003
<i>Ferdinandusa panamensis</i>	24	25.9	0.007
<i>Eschweilera calyculata</i>	24	34.9	0.010
<i>Vatairea lundellii</i>	25	50.2	0.000
<i>Terminalia amazonia</i>	25	28	0.000
<i>Dialium guianense</i>	25	44.7	0.000
<i>Tetragastris panamensis</i>	25	27.4	0.000
<i>Tachigali costaricensis</i>	25	27.6	0.000
<i>Apeiba membranacea</i>	25	21.1	0.001
<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	25	41.3	0.003
<i>Talauma gloriensis</i>	25	33.2	0.005
<i>Zanthoxylum ekmanii</i>	25	39.7	0.011
<i>Enterolobium schomburgkii</i>	25	27.2	0.018
<i>Dendropanax stenodontus</i>	25	31.9	0.018
<i>Stryphnodendron microstachyum</i>	25	20.3	0.024
<i>Terminalia bucidoides</i>	25	29.4	0.024
<i>Cespedesia macrophylla</i>	25	26.4	0.035
<i>Acacia ruddiae</i>	25	35.8	0.036
<i>Sloanea faginea</i>	25	24.8	0.039
<i>Cordia dwyeri</i>	26	30.6	0.099**
<i>Meliosma glabrata</i>	27	42.7	0.016
<i>Calatola costaricensis</i>	27	33.8	0.017
<i>Zanthoxylum juniperinum</i>	29	33.3	0.087**
<i>Paragonia pyramidata</i>	29	33.3	0.099**
<i>Citharexylum costaricense</i>	30	67.7	0.001

Especies	Nº ZF	Valor indicador	p-valor
<i>Persea schiedeana</i>	30	71.1	0.001
<i>Oreopanax xalapensis</i>	30	53.2	0.004
<i>Crossopetalum tonduzii</i>	30	43.2	0.009
<i>Clethra lanata</i>	30	45.3	0.017
<i>Erythrina berteroana</i>	30	41.3	0.050
<i>Quercus costaricensis</i>	31	66.7	0.003

** p > 0,1

Según los resultados del Cuadro 37, un total de 26 Zonas Forestales ostentaron especies indicadoras con $p > 0,05$; 2 Zonas Forestales (ZF 26 y ZF 29) presentaron especies indicadoras tomando un valor de $p > 0,1$; y apenas dos Zonas Forestales (ZF 13 y ZF 28) no registraron ninguna especie indicadora. Cabe destacar que, si relacionamos las especies indicadoras encontradas en el presente análisis, van a hacer en su mayoría similares a las halladas en las Zonas Forestales de cada Ecorregión (punto 2.3.2.2). Cabe destacar que cuando se ejecute este tipo de análisis, las especies indicadoras no se repiten entre grupos, dado a que se tomaron fuentes de datos separadas por Ecorregión.

La cantidad de especies indicadoras ($p > 0,05$) total fue de 145, lo cual resulta muy beneficioso para este análisis final de clasificación para 30 Zonas Forestales, dado a que en algunos grupos en donde inicialmente no se presentaron especies indicadoras, esta vez sí se registraron. Por otra parte, cabe destacar que la prueba de ordenación de datos NMS proporcionó un resultado de Stress superior a 20. El mismo se interpreta en el siguiente cuadro.

Cuadro 39. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.

NMF.R ²	LF.R ²	Stress
0.92	0.66	27.4
Valores propios		
Eje	Proporción de varianza	
NMS1	0.35	
NMS2	0.32	

Según el Cuadro 39, la proporción de varianza de los ejes es de un 67 %, lo cual se considera como un buen resultado, ya que el mismo indica la cantidad de información que se pueda interpretar de esta prueba. Según la literatura los valores mayores al 50 % son considerados apropiados para realizar clasificaciones de bosque. Por otra parte, se mencionan que los valores de Stress mayores a 20 pueden ser riesgosos para este tipo de análisis, sin embargo, el mismo se presenta a causa de la gran variedad de las fuentes de información con que se trabajó. A continuación, se presenta una figura para lograr interpretar mejor estos resultados.

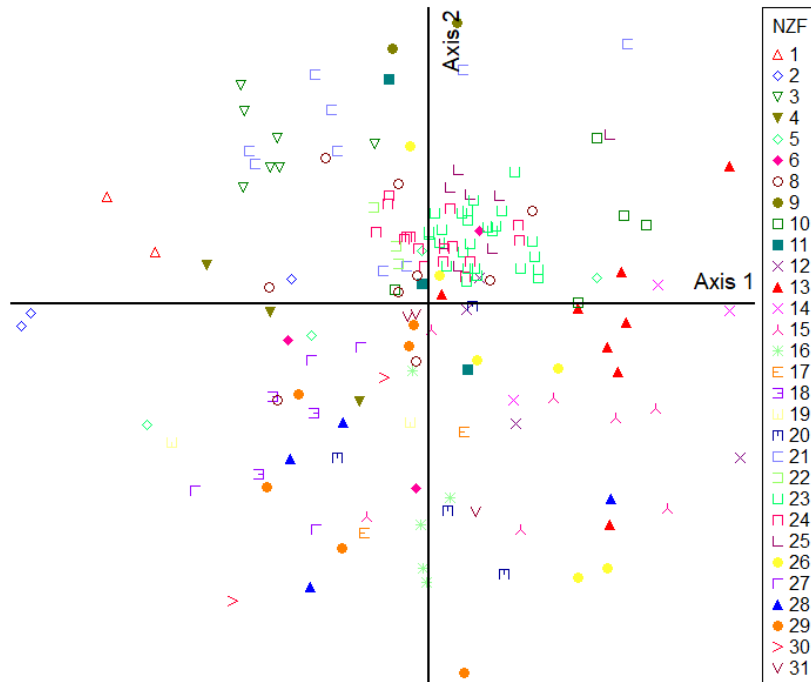


Figura 23. Diagrama de ordenación que muestra la relación entre las 166 parcelas de muestreo y la enumeración de 30 Zonas Forestales definidas (NZF).

En la Figura 23, se logra interpretar que el orden de las Zonas Forestales 13, 26, 28 y 29 no está bien definido, por lo que es preciso agregar más parcelas de muestreo a estas ZF con el objetivo de lograr interpretar más información de estas.

Una vez definidas las Zonas Forestales concluyentes de las 166 parcelas analizadas, se procedió a seleccionar las variables ambientales, bióticas y climáticas que más se relacionaron con las unidades de muestreo utilizadas. En un principio se analizaron 19 variables distintas, sin embargo, mediante el análisis de componente principales se eliminaron 10 de estas, dado a que no presentaron resultados considerables en el análisis de componentes principales (corta magnitud en el biplot).

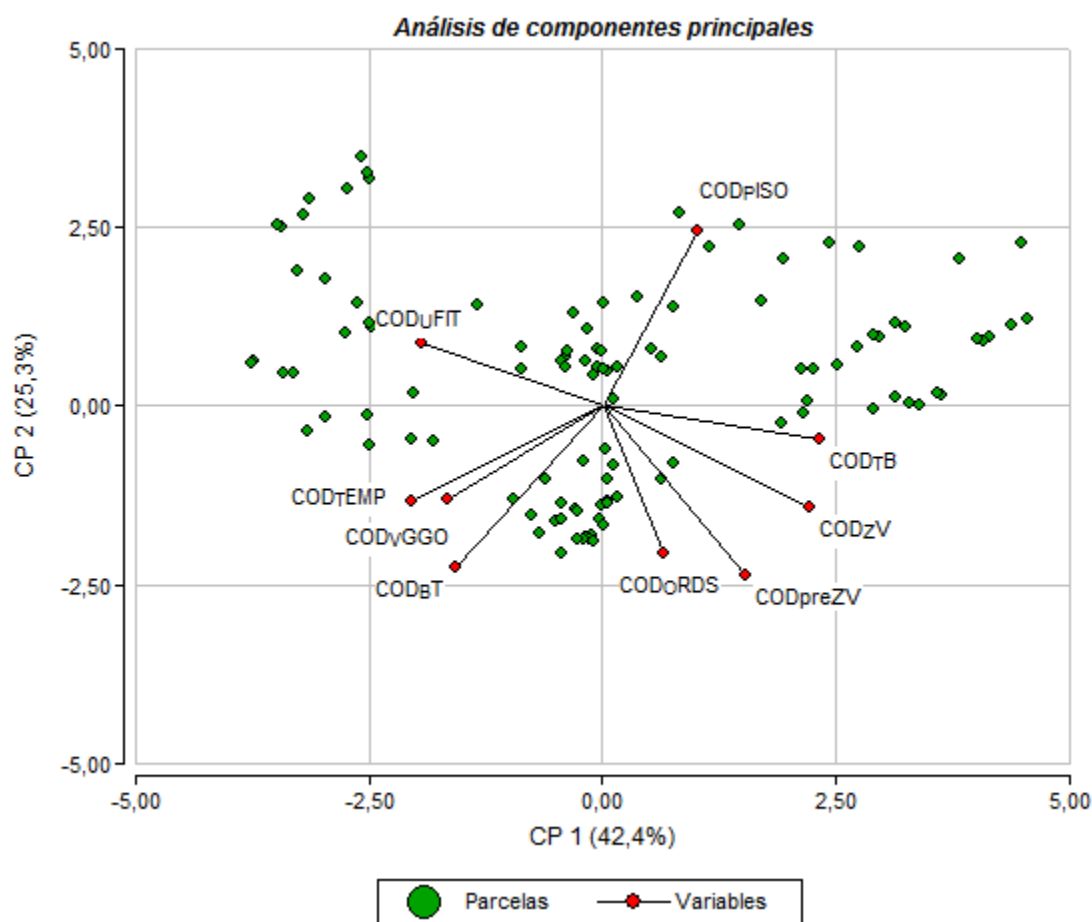


Figura 24. Gráfica Biplot donde se relacionan variables ambientales con las 166 parcelas utilizadas en el análisis.

Cabe destacar que las variables ambientales elegidas para describir las distintas Ecorregiones establecidas permiten describir un 67.7 % de la variación explícita. En el siguiente Cuadro se representan 9 variables utilizadas en este análisis.

Cuadro 40. Descripción de los códigos para las variables ambientales elegidas en el análisis de componentes principales.

Código definido	Nombre	Fuente de información
COD_BT	Biotemperatura	Capa de Zonas de Vida (Holdridge 1967, 1987)
COD_ORDS	Orden de suelo	Capa de Suelos (ACCS, 2014)
COD_PISO	Piso altitudinal	Capa de Zonas de Vida (Holdridge 1967, 1987)
CODpreZV	Precipitación	Capa de Zonas de Vida (Holdridge 1967, 1987)
COD_TEMP	Temperatura media	Capa de Temperatura Media (Atlas digital de Costa Rica, 2014)
COD_TB	Tipo de bosque	Capa de Unidades Bióticas (Atlas digital de Costa Rica, 2014)
COD_VGGO	Tipo de vegetación	Macrotipos de vegetación de Costa Rica (Gómez 1986; Herrera y Gómez 1993)
COD_UFIT	Unidad fitogeográfica	Capa de Unidades fitogeográficas (Zamora, 2008)
COD_ZV	Zona de vida	Capa de Zonas de Vida (Holdridge 1967, 1987)

Con la información de las variables ambientales descritas anteriormente se procedió a realizar Análisis de redundancia (Redundancy analysis) RDA. Los resultados de este se presentan en el siguiente Cuadro:

Cuadro 41. Resultado de la prueba del Análisis de redundancia (RDA), establecida para 166 parcelas del análisis de conglomerados y 9 variables ambientales.

Varianza explicativa	Varianza	Proporción
Explicada	0.13	0.17
No explicada	0.62	0.83
Total	0.74	1

Según los resultados de la prueba RDA la varianza explicada por las covariables fue del 17 %, mientras que, lo que no pudo ser explicado fue el complemento (80%). Cabe destacar que este análisis se ejecutó entre parcelas por ende estos valores, lo ideal es realizar el mismo análisis entre Zonas Forestales definidas para aumentar la explicación de las variables ambientales. En el siguiente producto se realizó una descripción de las variables ambientales presentes en cada ZF definida.

3 Segundo Producto. Mapa de delimitación de los ecosistemas forestales conteniendo las áreas de cada uno y su caracterización.

3.1 Aplicación de la metodología desarrollada en el primer producto.

Con los resultados de la creación de las distintas Zonas Forestales en el primer producto, se procedió a comparar en un software de Sistemas de Información Geográfica la ubicación de las parcelas pertenecientes a cada una de las zonas determinadas. Se utilizaron capas de variables climáticas y otras zonificaciones del punto 2.3.2 para realizar la delimitación geográfica de cada una de las Zonas Forestales determinadas en las distintas Ecorregiones.

Con ello se obtiene el mapa de las Zonas Forestales asociado a parámetros fisiográficos, ambientales y funcionales, dicho mapa se presenta en físico y digital con su respectiva tabla de atributos asociada con los nombres y códigos de cada Ecorregión y Zona Forestal creados.

El mapa de las Zonas Forestales definidas para este estudio se presenta en la Figura 25.

3.2 Caracterización de las Zonas Forestales presentes en cada Ecorregión.

Las Zonas Forestales identificadas para todo el país se crearon a partir de la aplicación de la metodología del producto 1. Una vez definidas las mismas, se tomó nuevamente la información de la base de datos de las parcelas que fueron agrupadas para establecer los indicadores de productividad (abundancia y dominancia). Mediante las variables ambientales descritas en el Cuadro 40, los indicadores de productividad, el resultado de especies indicadoras con mayor Valor Indicador (VI) y las especies con mayor IVI; se procedió a caracterizar cada Zona Forestal determinada. Según Tejada *et al.* (2008), las especies con VI igual o superior a 50 son consideradas indicadoras de un sitio particular, mientras que las especies con VI menor a 50, pero mayor o igual a 25 son apreciadas como especies “detectoras” que sugieren información sobre la distribución de estas.

Cabe destacar que, en la numeración de cada Zona Forestal los números con unidades en centenas corresponden a Zonas Forestales no clasificadas (13), por lo tanto, no fueron descritas con mayor detalle. Por otra parte, las 30 zonas que fueron definidas mediante información florística fueron enumeradas del 1 al 31 (excluyendo el número 7), misma enumeración utilizada para este segundo producto. Los códigos 40 fueron asignados a los rodales de mangle y los bosques de palmas se enumeraron con los códigos 50.

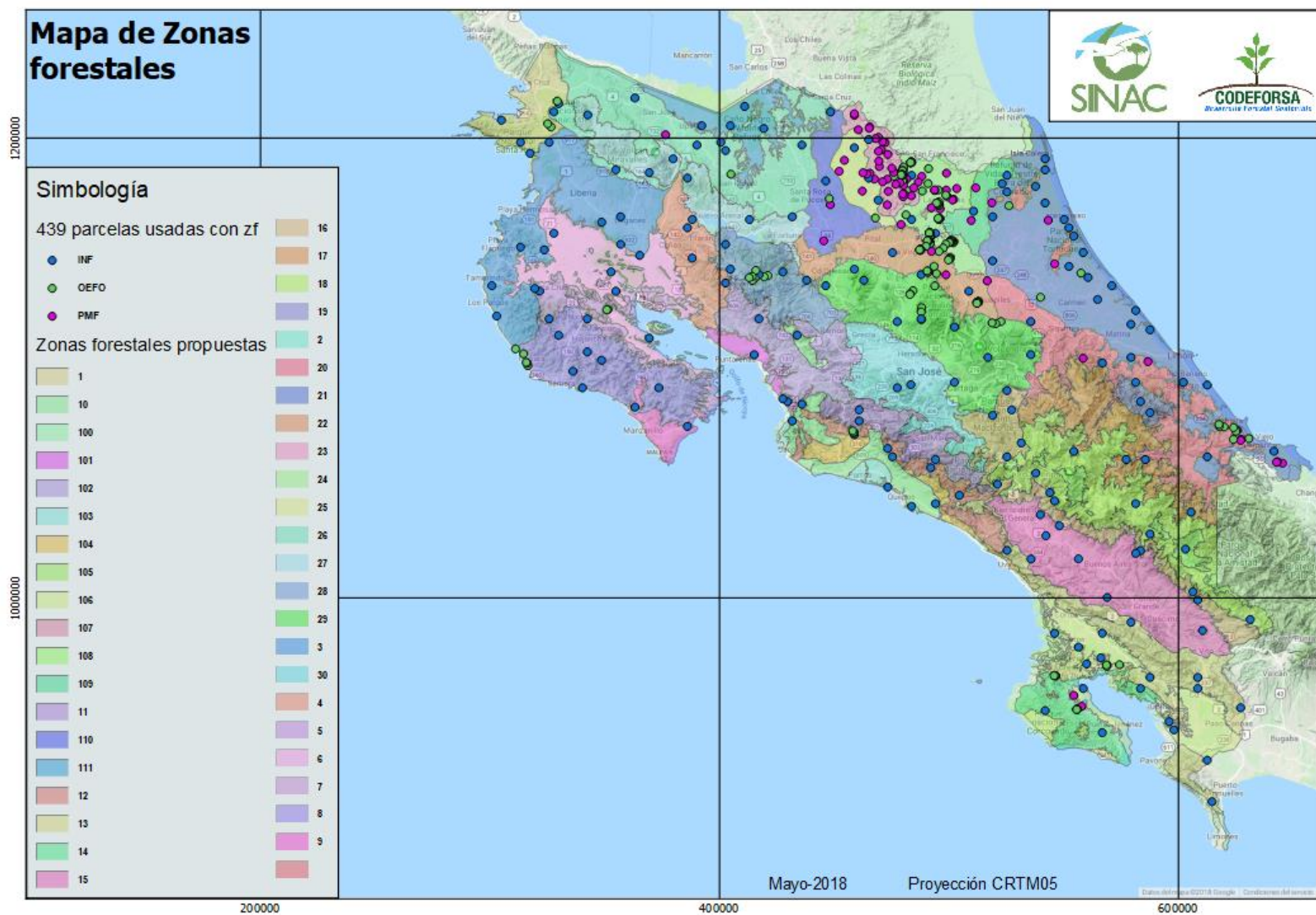


Figura 25. Mapa con las 52 Zonas Forestales identificadas para este estudio y la ubicación de las 439 parcelas utilizadas.

En las siguientes figuras se presenta el área total en hectáreas por Ecorregión (Figura 26) y por Zona Forestal (Figura 27) que fueron delimitadas a partir de la aplicación de la metodología del primer producto.

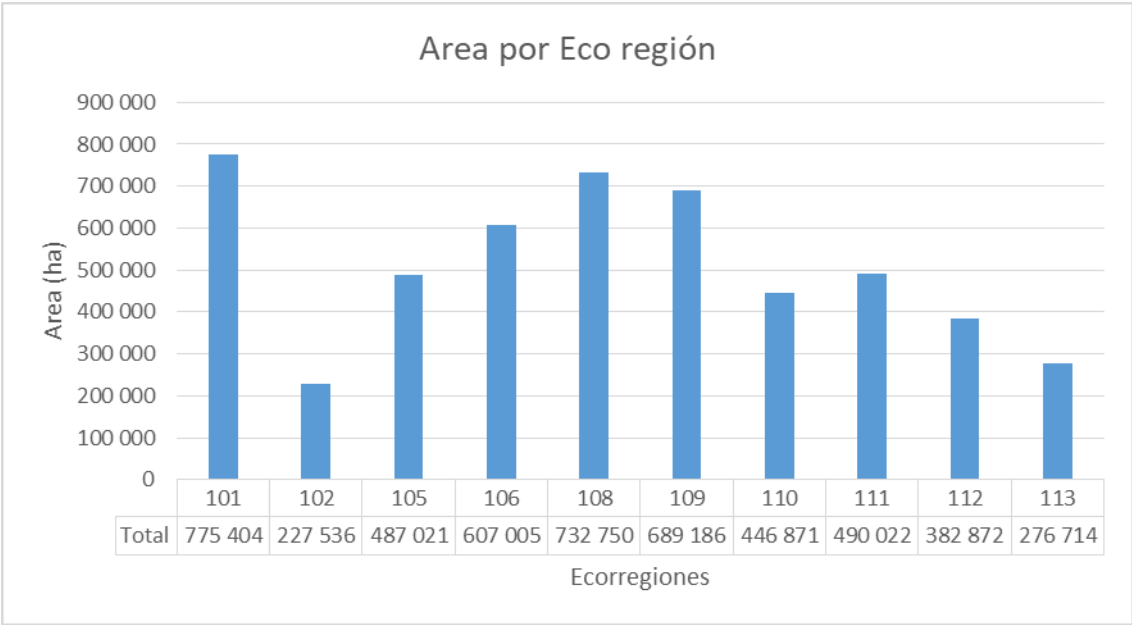


Figura 26. Área de cada Ecorregión definida a partir de la metodología de zonificación forestal.

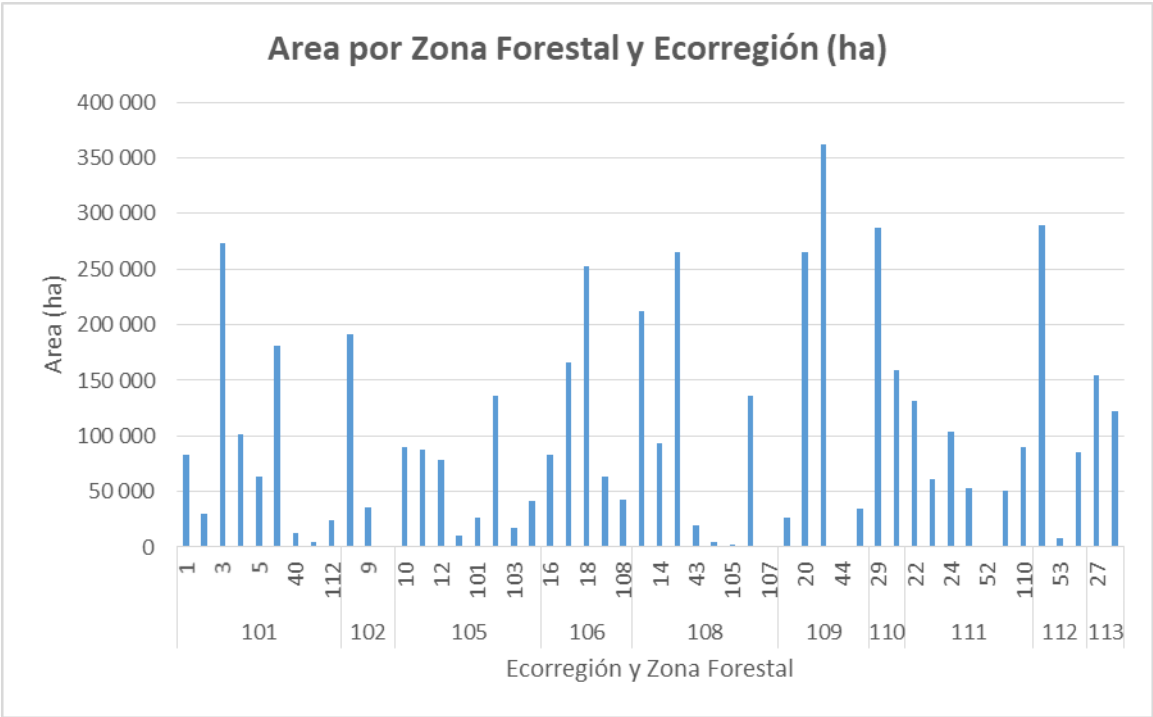


Figura 27. Área de cada Zona Forestal definida a partir de la metodología de zonificación forestal.

Una vez definida cada Ecorregión y las distintas Zonas Forestales en cada una de ellas, se procedió por álgebra de mapas a combinar la capa de Ecorregiones y Zonas Forestales con la capa de Tipos de Bosque del INF, con el objetivo de obtener para cada Ecorregión y Zona Forestal el área por tipo de uso (Figura 28).

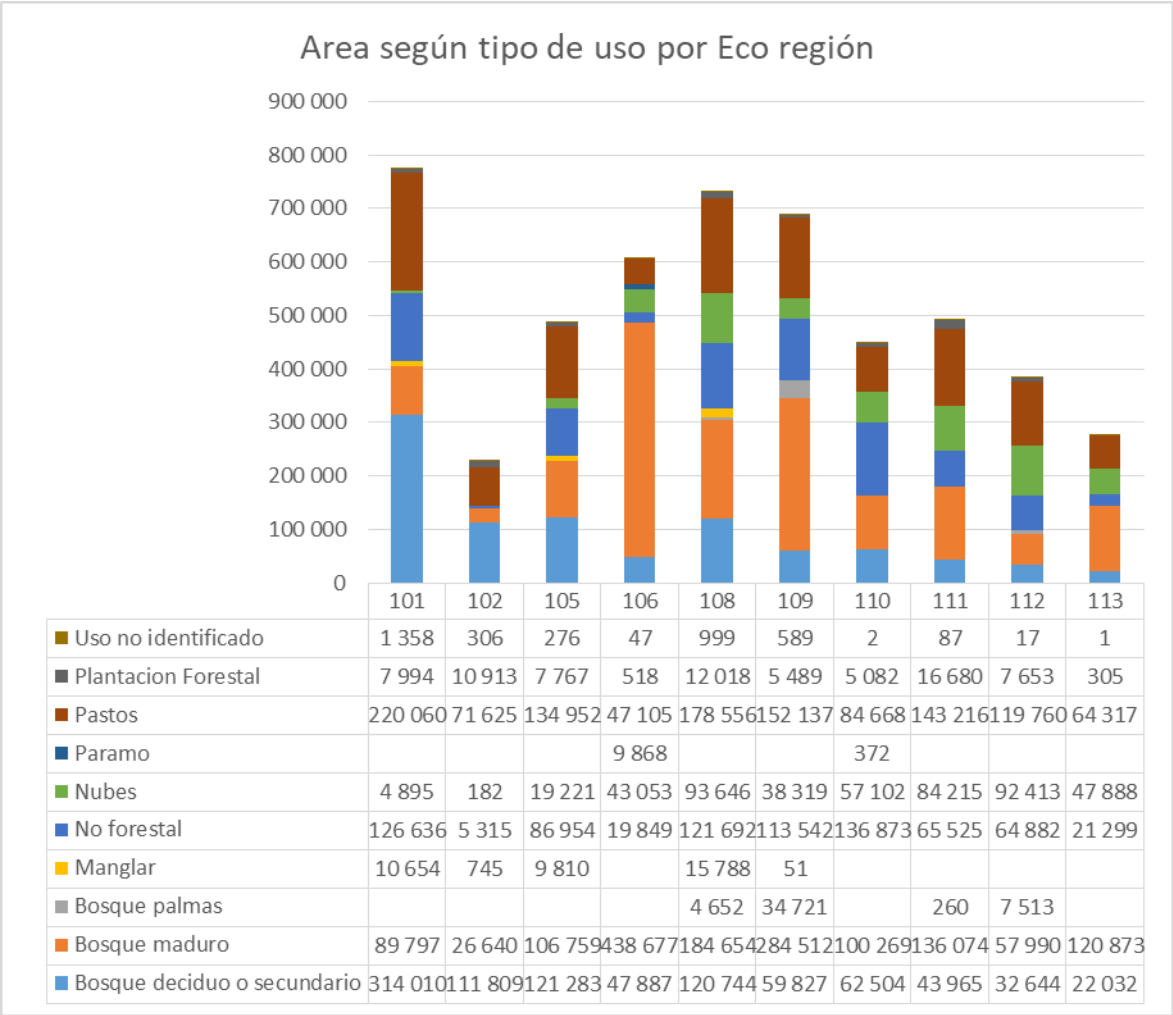


Figura 28. Área según tipo del uso del INF, para cada Ecorregión forestal definida en este estudio.

En la siguiente figura se muestra la relación porcentual del área por tipo de uso para cada Ecorregión.

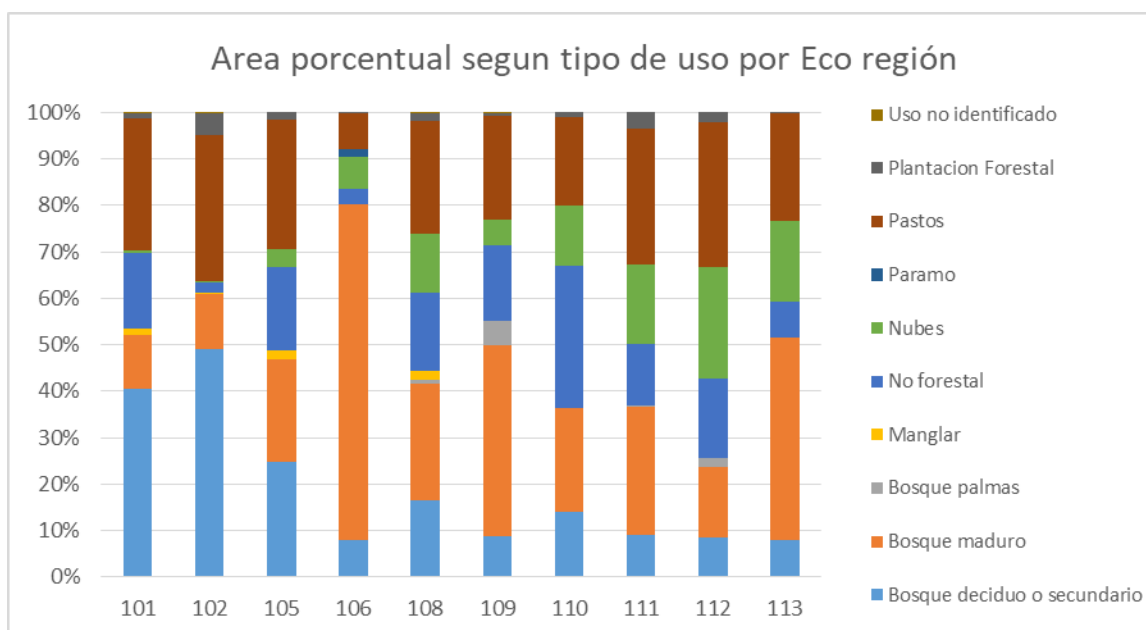


Figura 29. Área porcentual según tipo del uso del INF, para cada Ecorregión forestal definida en este estudio.

Las Ecorregiones 101 y 102, las cuales se ubican en el Pacífico Norte son las que poseen un mayor porcentaje de Bosque deciduo o secundario, seguidas de la Ecorregión 105. Pacífico Central. La Ecorregión con mayor porcentaje de Bosque maduro es la Ecorregión 106. Alta Talamasca seguida de la Ecorregión 109. Zona Caribe.

A continuación, se presentan las variables ambientales que describen cada Ecorregión y Zona Forestal definida, también los indicadores de productividad encontrados y las especies que caracterizan cada una.

3.2.1 Ecorregión 101. Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque

Los códigos definidos en el Cuadro 40, fueron utilizados para describir mediante variables ambientales las Zonas Forestales determinadas en cada Ecorregión. La Ecorregión 101. Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque está definida por las siguientes Zonas Forestales:

- 1: Península de Santa Elena.
- 2: Laderas y cerros de Guanacaste-Laderas altas de la Cordillera de Guanacaste.
- 3: Laderas y cerros de Guanacaste-Laderas bajas de la Cordillera de Guanacaste.
- 4: Laderas y cerros de Guanacaste-Laderas bajas Cordillera de Tilarán.
- 5: Laderas y cerros de Guanacaste-Cerros del norte de la península de Nicoya.
- 6: Cuenca del río Tempisque-Llanuras
- 40: Manglar del Pacífico Norte.
- 100: Islas del Golfo de Nicoya.
- 112: Cuenca del río Tempisque-Lomas.

Las variables ambientales que explican las diferentes Zonas Forestales definidas para esta Ecorregión se describen en el siguiente cuadro.

Cuadro 42. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque.

Zona Forestal	COD_BT (°C)	COD_ORDS	COD_PISO	CODpreZV (mm)	COD_TEMP (°C)	COD_TB	COD_VGGO	COD_UFIT	COD_ZV
1	18 - 24	Entisoles	Premontano	1000-2000	26 - 28	Bosque húmedo	15	6b	bh-P6
2	18 - 30	Entisoles y andisoles	Premontano, basal	1000-4000	22 - 26	Bosque húmedo	15, 34	6b	bh-P6, bh-T
3	18 - 30	Entisoles, alfisoles/ inceptisoles	Premontano, basal	1000-2000	26 - > 28	Bosque húmedo, bosque seco	15, 30, 8	6a, 6b	bh-P6, bs-T
4	24 - 30	Entisoles, ultisoles	Basal	1000-4000	22 - 26	Bosque húmedo, bosque seco	30, 34	6 b	bh-T12, bs-T, bh-T
5	24 - 30	Alfisoles, ultisoles	Basal	1000-4000	24 - 28	Bosque húmedo	8, 30, 36, 37	6b	bh-T10, bh-T
6	18 - 30	Mollisoles / inceptisoles, entisoles / inceptisoles	Premontano, basal	1000-2000	26 - 28	Bosque húmedo	27	6a	bh-P6, bh-T10
40	Rodales de mangle con especies características como: <i>Rhizophora mangle</i> , <i>R. racemosa</i> y <i>Pelliciera rhizophorae</i>								
100	Representa las Islas del Golfo de Nicoya								
112	Lomas de la cuenca del río Tempisque, se necesita más información para caracterizarla								

Donde:

COD_ZV = bh-P6: Bosque húmedo premontano transición a basal; bs-T: Bosque seco tropical; bh-T: Bosque húmedo tropical; bh-T12: Bosque húmedo tropical transición a premontano.

COD_UFIT = 6 a: Valle del río Tempisque, tierras bajas de topografía plana, inundadas la mayor parte del año; 6 b: Valle del río Tempisque. Pie de monte de las cordilleras volcánica de Guanacaste y Tilarán y lomas bajas del norte de la Península de Nicoya.

COD_VGGO = 8: Bosques semidecíduos deciduos, 15: Bosques deciduos de bajura; 27: Bosque tropical lluvioso de bajura; 30: Bosques semidecíduos de bajura; 34: Sabana abierta de gramíneas; 36: Bosque intermedio entre ombrofilo; 37: Bosque siempreverde estacional de bajura.

En la Figura 30 se muestra el área por tipo de uso determinado según el mapa de tipos de uso del INF (2013).

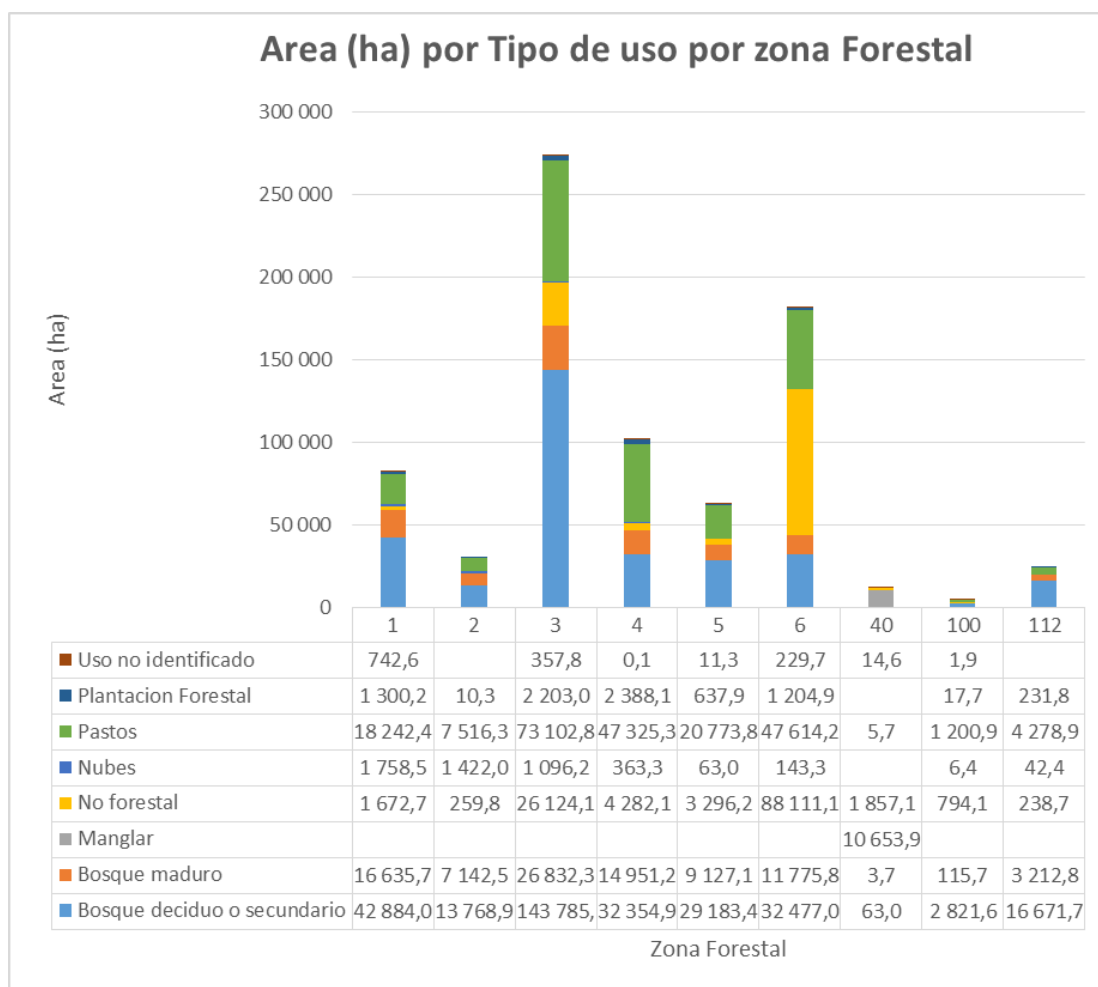


Figura 30. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión 101.Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque.

Los indicadores de productividad de cada Zona Forestal descrita se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 43. Valores de abundancia y dominancia para seis Zonas Forestales presentes en la Ecorregión 101.Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque.

Zona Forestal	Abundancia (N/ha)	Dominancia (m ² /ha)
1	381.5	14.67
2	496.7	25.14
3	367.5	16.34
4	532.5	36.38
5	302.5	20.07
6	420.0	19.55
40	437.5	20.13
100	---	---
112	---	---

Las especies con un Valor de importancia (VI) alto son consideradas mejores indicadoras porque tienen más probabilidades de ser detectadas en contraste con las especies que sean raras. A las Zonas Forestales descritas, las caracterizan las dos especies indicadoras con mayor VI, en el siguiente cuadro se muestran los resultados.

Cuadro 44. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita.

Zona Forestal	Especies	Valor indicador (VI)
1	<i>Erythroxylum havanense</i>	100
1	<i>Schoepfia schreberi</i>	100
2	<i>Quercus oleoides</i>	70.5
2	<i>Simarouba glauca</i>	63.6
3	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	43.7*
3	<i>Tabebuia ochracea</i>	36.5*
4	<i>Ficus costaricana</i>	61.1
4	<i>Spondias radlkoferi</i>	33.9*
5	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	34*
5	<i>Eugenia hiraefolia</i>	28.2*
6	<i>Coccoloba caracasana</i>	100
6	<i>Samanea saman</i>	39.9*

* VI menor a 50

Según los resultados del Cuadro 44 las ZF forestales 3 y 5 presentaron especies indicadoras con VI menor a 50 considerándose, así como detectoras. Por otra parte, las especies con mayor IVI para cada ZF son las siguientes: ZF 1 (*Luehea speciosa* y *Rehdera trinervis*), ZF 2 (*Quercus oleoides* y *Manilkara chicle*), ZF 3 (*Cochlospermum vitifolium* y *Guazuma ulmifolia*) y ZF 4 (*Ficus costaricana* y *Enterolobium cyclocarpum*), ZF 5 (*Calycophyllum candidissimum* y *Bursera simaruba*) y ZF 6 (*Coccoloba caracasana* y *Guazuma ulmifolia*).

3.2.2 Ecorregión 102.Serranías de la Península de Nicoya

Las Zonas Forestales que se definieron para esta Ecorregión son las siguientes:

- 8: Cerros del centro de la península de Nicoya.
- 9: Tierras bajas del sur de la península de Nicoya.
- 41: Manglar de la Península de Nicoya.

Las variables ambientales que explican las diferentes Zonas Forestales definidas para esta Ecorregión se describen en el siguiente cuadro.

Cuadro 45. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión 102.Serranías de la Península de Nicoya.

Zona Forestal	COD_BT (°C)	COD_ORDS	COD_PISO	CODpreZV (mm)	COD_TEMP (°C)	COD_TB	COD_VGGO	COD_UFIT	COD_ZV
8	24 - 30	Alfisoles, inceptisoles	Basal	2000-4000	26 - >28	Bosque húmedo	8, 37	12b	bh-T
9	18 - 24	Alfisoles	Premontano	1000 - 4000	26 - >28	Bosque húmedo, bosque muy húmedo	8, 37	12b	bmh-P6, bh-P6
41	Rodales de mangle con especies características como: <i>Laguncularia racemosa</i> y <i>Avicennia germinans</i> , se necesita más información para caracterizarla								

Donde:

COD_ZV = bmh-P6: Bosque muy húmedo premontano transición a basal; bh-P6: Bosque húmedo premontano transición a basal; bh-T: Bosque húmedo tropical.

COD_UFIT = 12 b: Península de Nicoya, cimas de la península arriba de los 700 metros de altitud. Topografía plano-ondulada.

COD_VGGO = 8: Bosques semidecíduos deciduos; 37: Bosque siempreverde estacional de bajura.

En la Figura 31 se muestra el área por tipo de uso determinado según el mapa de tipos de uso del INF (2013).

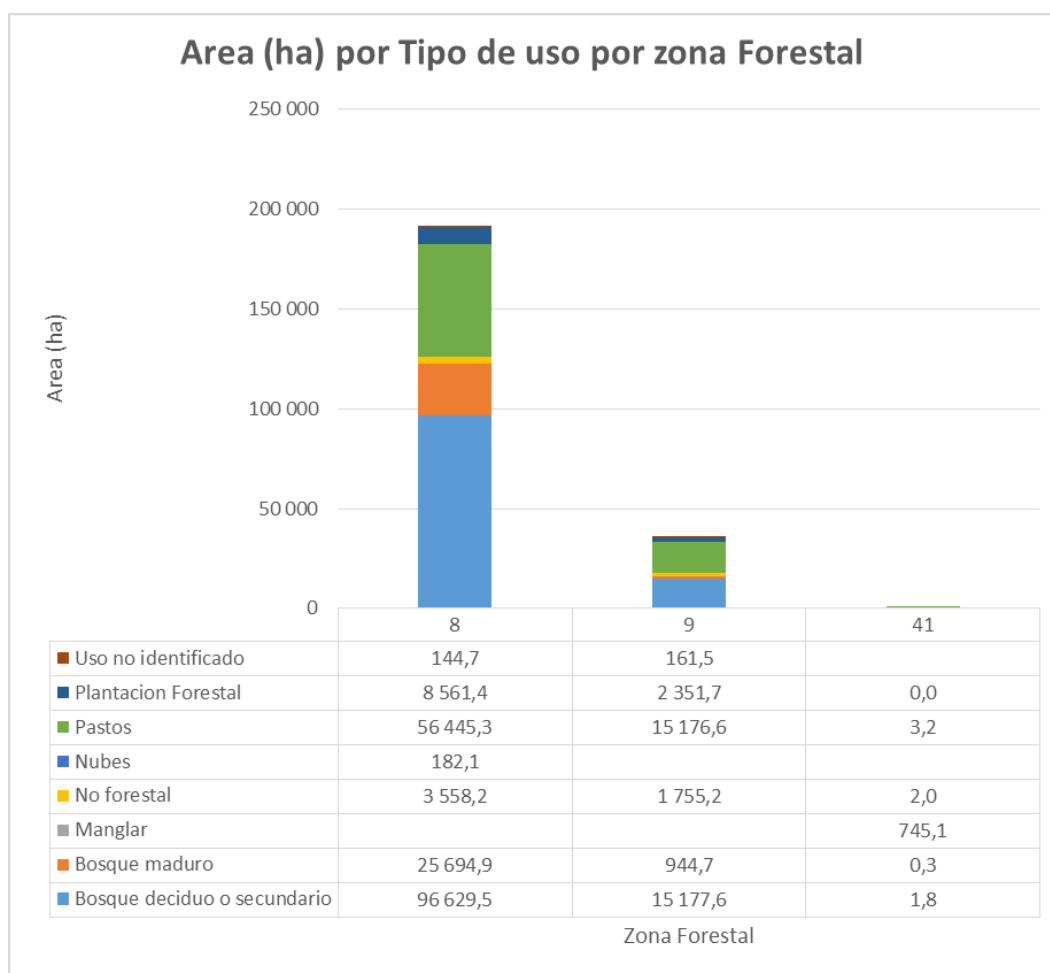


Figura 31. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión 102.Serranías de la Península de Nicoya.

Los indicadores de productividad de cada Zona Forestal descrita se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 46. Valores de abundancia y dominancia para dos Zonas Forestales presentes en la Ecorregión 102.Serranías de la Península de Nicoya.

Zona Forestal	Abundancia (N/ha)	Dominancia (m ² /ha)
8	389.6	21.53
9	350.0	17.74
41	---	---

Las especies con VI alto son consideradas mejores indicadoras porque tienen más probabilidades de ser detectadas en contraste con las especies que sean raras. A las Zonas Forestales descritas, las caracterizan las dos especies indicadoras con mayor VI. A continuación, en el siguiente cuadro se muestran los resultados.

Cuadro 47. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita.

Zona Forestal	Especies	Valor indicador
8	<i>Bombacopsis quinata</i>	44.4*
8	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	37.3*
9	<i>Zanthoxylum setulosum</i>	90.2
9	<i>Inga vera</i>	56.5

* VI menor a 50

Según los resultados del Cuadro 47 la ZF 8 presentó especies indicadoras con VI menor a 50, considerándose, así como detectoras. Por otra parte, las especies con mayor IVI para cada ZF son las siguientes: ZF 8 (*Calycophyllum candidissimum* y *Guazuma ulmifolia*) y ZF 9 (*Anacardium excelsum* y *Zanthoxylum setulosum*).

3.2.3 Ecorregión 110.Cordillera Volcánica Central y Cerros de Escazú

Esta Ecorregión está definida por las siguientes Zonas Forestales:

29: Cordillera Volcánica Central.

30: Cerros de Escazú y Turrubares.

Las variables ambientales que explican las diferentes Zonas Forestales definidas para esta Ecorregión se describen en el siguiente cuadro.

Cuadro 47. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión Cordillera Volcánica Central y Cerros Escazú y Cerros de Escazú.

Zona Forestal	COD_BT (°C)	COD_ORDS	COD_PISO	CODpreZV (mm)	COD_TEMP (°C)	COD_TB	COD_VGGO	COD_UFIT	COD_ZV
29	12 - 24	Andisoles	Premontano, montano bajo	2000 - 8000	16 -22	Bosque muy húmedo, bosque pluvial	17a, 18	8b	bp-P, bmh-P, bmh-P4, bp-MB
30	12 - 18	Inceptisoles, ultisoles / inceptisoles	Montano bajo	2000 - 4000	16 -20	Bosque muy húmedo	18, 3	10b, 9a	bmh-MB

Donde:

COD_ZV = bp-P: Bosque pluvial premontano; bmh-P: Bosque muy húmedo premontano; bmh-P4: Bosque muy húmedo premontano transición a pluvial; bp-MB: Bosque pluvial montano bajo.

COD_UFIT = 8b: Cordilleras de Tilarán y Volcánica Central, cimas de la cordillera de Tilarán y de la cordillera Volcánica Central y laderas del pacífico por encima; 9a: Valle Central y Cerros de Escazú y Turrubares, tierras plano-onduladas del valle central y áreas de topografía quebrada de los sistemas; 10b: Cordillera de Talamanca, laderas del pacífico de la Cordillera de Talamanca de 1000 a 3000 metros de altitud, topografía quebrada.

COD_VGGO = 3: Bosques deciduos de bajura; 17a: Bosque lluvioso tropical submontano siempreverde; 18: Bosque lluvioso tropical subtropical montano.

En la Figura 32 se muestra el área por tipo de uso determinado según el mapa de tipos de uso del INF (2013).

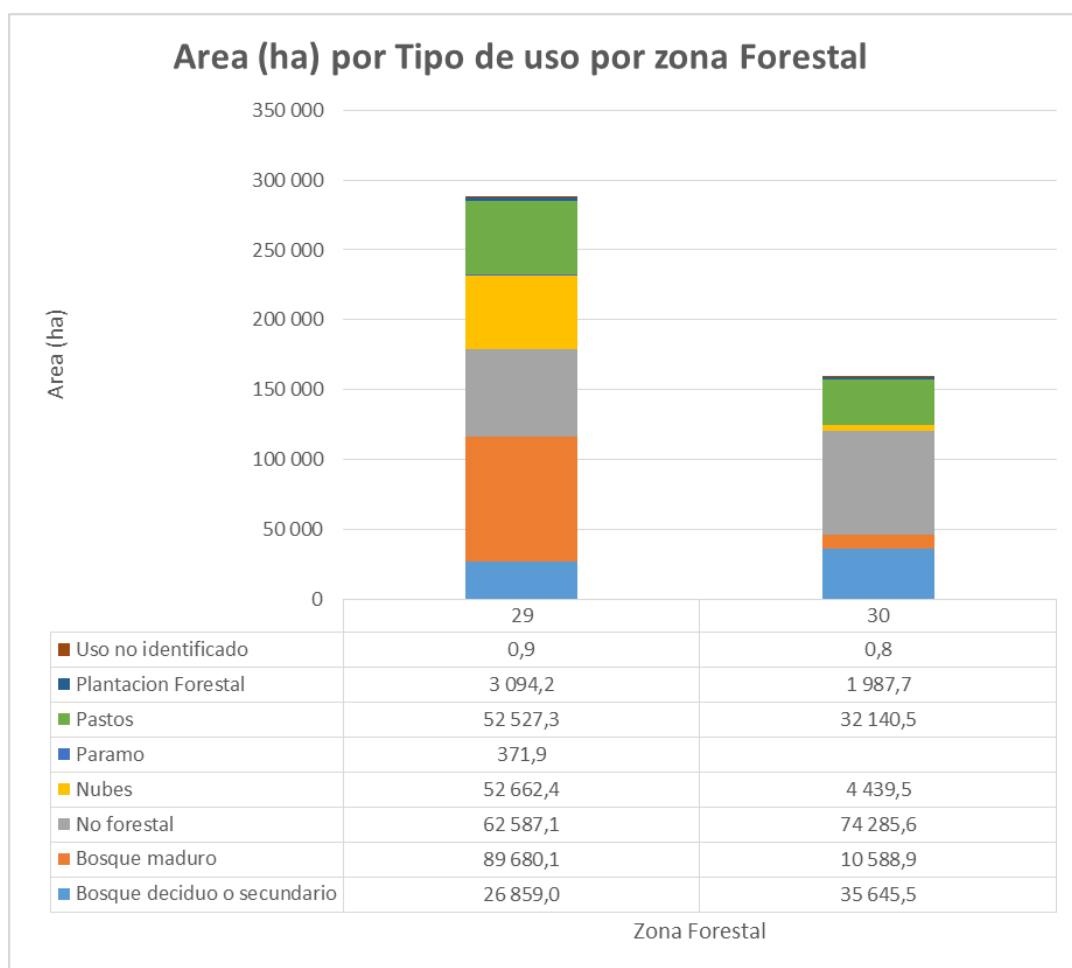


Figura 32. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión Cordillera Volcánica Central y Cerros Escazú y Cerros de Escazú.

Los indicadores de productividad de cada Zona Forestal descrita se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 48. Valores de abundancia y dominancia para dos Zonas Forestales presentes en la Ecorregión Cordillera Volcánica Central y Cerros Escazú y Cerros de Escazú.

Zona Forestal	Abundancia (N/ha)	Dominancia (m ² /ha)
29	493.6	31.13
30	513.3	29.25

Las especies con un VI alto son consideradas mejores indicadoras porque tienen más probabilidades de ser detectadas en contraste con las especies que sean raras. A las Zonas Forestales descritas, las caracterizan las dos especies indicadoras con mayor VI, en el siguiente cuadro se muestran los resultados.

Cuadro 49. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita.

Zona Forestal	Especies	Valor indicador
29	<i>Zanthoxylum juniperinum</i>	33.3*
29	<i>Paragonia pyramidata</i>	33.3*
30	<i>Persea schiedeana</i>	71.1
30	<i>Citharexylum costaricense</i>	67.7

* VI menor a 50

Según los resultados del Cuadro 49 la ZF 29 presentó especies indicadoras con VI menor a 50, considerándose, así como detectoras. Cabe destacar que ZF 29 las especies indicadoras resultantes fueron tomadas con un valor $p > 0,1$. Por otra parte, las especies con mayor IVI para cada ZF son las siguientes: ZF 29 (*Inga punctata* y *Hieronyma oblonga*) y ZF 30 (*Persea schiedeana* y *Cinnamomum triplinerve*).

3.2.4 Ecorregión 113.Cordillera de Guanacaste y Tilarán

Las Zonas Forestales que se definieron para esta Ecorregión son las siguientes:

27: Cordillera Volcánica de Guanacaste desde los 500 msnm

28: Cordillera de Tilarán

Las variables ambientales que explican las diferentes Zonas Forestales definidas para esta Ecorregión se describen en el siguiente cuadro.

Cuadro 50. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión 113.Cordillera de Guanacaste y Tilarán.

Zona Forestal	COD_BT (°C)	COD_ORDS	COD_PISO	CODpreZV (mm)	COD_TEMP (°C)	COD_TB	COD_VGGO	COD_UFIT	COD_ZV
27	18 - 24	Andisoles, andisoles / ultisoles	Premontano	4000 - 8000	20 - 26	Bosque pluvial	17a	7a	bp-P
28	18 - 24	Andisoles, ultisoles	Premontano	2000 - 8000	18 - 22	Bosque pluvial, bosque muy húmedo	17a	8a	bp-P, bmh-P

Donde:

COD_ZV = bp-P: Bosque pluvial premontano; bmh-P: Bosque muy húmedo premontano.

COD_UFIT = 7a: Cordillera volcánica de Guanacaste, laderas de topografía quebrada, desde los 500 hasta los 1500 metros de altitud; 8a: Cordillera de Tilarán.

COD_VGGO = 17a: Bosque lluvioso tropical submontano siempreverde.

En la Figura 33 se muestra el área por tipo de uso determinado según el mapa de tipos de uso del INF (2013).

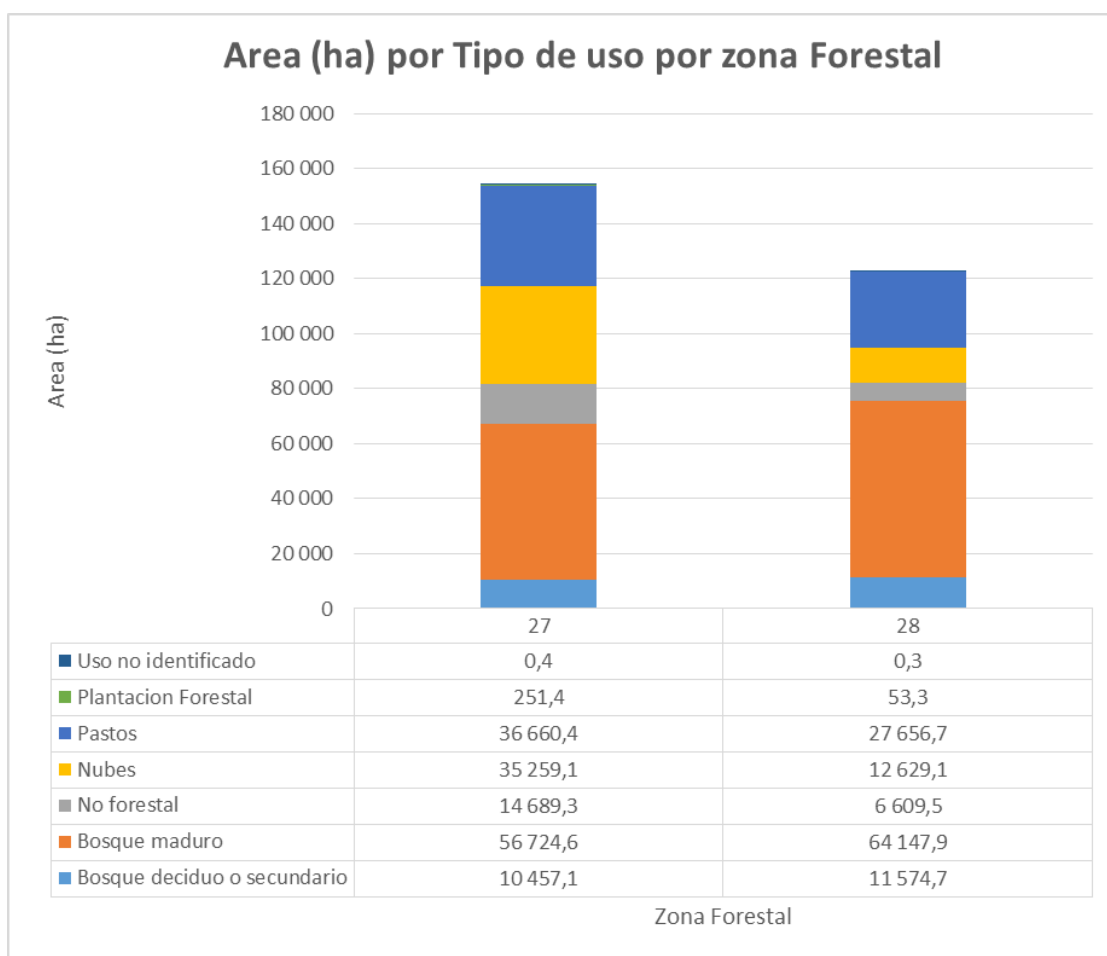


Figura 33. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión 113.Cordillera de Guanacaste y Tilarán.

Los indicadores de productividad de cada Zona Forestal descrita se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 51. Valores de abundancia y dominancia para dos Zonas Forestales presentes en la Ecorregión 113.Cordillera de Guanacaste y Tilarán.

Zona Forestal	Abundancia (N/ha)	Dominancia (m ² /ha)
27	484.0	33.52
28	567.1	34.17

Las especies con un VI alto son consideradas mejores indicadoras porque tienen más probabilidades de ser detectadas en contraste con las especies que sean raras. A las Zonas Forestales descritas, las caracterizan las dos especies indicadoras con mayor VI, en el siguiente cuadro se muestran los resultados.

Cuadro 52. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita.

Zona Forestal	Especies	Valor indicador
27	<i>Meliosma glabrata</i>	42.7*
27	<i>Calatola costaricensis</i>	33.8*
28	---	---
28	---	---

* VI menor a 50

Según los resultados del Cuadro 52 la ZF 27 presentó especies indicadoras con VI menor a 50, considerándose, así como detectoras. Cabe destacar que ZF 28 no presentó especies indicadoras resultantes (Cuadro 38). Por otra parte, las especies con mayor IVI para cada ZF son las siguientes: ZF 27 (*Calatola costaricensis* y *Elaeagia auriculata*) y ZF 28 (*Cyathea sp* y *Elaeagia auriculata*).

3.2.5 Ecorregión 105. Pacífico Central

Esta Ecorregión está definida por las siguientes Zonas Forestales:

- 10: Muy Húmedo premontano transición a basal del Pacífico Central.
- 11: Bosque submontano del Pacífico Central.
- 12: Bosque lluvioso del Pacífico Central.
- 42: Manglar del Pacífico Central.
- 101: Puntarenas.
- 102: Esparza y sector occidente del Valle Central.
- 103: Húmedo tropical transición a per húmedo del pacífico Central.
- 104: Muy húmedo tropical del Pacífico central.

Las variables ambientales que explican las diferentes Zonas Forestales definidas para esta Ecorregión se describen en el siguiente cuadro.

Cuadro 53. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión Pacífico Central.

Zona Forestal	COD_BT (°C)	COD_ORDS	COD_PISO	CODpreZV (mm)	COD_TEMP (°C)	COD_TB	COD_VGGO	COD_UFIT	COD_ZV
10	18 - 30	Inceptisoles, ultisoles	Premontano, basal	2000 - 4000	24 - 28	Bosque muy húmedo	4, 9, 27, 32, 33	6b, 13b	bmh-P6, bmh-T
11	18 - 30	Ultisoles / inceptisoles, ultisoles	Premontano, basal	4000 - 8000	22 - 26	Bosque muy húmedo, bosque pluvial	17a	9a, 13b, 14a	bmh-T, bp-P
12	18 - 30	Ultisoles	Premontano, basal	4000 - 8000	22 - 26	Bosque muy húmedo, bosque pluvial	27	13b	bmh-T, bp-P
42	Rodales de mangle con especies características como: <i>Laguncularia racemosa</i> y <i>Avicennia germinans</i>								
101	Corresponde al sector de la ciudad de Puntarenas								
102	Área de la ciudad de Esparza y el Occidente del Valle Central, no quedaron parcelas en este sitio para caracterizarlo								
103	Llanuras litorales del Pacífico, entre Tárcos y Jacó y alrededores de Parrita, falta más información en este sitio para caracterizarlo								
104	Sectores de Bosque Muy húmedo tropical del Pacífico central, falta más información en este sitio para caracterizarlo								

Donde:

COD_ZV = bh-P6: Bosque húmedo premontano transición a basal; bmh-T: Bosque muy húmedo tropical; bp-P: Bosque pluvial premontano.

COD_UFIT = 6 b: Valle del río Tempisque. Pie de monte de las cordilleras volcánica de Guanacaste y Tilarán y lomas bajas del norte de la Península de Nicoya; 9a: Valle central y cerros de Escazú y Turubares. tierras plano-onduladas del valle central y áreas de topografía quebrada de los sistemas montañosos al sur; 13b: Pacífico central, laderas bajas de las estribaciones de Talamanca entre los 40 y 700 metros de altitud, zonas de topografía plano-ondulada; 14a: Fila Chonta, laderas medias de las estribaciones de Talamanca, topografía quebrada

COD_VGGO = 4: Bosques semidecíduos de bajura; 9: Bosque siempreverde estacional de bajura; 17a: Bosque lluvioso tropical submontano siempreverde; 27: Bosque tropical lluvioso de bajura; 32: Bosques tropicales lluviosos aluviales; 33: Bosque tropical lluvioso de bajura.

En la Figura 34 se muestra el área por tipo de uso determinado según el mapa de tipos de uso del INF (2013).

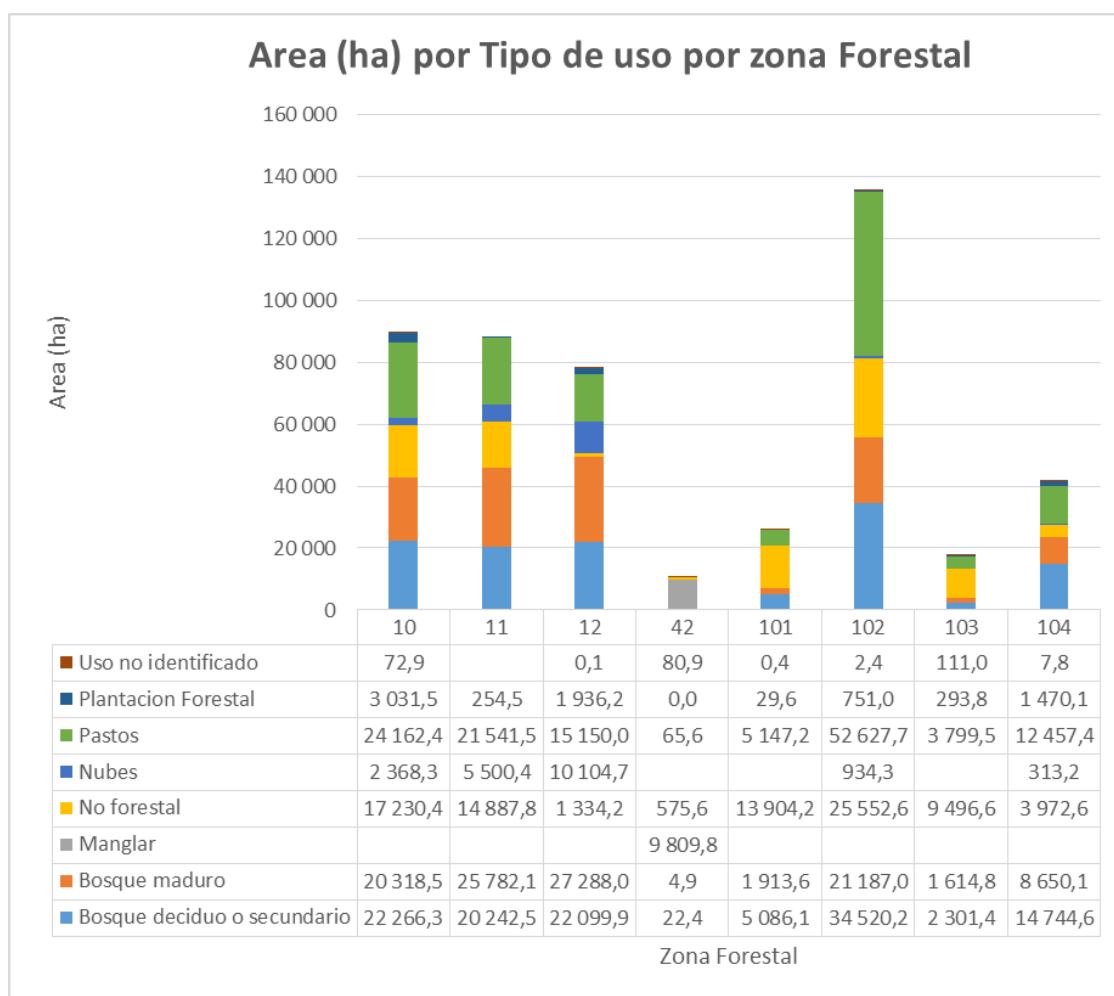


Figura 34. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión Pacífico Central.

Los indicadores de productividad de cada Zona Forestal descrita se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 54. Valores de abundancia y dominancia para tres Zonas Forestales presentes en la Ecorregión Pacífico Central.

Zona Forestal	Abundancia (N/ha)	Dominancia (m ² /ha)
10	381.7	30.36
11	213.3	12.74
12	485.9	26.17
42	373.3	20.96
101	---	---
102	---	---
103	---	---
104	---	---

Las especies con un VI alto son consideradas mejores indicadoras porque tienen más probabilidades de ser detectadas en contraste con las especies que sean raras. A las Zonas Forestales descritas, las caracterizan las dos especies indicadoras con mayor VI, en el siguiente cuadro se muestran los resultados.

Cuadro 55. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita.

Zona Forestal	Especies	Valor indicador
10	<i>Clarisia racemosa</i>	53.5
11	<i>Ficus insipida</i>	43.6*
12	<i>Beilschmiedia alloiophylla</i>	50

* VI menor a 50

Según los resultados del Cuadro 55 la ZF 11 presentó la única especie indicadora con un VI menor a 50, considerándose, así como detectora. Cabe destacar que cada ZF solo presentó una especie indicadora resultante. Por otra parte, las especies con mayor IVI para cada ZF son las siguientes: ZF 10 (*Spondias mombin* y *Ficus insipida*), ZF 11 (*Ficus insipida* y *Guazuma ulmifolia*) y ZF 12 (*Schizolobium parahyba* y *Saurauia montana*).

3.2.6 Ecorregión 108. Pacífico Sur

Las Zonas Forestales que se definieron para esta Ecorregión son las siguientes:

- 13: Filas Costera, Las Cruces y Fila de Cal y Punta Burica.
- 14: Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Golfito, hasta los 500 msnm.
- 15: Cuenca media de los ríos Térraba y Coto Brus.
- 43: Manglar del Pacífico Sur.
- 50: Bosque de palmas del Pacífico Sur.
- 105: Cimas sobre los 500 msnm en la Península de Osa.
- 106: Tierras bajas inundables de la Zona Sur.
- 107: Isla del Caño.

Las variables ambientales que explican las diferentes Zonas Forestales definidas para esta Ecorregión se describen en el siguiente cuadro.

Cuadro 56. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión Pacífico Sur.

Zona Forestal	COD_BT (°C)	COD_ORDS	COD_PISO	CODpreZV (mm)	COD_TEMP (°C)	COD_TB	COD_VGGO	COD_UFIT	COD_ZV
13	18 - 30	Ultisoles, entisoles / inceptisoles	Basal, premontano	2000 - 8000	22 - 28	Bosque muy húmedo	4, 27, 32, 33	17b, 17c	bmh-T, bmh-P6, bmh-T12
14	24 - 30	Ultisoles	Basal	4000 - 8000	26 - 28	Bosque muy húmedo	33, 27	17b	bmh-T
15	18 - 30	Ultisoles, andisoles	Basal, premontano	2000 - 8000	20 - 26	Bosque muy húmedo, bosque pluvial	17a, 22, 24, 25	15a, 16a, 17b	bmh-P, bmh-P4, bmh-T12, bp-P
43	Rodales de mangle con especies características como: <i>Rhizophora mangle</i> , <i>R. racemosa</i> y <i>Pelliciera rhizophorae</i>								
50	Bosque de Palmas del Pacífico Sur, ubicados en el sector de Sierpe y en Corcovado								
105	Cimas sobre 500 msnm en la Península de OSA, se necesita más información en este sitio para caracterizarlo								
106	Tierras bajas Inundables costeras de la Zona Sur, se necesita más información en este sitio para caracterizarlo								
107	Corresponde a la Isla del Caño								

Donde:

COD_ZV = bh-P6: Bosque húmedo premontano transición a basal; bmh-T: Bosque muy húmedo tropical; bp-bmh-T12: Bosque muy húmedo tropical transición a premontano; bp-P: Bosque pluvial premontano; bmh-P: Bosque muy húmedo premontano; bmh-P4: Bosque muy húmedo premontano transición a pluvial.

COD_UFIT = 15a: Valle del General, cuenca media del río Térraba, topografía plano-ondulada; 16a: Valle del Coto Brus, cuenca media del río Coto Brus, topografía plano-ondulada; 17b: Pacífico sur, laderas de la península de osa, punta Burica y las filas costeras, cruces y cal, topografía quebrada; 17c: Pacífico sur, zonas bajas de topografía plana debajo de los 40 metros de altitud, tierras inundables.

COD_VGGO = 4: Bosques semidecuidos de bajura; 17a: Bosque lluvioso tropical submontano siempreverde; 22: Bosque tropical siempreverde estacional; 24: Bosque tropical siempreverde estacional; 25: Sabanas arboladas; 27: Bosque tropical lluvioso de bajura; 32: Bosques tropicales lluviosos aluviales; 33: Bosque tropical lluvioso de bajura.

El área por tipo de uso según el mapa de INF se presenta para establecer el área por cada Zona Forestal de esta Ecorregión.

En la Figura 35Figura 30 se muestra el área por tipo de uso determinado según el mapa de tipos de uso del INF (2013).

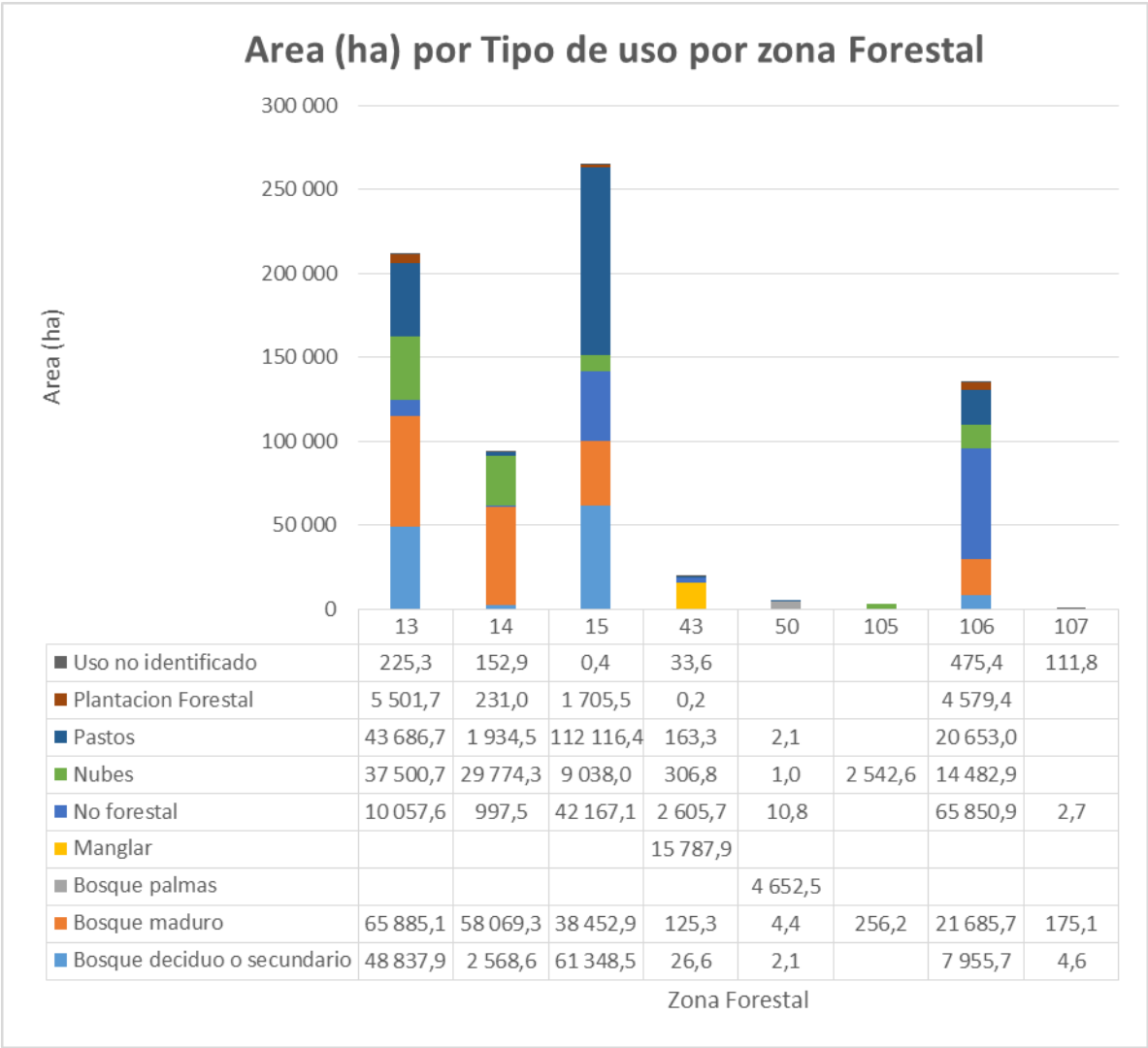


Figura 35. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión Pacífico Sur.

Los indicadores de productividad de cada Zona Forestal descrita se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 57. Valores de abundancia y dominancia para tres Zonas Forestales presentes en la Ecorregión Pacífico Sur.

Zona Forestal	Abundancia (N/ha)	Dominancia (m ² /ha)
13	416.9	23.17
14	532.2	32.55
15	483.3	19.1
43	392.5	20.07
50	745.0	46.64
105	---	---
106	---	---
107	---	---

Las especies con un VI alto son consideradas mejores indicadoras porque tienen más probabilidades de ser detectadas en contraste con las especies que sean raras. A las Zonas Forestales descritas, las caracterizan las dos especies indicadoras con mayor VI, en el siguiente cuadro se muestran los resultados.

Cuadro 58. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita.

Zona Forestal	Especies	Valor indicador
13	---	---
13	---	---
14	<i>Compsonura excelsa</i>	69.1
14	<i>Dendropanax caucanus</i>	51.1
15	<i>Miconia trinervia</i>	76.1
15	<i>Miconia affinis</i>	37*

* VI menor a 50

Según los resultados del Cuadro 58 la ZF 15 presentó una especie indicadora con un VI menor a 50, considerándose, así como detectora. Cabe destacar que cada ZF 13 no presentó ninguna especie indicadora resultante. Por otra parte, las especies con mayor IVI para cada ZF son las siguientes: ZF 13 (*Spondias mombin* y *Luehea seemannii*), ZF 14 (*Sorocea pubivena* y *Brosimum utile*) y ZF 15 (*Inga thibaudiana* y *Vochysia ferruginea*).

3.2.7 Ecorregión 106. Alta de Talamanca

Esta Ecorregión está definida por las siguientes Zonas Forestales:

- 16: Estribaciones bajas de la Cordillera de Talamanca, vertiente pacífica.
- 17: Estribaciones bajas de la Cordillera de Talamanca, vertiente atlántica.
- 18: Estribaciones medias de la Cordillera de Talamanca, vertientes pacífica y atlántica.
- 31: Estribaciones bajas de la Cordillera de Talamanca, vertientes pacífica y atlántica.
- 108: Bosque de Altura y Paramos de la Cordillera de Talamanca.

Las variables ambientales que explican las diferentes Zonas Forestales definidas para esta Ecorregión se describen en el siguiente cuadro.

Cuadro 59. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión Alta de Talamanca.

Zona Forestal	COD_BT (°C)	COD_ORDS	COD_PISO	CODpreZV (mm)	COD_TEMP (°C)	COD_TB	COD_VGGO	COD_UFIT	COD_ZV
16	12 - 24	Ultisoles	Montano bajo, premontano	4000 - 8000	18 - 22	Bosque pluvial, bosque muy húmedo	17a, 18	10b, 14a	bp-P, bp-MB, bmh-P4
17	12 - 18	Ultisoles	Montano bajo	4000 - 8000	18 - 20	Bosque pluvial	17a, 18	10a	bp-MB
18	12 - 18	Ultisoles	Montano bajo,	2000 - 8000	14 - 20	Bosque pluvial, bosque muy húmedo	18, 26	10a, 10b	bp-MB, bmh-MB
31	6 - 24	Andisoles, espodosoles, ultisoles	Montano, montano bajo, premontano	4000 - 8000	10 - 20	Bosque pluvial	17a, 18, 20	10a, 11b	bp-P, bp-M, bp-MB
108	Bosques de altura sobre 2500 msnm y páramos de la Cordillera de Talamanca, se necesita más información en este sitio para caracterizarlo								

Donde:

COD_ZV = bp-P: Bosque pluvial premontano; bp-MB: Bosque pluvial montano bajo; bmh-MB: Bosque muy húmedo montano bajo; bp-M: Bosque pluvial montano; bmh-P4: Bosque muy húmedo premontano transición a pluvial.

COD_UFIT = 10a: Cordillera de Talamanca, laderas del caribe de la cordillera de Talamanca de 700 a 3000 metros de altitud, topografía quebrada; 10b: Cordillera de Talamanca, laderas del pacífico de la cordillera de Talamanca de 1000 a 3000 metros de altitud, topografía quebrada; 11b: Paramos de la cordillera de Talamanca, topografía ondulada; 14a: Fila Chonta, laderas medias de las estribaciones de Talamanca.

COD_VGGO = 17a: Bosque lluvioso tropical submontano siempreverde; 18: Bosque lluvioso tropical subtropical montano; 20: Bosque tropical siempreverde estacional; 26: Bosque tropical lluvioso de bajura.

En la Figura 36 se muestra el área por tipo de uso determinado según el mapa de tipos de uso del INF (2013).

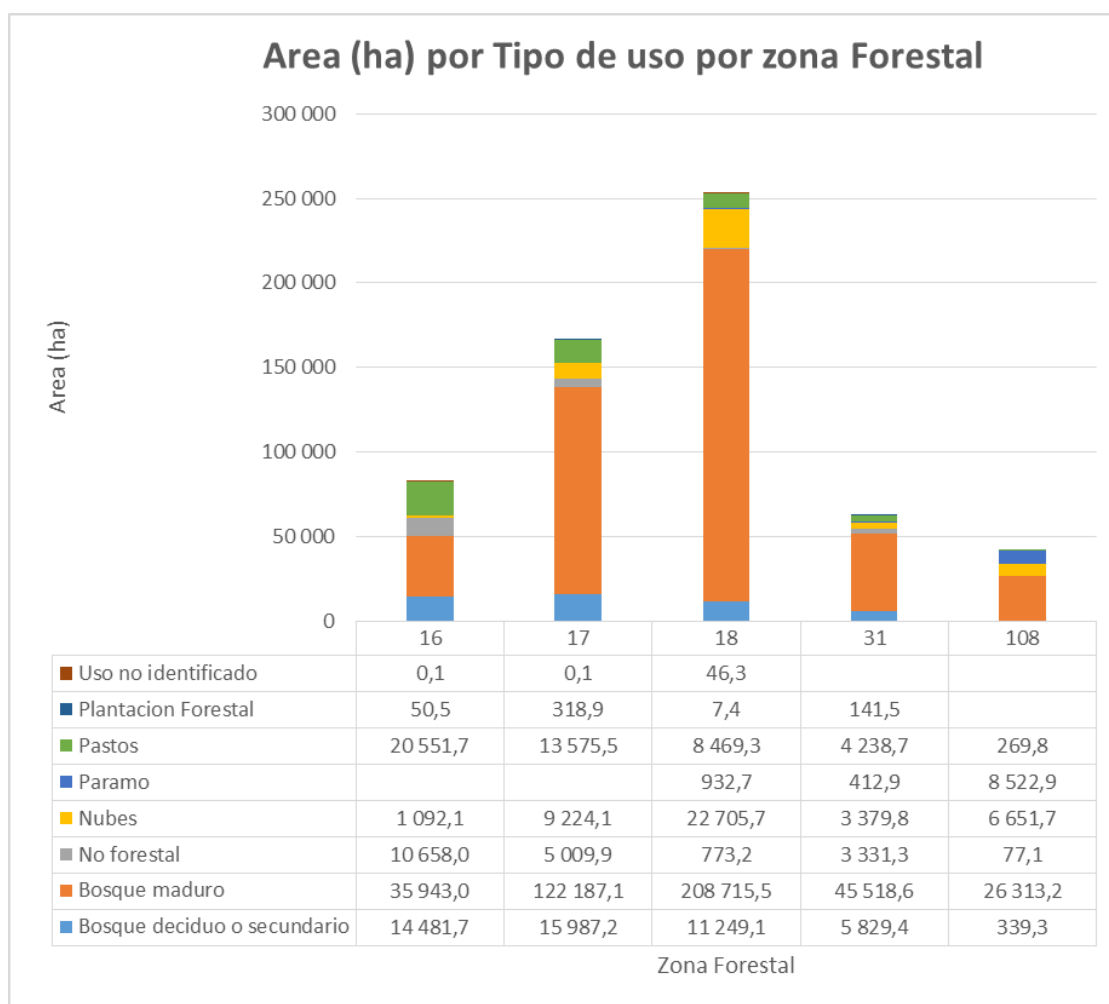


Figura 36. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión Alta de Talamanca.

Los indicadores de productividad de cada Zona Forestal descrita se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 60. Valores de abundancia y dominancia para cuatro Zonas Forestales presentes en la Ecorregión Alta de Talamanca.

Zona Forestal	Abundancia (N/ha)	Dominancia (m ² /ha)
16	608.0	21.25
17	412.5	34.99
18	490.0	36.20
31	414.0	28.22
108	---	---

Las especies con un VI alto son consideradas mejores indicadoras porque tienen más probabilidades de ser detectadas en contraste con las especies que sean raras. A las Zonas Forestales descritas, las caracterizan las dos especies indicadoras con mayor VI, en el siguiente cuadro se muestran los resultados.

Cuadro 61. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita.

Zona Forestal	Especies	Valor indicador
16	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	34.7*
16	<i>Viburnum costaricanum</i>	40.5*
17	<i>Chamaedorea sp</i>	100
17	<i>Guárea grandifolia</i>	67.6
18	<i>Diospyros hartmanniana</i>	66.7
18	<i>Nectandra smithii</i>	66.7
31	<i>Quercus costaricensis</i>	66.7

Según los resultados del Cuadro 61 la ZF 16 presentó especies indicadoras con un VI menor a 50, considerándose, así como detectoras. Cabe destacar que cada ZF 31 solo presentó una especie indicadora resultante (Cuadro 38). Por otra parte, las especies con mayor IVI para cada ZF son las siguientes: ZF 16 (*Inga punctata* y *Viburnum costaricanum*), ZF 17 (*Cedrela tonduzii* y *Guárea grandifolia*), ZF 18 (*Ocotea stenoneura* y *Diospyros hartmanniana*) y ZF 31 (*Quercus costaricensis* y *Symplocos serrulata*).

3.2.8 Ecorregión 109.Zona Caribe

Las Zonas Forestales que se definieron para esta Ecorregión son las siguientes:

- 19: Estribaciones bajas de la Cordillera de Talamanca, ZP Rio Banano
- 20: Tierras elevadas del Caribe, entre 100 y 700 msnm
- 21: Llanuras del Caribe
- 44: Manglar de la Zona Caribe
- 51: Bosque de palmas de la Zona Caribe

Las variables ambientales que explican las diferentes Zonas Forestales definidas para esta Ecorregión se describen en el siguiente cuadro.

Cuadro 62. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión 109.Zona Caribe.

Zona Forestal	COD_BT (°C)	COD_ORDS	COD_PISO	CODpreZV (mm)	COD_TEMP (°C)	COD_TB	COD_VGGO	COD_UFIT	COD_ZV
19	12 - 24	Ultisoles	Montano bajo, premontano	4000 - 8000	16 - 20	Bosque pluvial	17a	10a	bp-P, bp-MB
20	18 - 30	Ultisoles, inceptisoles	Basal, premontano	2000 - 8000	20 - 28	Bosque pluvial, bosque muy húmedo	17a, 38	3b, 4a, 10a	bp-P, bh-T, bmh-P, bmh-T12
21	18 - 30	Ultisoles, inceptisoles, entisoles / inceptisoles, inceptisoles / andisoles	Basal, premontano	2000 - 8000	24 - 28	Bosque muy húmedo	32b, 33, 37, 39, 40b	3a, 3b, 4b	bmh-T, bmh-P6
44	Manglar de la Zona Caribe, pequeñas áreas costeras. Se necesita más información para caracterizarlo.								
51	Bosque de Palmas de la Zona Caribe, se distribuye en todo el litoral caribe.								

Donde:

COD_ZV = bp-P: Bosque pluvial premontano; bp-MB: Bosque pluvial montano bajo; bmh-T: Bosque muy húmedo tropical; bmh-P: Bosque muy húmedo premontano; bmh-T12: Bosque muy húmedo transición a premontano; bh-T: Bosque húmedo tropical; bmh-P6: Bosque muy húmedo premontano transición a basal.

COD_UFIT = 3a: Llanuras del Caribe Norte, tierras bajas de topografía plana, inundadas la mayor parte del año; 3b: Llanuras del Caribe Norte, tierras elevadas entre los 100 y 700 msnm de topografía plano-ondulada; 4a: Llanuras del Caribe Sur, tierras bajas de topografía plana, inundadas la mayor parte del año; 4b: Llanuras del Caribe Sur, tierras elevadas entre los 100 y 700 msnm de topografía ondulada; 10a: Cordillera de Talamanca, laderas del caribe de la cordillera de Talamanca de 700 a 3000 metros de altitud, topografía quebrada.

COD_VGGO = 17a: Bosque lluvioso tropical submontano siempreverde; 32b: Suelos con histosoles; 33: Bosque tropical lluvioso de bajura; 37: Bosque tropical lluvioso de bajura; 38: Bosque tropical lluvioso de bajura; 39: Bosque tropical lluvioso de bajura; 40b: Pantanos herbáceos.

En la Figura 37 se muestra el área por tipo de uso determinado según el mapa de tipos de uso del INF (2013).

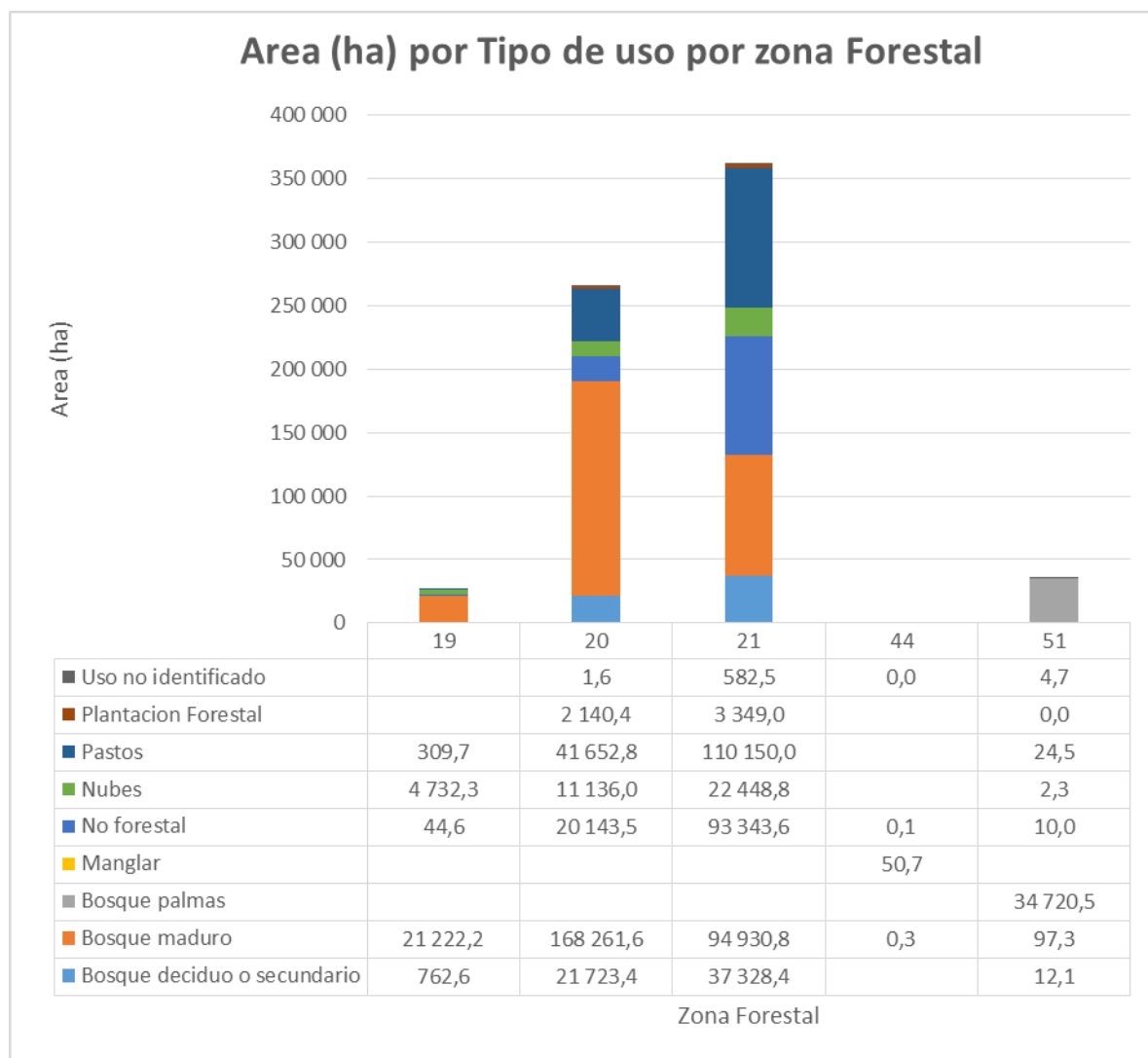


Figura 37. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión 109.Zona Caribe.

Los indicadores de productividad de cada Zona Forestal descrita se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 63. Valores de abundancia y dominancia para tres Zonas Forestales presentes en la Ecorregión 109.Zona Caribe.

Zona Forestal	Abundancia (N/ha)	Dominancia (m ² /ha)
19	550.0	37.65
20	425.2	26.29
21	413.5	24.15
44	---	---
51	388.8	22.90

Las especies con un VI alto son consideradas mejores indicadoras porque tienen más probabilidades de ser detectadas en contraste con las especies que sean raras. A las Zonas Forestales descritas, las caracterizan las dos especies indicadoras con mayor VI, en el siguiente cuadro se muestran los resultados.

Cuadro 64. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita.

Zona Forestal	Especies	Valor indicador
19	<i>Alfaroa costaricensis</i>	100
19	<i>Graffenrieda micrantha</i>	92
20	<i>Quararibea obliquifolia</i>	50
20	<i>Chrysophyllum venezuelanense</i>	41.5*
21	<i>Astrocaryum alatum</i>	46.3*

* VI menor a 50

Según los resultados del Cuadro 64 la ZF 20 y 21 presentaron especies indicadoras con VI menor a 50, considerándose, así como detectoras. Cabe destacar que cada ZF 21 solo presentó una especie indicadora resultante. Por otra parte, las especies con mayor IVI para cada ZF son las siguientes: ZF 19 (*Alfaroa costaricensis* y *Graffenrieda micrantha*), ZF 20 (*Sapium glandulosum* e *Inga sapindoides*) y ZF 21 (*Pentaclethra macroloba* y *Astrocaryum alatum*).

3.2.9 Ecorregión 111.Zona Norte

Esta Ecorregión está definida por las siguientes Zonas Forestales:

- 22: Tierras elevadas de la Zona Norte, entre 100 y 700 msnm.
- 23: Cerros El Jardín, Chaparrón y otros.
- 24: Llanuras de Sarapiquí.
- 25: Llanuras de San Carlos.
- 52: Bosque de palmas de la zona Norte.
- 109: Llanuras del Gaspar.
- 110: Llanuras de San Carlos, tierras elevadas.

Las variables ambientales que explican las diferentes Zonas Forestales definidas para esta Ecorregión se describen en el siguiente cuadro.

Cuadro 65. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión 111.Zona Norte.

Zona Forestal	COD_BT (°C)	COD_ORDS	COD_PISO	CODpreZV (mm)	COD_TEMP (°C)	COD_TB	COD_VGGO	COD_UFIT	COD_ZV
22	24 - 30	Andisoles, inceptisoles, ultisoles	Basal	4000 - 8000	22 - 26	Bosque muy húmedo	33, 34b	2b, 3b	bmh-T, bmh-T12
23	18 - 30	Ultisoles / inceptisoles, ultisoles	Basal, premontano	2000 - 8000	26 - 28	Bosque muy húmedo	35	2a, 2b	bmh-T, bmh-P6
24	24 - 30	Ultisoles / inceptisoles, ultisoles	Basal	4000 - 8000	26 - 28	Bosque muy húmedo	33, 40	2a, 3a	bmh-T
25	18 - 24	Ultisoles, inceptisoles	Premontano	2000 - 4000	26 - 28	Bosque muy húmedo	33, 40	2a, 2b	bmh-P6
52	Bosque de palmas de la zona Norte, en la zona del Refugio mixto Maquenque, es necesaria más información para caracterizar esta zona.								
109	Llanuras del Gaspar, es necesaria más información para caracterizar esta zona.								
110	Llanuras de San Carlos, Tierras elevadas principalmente distrito de Pocosal, es necesaria más información para caracterizar esta zona.								

Donde:

COD_ZV = bmh-T: Bosque muy húmedo tropical; bmh-T12: Bosque muy húmedo transición a premontano; bmh-P6: Bosque muy húmedo premontano transición a basal.

COD_UFIT = 2a: Llanuras de San Carlos, tierras bajas de topografía plana, inundadas la mayor parte del año; 2b: Llanuras de San Carlos, tierras elevadas entre los 100 y 500 msnm de topografía plano-ondulada; 3a: Llanuras del Caribe Norte, tierras bajas de topografía plana, inundadas la mayor parte del año; 3b: Llanuras del Caribe Norte, tierras elevadas entre los 100 y 700 msnm de topografía plano-ondulada.

COD_VGGO = 33: Bosque tropical lluvioso de bajura; 35: Bosque tropical lluvioso submontano; 34b: Bosque tropical lluvioso submontano; 40: Vegetación tropical lluvioso aluvial.

En la Figura 38 se muestra el área por tipo de uso determinado según el mapa de tipos de uso del INF (2013).

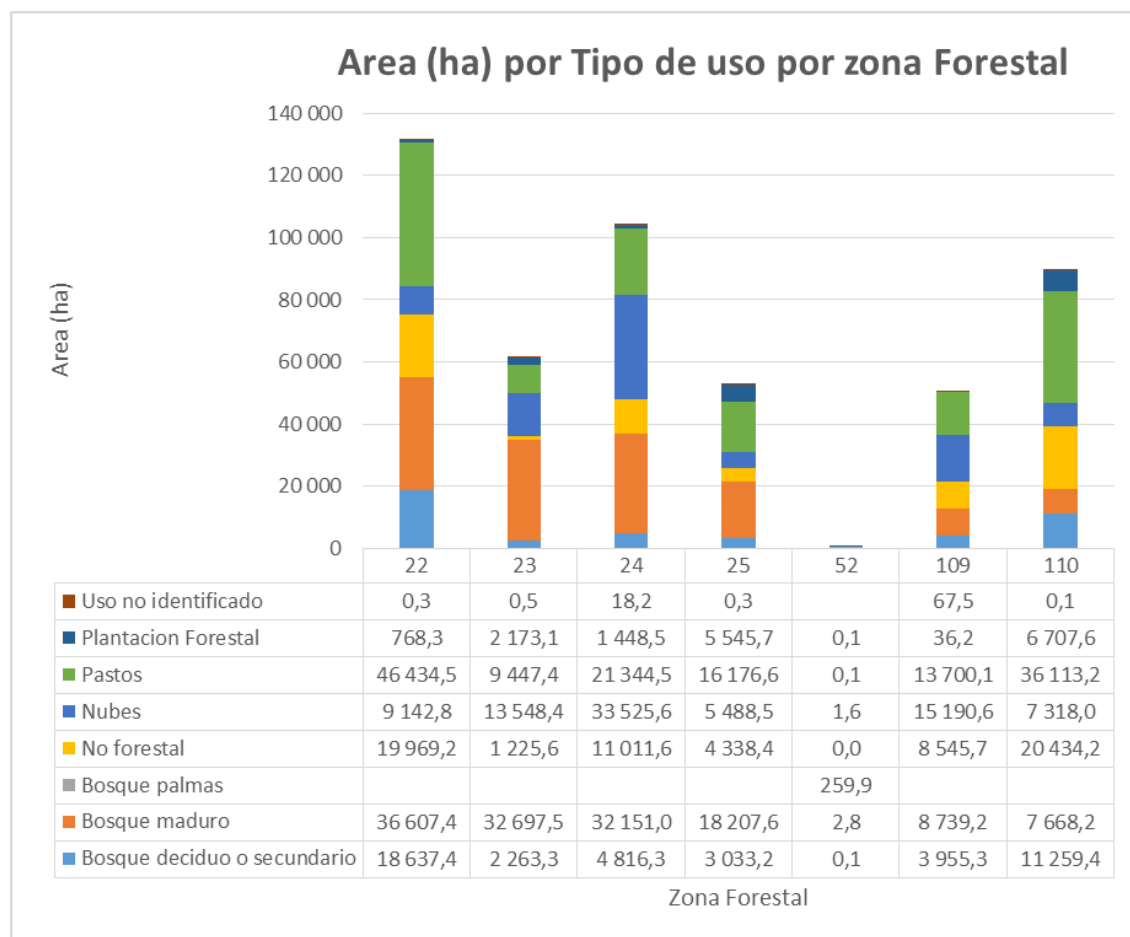


Figura 38. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión 111.Zona Norte.

Los indicadores de productividad de cada Zona Forestal descrita se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 66. Valores de abundancia y dominancia para cuatro Zonas Forestales presentes en la Ecorregión 111.Zona Norte.

Zona Forestal	Abundancia (N/ha)	Dominancia (m ² /ha)
22	481.7	25.92
23	519.4	28.13
24	478.9	26.54
25	420.7	25.6
52	---	---
109	---	---
110	---	---

Las especies con un VI alto son consideradas mejores indicadoras porque tienen más probabilidades de ser detectadas en contraste con las especies que sean raras. A las Zonas Forestales descritas, las caracterizan las dos especies indicadoras con mayor VI, en el siguiente cuadro se muestran los resultados.

Cuadro 67. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita.

Zona Forestal	Especies	Valor indicador
22	<i>Ampelocera macrocarpa</i>	60.7
22	<i>Jacaranda copaia</i>	55.1
23	<i>Elaeoluma glabrescens</i>	46.3*
23	<i>Vochysia allenii</i>	38.1*
24	<i>Couma macrocarpa</i>	39.6*
24	<i>Licania affinis</i>	36.8*
25	<i>Vatairea lundellii</i>	50.2
25	<i>Dialium guianense</i>	44.7*

* VI menor a 50

Según los resultados del Cuadro 67 la ZF 23 y 24 presentaron especies indicadoras con VI menor a 50, considerándose, así como detectoras. Cabe destacar que cada ZF 25 también presentó una especie detectora. Por otra parte, las especies con mayor IVI para cada ZF son las siguientes: ZF 22 (*Pentaclethra macroloba* y *Iriartea deltoidea*), ZF 23 (*Pentaclethra macroloba* y *Vochysia ferruginea*), ZF 24 (*Pentaclethra macroloba* y *Welfia regia*) y ZF 25 (*Dialium guianense* y *Pentaclethra macroloba*). Cabe destacar que en las cuatro ZF definidas para esta Ecorregión, *P. macroloba* se encuentra presente como una de las especies con mayor IVI; considerando los resultados del Cuadro 37, *P. macroloba* es una especie indicadora característica de la ZF 22.

3.2.10 Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso.

Las Zonas Forestales que se definieron para esta Ecorregión son las siguientes:

26: Llanuras de Guatuso.

53: Bosque de palmas de las llanuras de Los Chiles.

111: Humedales de Cano Negro.

Las variables ambientales que explican las diferentes Zonas Forestales definidas para esta Ecorregión se describen en el siguiente cuadro.

Cuadro 68. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso.

Zona Forestal	COD_BT (°C)	COD_ORDS	COD_PISO	CODpreZV (mm)	COD_TEMP (°C)	COD_TB	COD_VGGO	COD_UFIT	COD_ZV
26	18 - 30	Ultisoles, andisoles / ultisoles	Basal, premontano	2000 - 4000	22 - 28	Bosque húmedo, bosque muy húmedo	33, 34, 35b	1b	bh-T, bh-T2, bmh-P6
53	Bosque de palmas de las llanuras de Los Chiles (dentro del Refugio de Vida Silvestre Caño Negro), se necesita más información para caracterizar esta zona.								
111	Humedales de Caño Negro, se necesita más información para caracterizar esta zona.								

Donde:

COD_ZV = bh-T: Bosque húmedo tropical; bh-T2: Bosque húmedo tropical transición a per húmedo; bmh-P6: Bosque muy húmedo premontano transición a basal.

COD_UFIT = 1b: Llanuras de Guatuso, tierras elevadas entre los 40 y 500 msnm de topografía plano-ondulada.

COD_VGGO = 33: Bosque tropical lluvioso de bajura; 34: Bosque tropical lluvioso submontano; 35b: Bosque tropical lluvioso submontano.

En la Figura 39 se muestra el área por tipo de uso determinado según el mapa de tipos de uso del INF (2013).

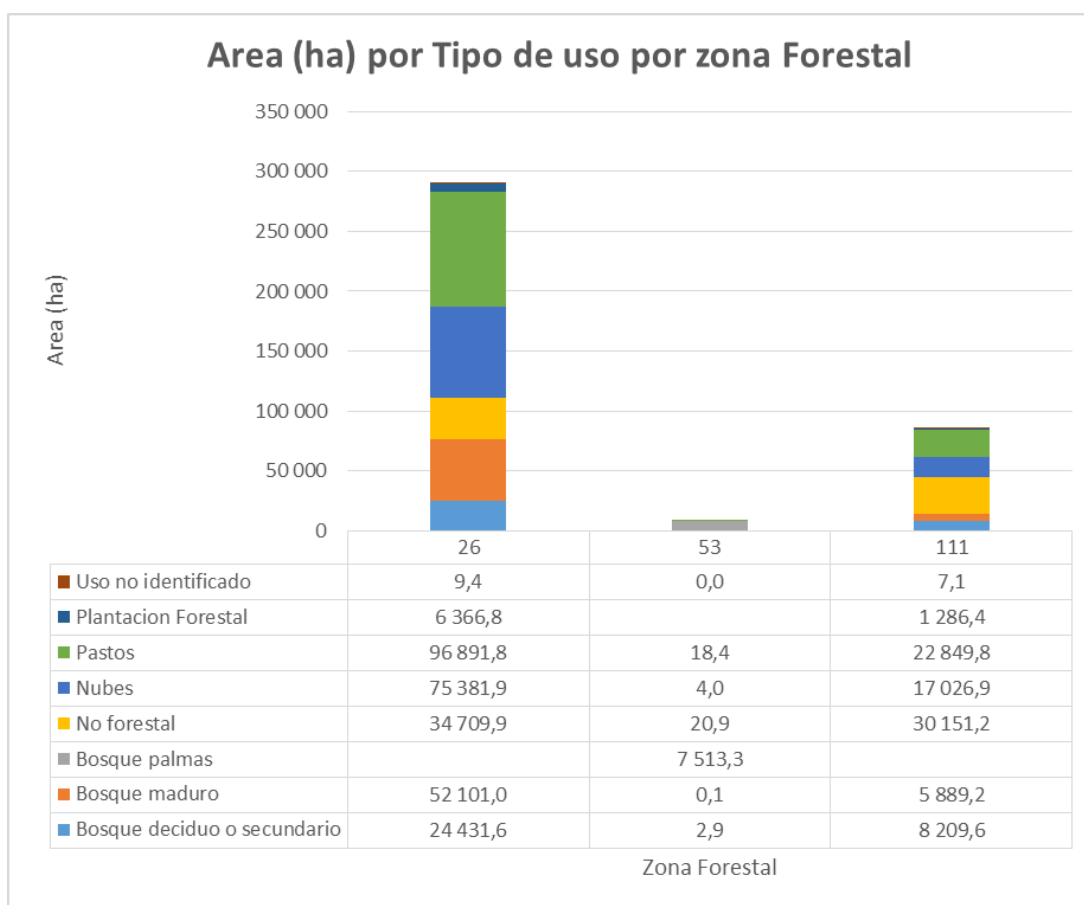


Figura 39. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso.

Los indicadores de productividad de cada Zona Forestal descrita se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 69. Valores de abundancia y dominancia para la Zona Forestal presente en la Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso.

Zona Forestal	Abundancia (N/ha)	Dominancia (m ² /ha)
26	381.0	18.29
53	---	---
111	---	---

Las especies con un VI alto son consideradas mejores indicadoras porque tienen más probabilidades de ser detectadas en contraste con las especies que sean raras. A las Zonas Forestales descritas, las caracterizan las dos especies indicadoras con mayor VI, en el siguiente cuadro se muestran los resultados.

Cuadro 70. Valor indicador más alto de la especie indicadora representativa en cada Zona Forestal descrita.

Zona Forestal	Especies	Valor indicador
26	<i>Cordia dwyeri</i>	30.6*

* VI menor a 50

Según los resultados del Cuadro 70, la ZF 26 presentó solo una especie indicadora, la misma tuvo un VI menor a 50, considerándola, así como detectora. Por otra parte, las especies con mayor IVI para esta ZF son las siguientes: (*Cordia alliodora* y *Castilla elastica*). Cabe destacar que esta ZF fue definida con las únicas 6 parcelas INF presentes en esa Ecorregión por lo que resulta conveniente realizar una clasificación con más información de parcelas en este sitio.

3.3 Valores de producción obtenidos

Se calcularon los valores de abundancia y dominancia por hectárea por tipo de bosque para cada Zona Forestal y Ecorregión, utilizando la información generada de las parcelas ubicadas en cada Ecorregión y utilizando un dap mínimo de 10 cm.

3.3.1 Bosque maduro

Para el estrato Bosque Maduro, los resultados de abundancia y dominancia por Ecorregión se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 71. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque Maduro.

Ecorregión	N Parcelas	Abundancia (N/Ha)	Desv. Estándar (N/Ha)	Error Estándar	%Em	Límite Inferior	Límite Superior
101	8	443,75	155,74	130,2	29%	313,5	574,0
105	10	399,40	135,95	97,3	24%	302,1	496,7
106	10	431,00	146,32	104,7	24%	326,3	535,7
108	21	540,89	80,29	36,5	7%	504,3	577,4
109	30	441,89	127,17	47,5	11%	394,4	489,4
110	18	506,28	184,43	91,7	18%	414,6	598,0
111	199	479,36	95,84	13,4	3%	466,0	492,8
112	3	476,44	137,63	341,9	72%	134,5	818,3
113	14	556,29	189,41	109,4	20%	446,9	665,6
TOTAL	313	479,85	117,98	13,1	3%	466,7	493,0

Gráficamente se observa de la siguiente manera.

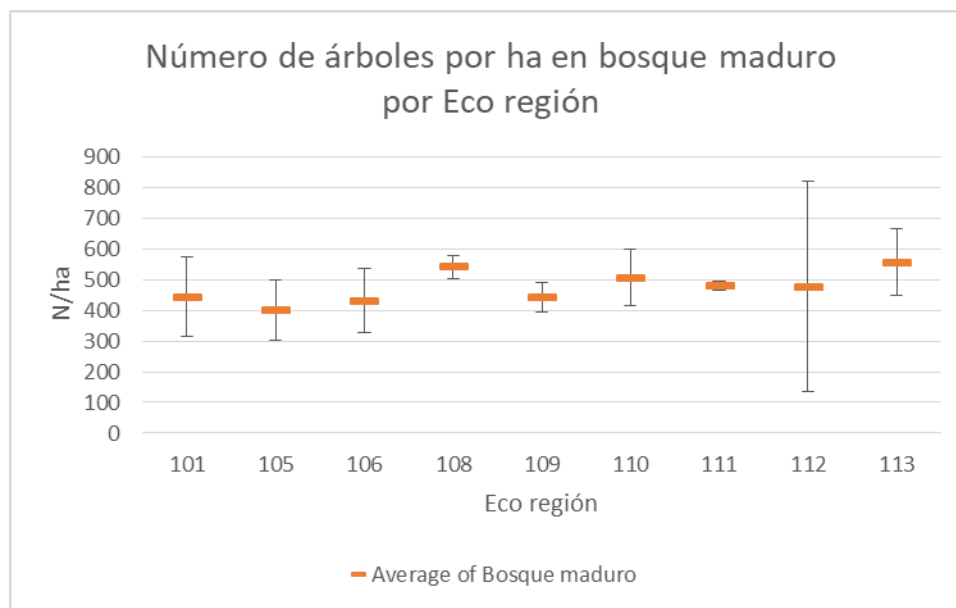


Figura 40. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque Maduro.

Se observa que en la ecorregión 112.Llanuras de Guatuso, el error de muestreo es de un 72%, lo que requiere un mayor muestreo en bosque maduro.

Los valores de abundancia obtenidos representan valores según lo esperado para un bosque maduro. Los valores de área basal se presentan por Ecorregión en el siguiente cuadro:

Cuadro 72. Área basal por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque Maduro.

Ecorregión	N Parcelas	Area Basal (G/Ha)	Desv. Estándar (G/Ha)	Error Estándar	%Em	Límite Inferior	Límite Superior
101	8	28,09	13,21	11,0	39%	17,0	39,1
105	10	30,64	12,80	9,2	30%	21,5	39,8
106	10	39,61	21,40	15,3	39%	24,3	54,9
108	21	30,57	6,86	3,1	10%	27,5	33,7
109	30	27,91	5,75	2,1	8%	25,8	30,1
110	18	33,28	12,46	6,2	19%	27,1	39,5
111	199	26,70	4,41	0,6	2%	26,1	27,3
112	3	28,94	8,04	20,0	69%	9,0	48,9
113	14	35,93	16,06	9,3	26%	26,7	45,2
TOTAL	313	28,46	8,38	0,9	3%	27,5	29,4

Gráficamente se observa de la siguiente manera.

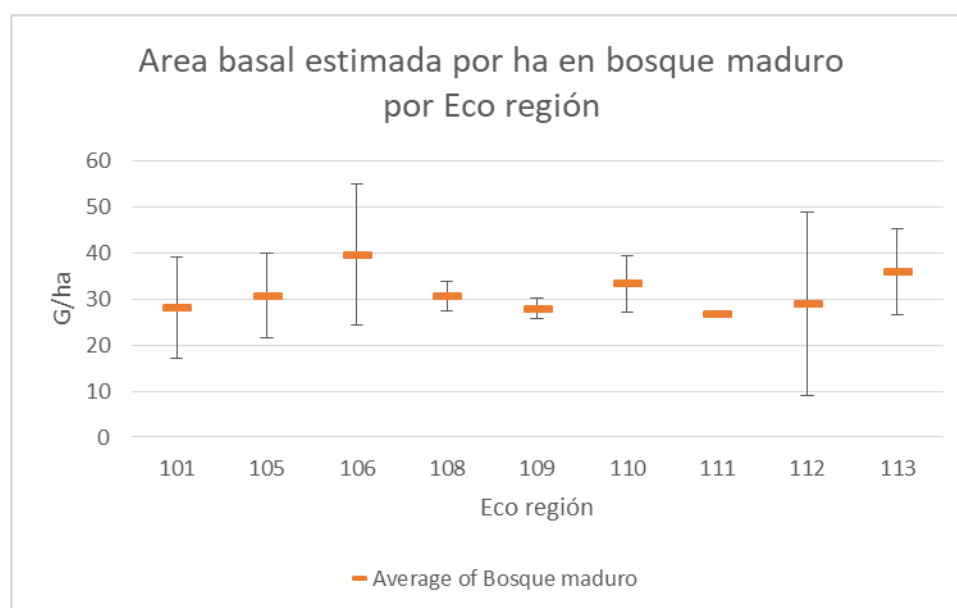


Figura 41. Área basal por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque Maduro.

3.3.2 Bosque secundario y bosque deciduo

Para el tipo de Bosque Secundario y Bosque Deciduo, los resultados de abundancia y dominancia por Ecorregión son los siguientes:

Cuadro 73. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque secundario.

Ecorregión	N Parcelas	Abundancia (N/Ha)	Desv. Estándar (N/Ha)	Error Estándar	%Em	Límite Inferior	Límite Superior
101	21	414,10	141,21	64,3	16%	349,8	478,4
102	13	383,53	86,79	52,4	14%	331,1	436,0
105	7	398,14	175,68	162,5	41%	235,7	560,6
106	9	545,56	188,95	145,2	27%	400,3	690,8
108	14	401,43	119,03	68,7	17%	332,7	470,2
109	11	368,91	142,41	95,7	26%	273,2	464,6
110	8	472,50	102,92	86,0	18%	386,5	558,5
111	5	446,00	135,76	168,6	38%	277,4	614,6
112	6	313,33	170,02	178,4	57%	134,9	491,8
113	2	435,00	21,21	190,6	44%	244,4	625,6
TOTAL	96	414,76	142,47	28,9	7%	385,9	443,6

Gráficamente se observa de la siguiente manera.

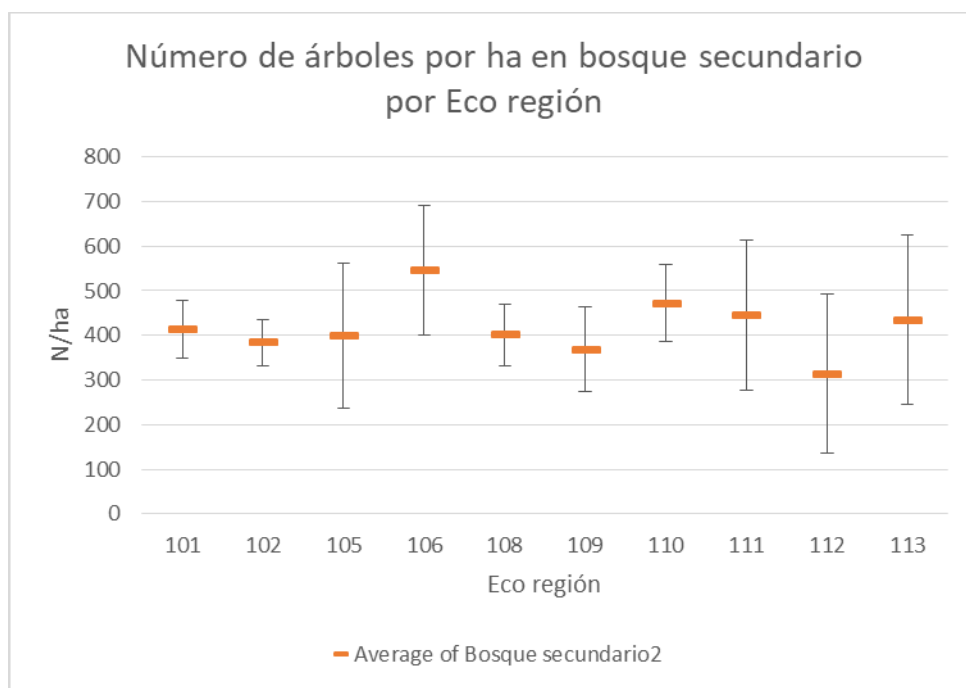


Figura 42. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque secundario.

Los valores de abundancia obtenidos representan valores según lo esperado para un bosque secundario. Los valores de área basal se presentan por Ecorregión en el siguiente cuadro:

Cuadro 74. Área Basal por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque secundario.

Ecorregión	N Parcelas	Area Basal (G/Ha)	Desv. Estándar (G/Ha)	Error Estándar	%Em	Límite Inferior	Límite Superior
101	21	18.52	7.67	3.5	19%	15.0	22.0
102	13	20.95	9.39	5.7	27%	15.3	26.6
105	7	20.86	11.18	10.3	50%	10.5	31.2
106	9	21.16	16.22	12.5	59%	8.7	33.6
108	14	18.19	9.29	5.4	29%	12.8	23.6
109	11	20.31	5.83	3.9	19%	16.4	24.2
110	8	25.59	10.59	8.9	35%	16.7	34.4
111	5	21.39	12.29	15.3	71%	6.1	36.6
112	6	12.26	6.53	6.9	56%	5.4	19.1
113	2	20.25	5.74	51.6	Falta información		
TOTAL	96	19.81	9.69	2.0	10%	17.8	21.8

En el caso de la Ecorregión 113.Cordillera de Guanacaste y Tilarán, se indica falta de información en el cálculo del Error de muestreo, debido a que solo se cuenta con 2 parcelas de bosque secundario para esta ecorregión.

Estos valores de forma gráfica se presentan a continuación.

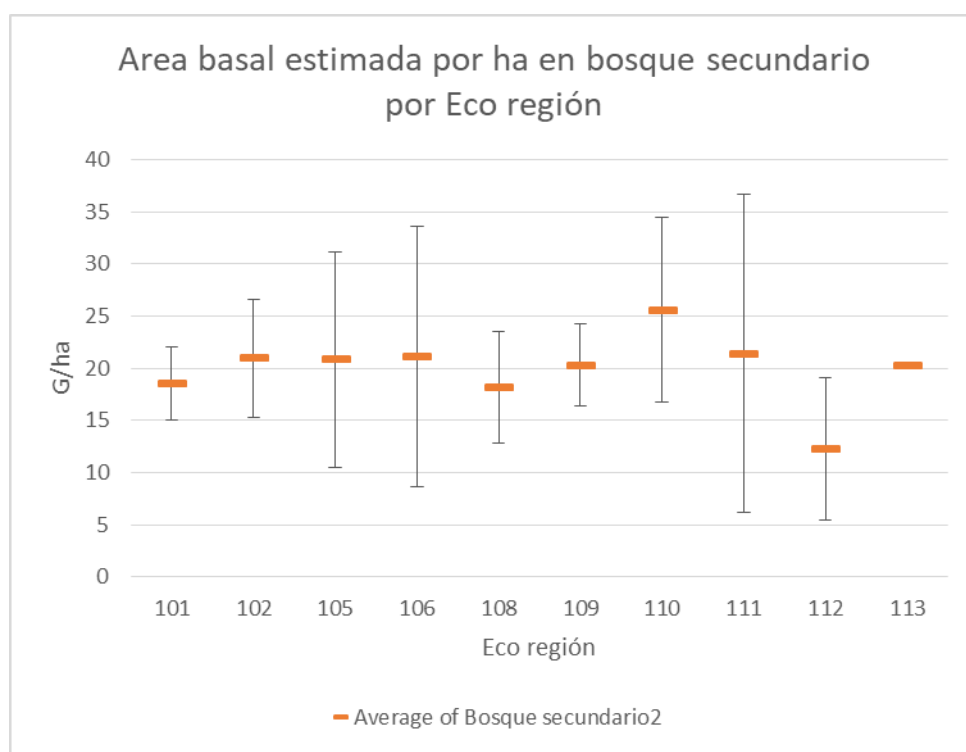


Figura 43. Área basal por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque secundario.

3.3.3 Rodales de mangle

Para el estrato Rodales de Mangle, los resultados de abundancia y dominancia por Ecorregión definida en ellos son:

Cuadro 75. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Rodales de Mangle.

Ecorregión	N Parcelas	Abundancia (N/Ha)	Desv. Estándar (N/Ha)	Error Estándar	%Em	Límite Inferior	Límite Superior
101	3	386.7	76.4	189.7	49%	196.9	576.4
105	4	392.5	56.8	90.4	23%	302.1	482.9
108	4	392.5	90.0	143.1	36%	249.4	535.6
TOTAL	11	390.9	67.6	45.4	12%	345.5	436.3

No hay información de los mangles ubicados en las ecorregiones 102. Serranías de la Península de Nicoya y 109. Zona Caribe. Estos valores de forma gráfica se presentan a continuación.

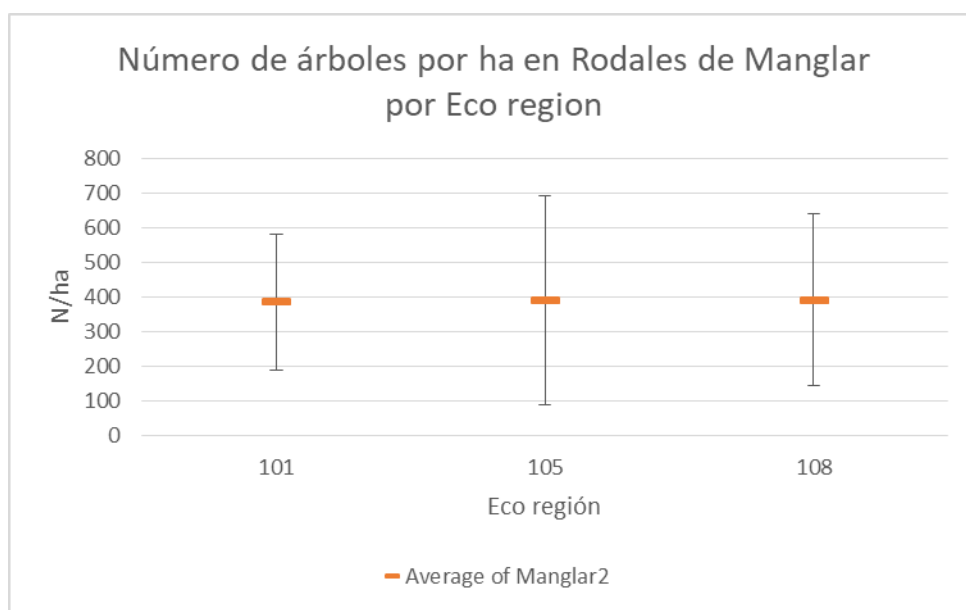


Figura 44. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Rodales de Mangle.

Los valores de abundancia obtenidos representan valores según lo esperado para un rodal de mangle. Los valores de área basal se presentan por Ecorregión en el siguiente cuadro:

Cuadro 76. Área Basal por hectárea por Ecorregión para el estrato Rodales de Mangle.

Ecorregión	N Parcelas	Area Basal (G/Ha)	Desv. Estándar (G/Ha)	Error Estándar	%Em	Límite Inferior	Límite Superior
101	3	18.8	6.3	15.6	83%	3.2	34.4
105	4	17.7	6.6	10.5	60%	7.1	28.2
108	4	20.1	9.8	15.7	78%	4.4	35.7
TOTAL	11	18.9	7.2	4.8	26%	14.0	23.7

Estos valores de forma gráfica se presentan a continuación.

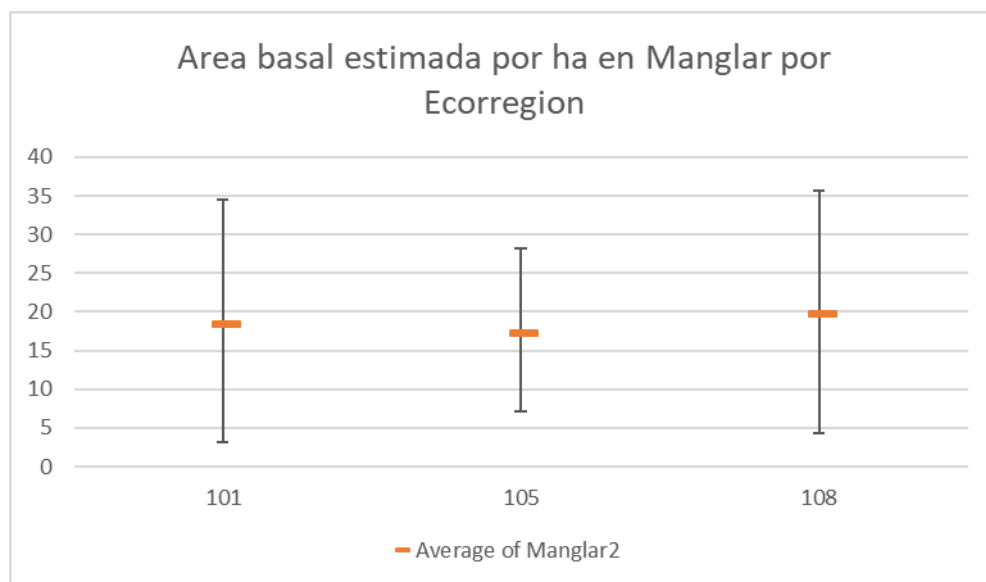


Figura 45. Área basal por hectárea por Ecorregión para el estrato Rodales de Mangle.

3.3.4 Bosque de palmas

Para el estrato Bosque de Palmas, los resultados de abundancia y dominancia por Ecorregión definida en ellos son:

Cuadro 77. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque de Palmas.

Ecorregión	N Parcelas	Abundancia (N/Ha)	Desv. Estándar (N/Ha)	Error Estándar	%Em	Límite Inferior	Límite Superior
108	3	563.33	370.18	919.6		Falta información	
109	11	405.45	133.22	89.5	22%	316.0	495.0
111	2	535.00	7.07	63.5	12%	471.5	598.5
112	3	353.33	291.43	724.0		Falta información	
TOTAL	19	435.79	200.06	96.43	0.22	339.36	532.22

En el caso de las Ecorregiones 108.Pacífico Sur y 112.Llanuras De Guatuso, se indica “falta de información” en el cálculo del Error de muestreo, debido a que solo se cuenta con solo 3 parcelas de bosque de palmas para estas ecorregiones.

Estos valores de forma gráfica se presentan a continuación:

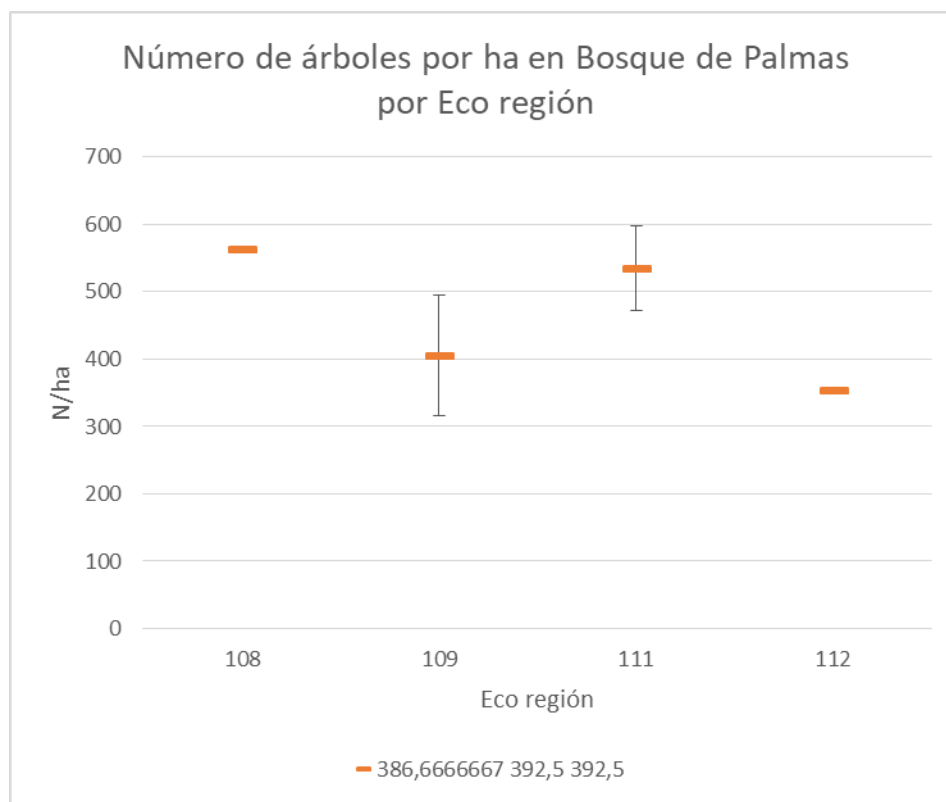


Figura 46. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque de Palmas.

Los valores se presentan según lo esperado para el estrato Bosque de Palmas, en cuanto al área basal se presenta igualmente el valor por Ecorregión.

Cuadro 78. Área Basal por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque de Palmas.

Ecorregión	N Parcelas	Area Basal (G/Ha)	Desv. Estándar (G/Ha)	Error Estándar	%Em	Límite Inferior	Límite Superior
108	3	36.01	26.12	64.9		Falta información	
109	11	22.60	4.86	3.3	14%	19.3	25.9
111	2	26.25	1.43	12.8	49%	13.4	39.1
112	3	13.57	10.11	25.1		Falta información	
TOTAL	19	23.68	12.01	5.79	0.24	17.89	29.46

Estos valores de forma gráfica se presentan a continuación:

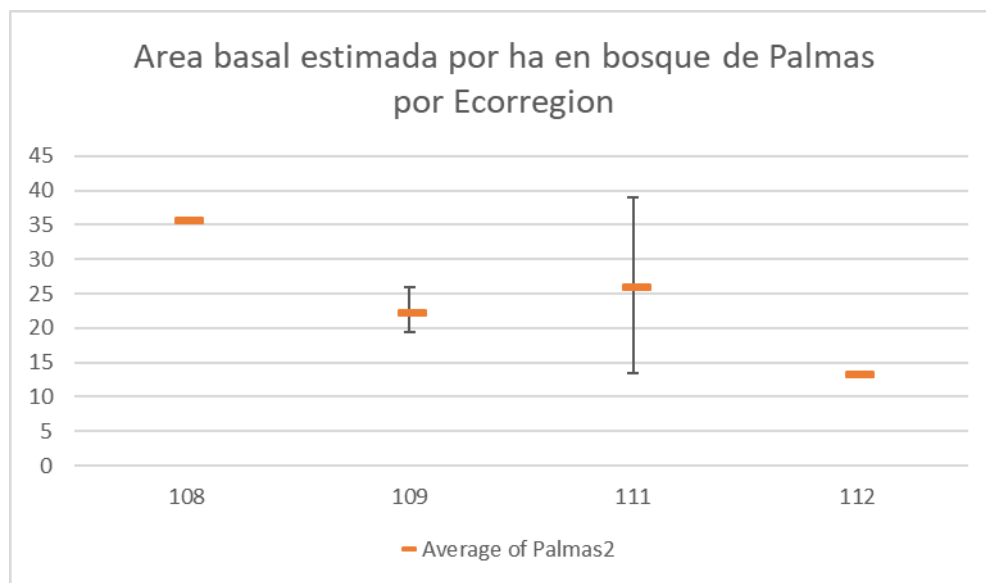


Figura 47. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque de Palmas.

Estos valores de producción son una herramienta para complementar junto con los mapas de ubicación de las Ecorregiones y las Zonas Forestales, un análisis para cada una de estas ecorregiones determinando para ellas las características de sus bosques y que estos resultados se incorporen a nueva políticas de manejo y conservación por Ecorregión para aprovechar el potencial de algunas especies que poseen buena representación a este nivel y que sin embargo se ven disminuidas cuando se les evalúa a nivel de todo el territorio nacional.

4 Tercer Producto. Documento sobre el estado Poblacional de las especies arbóreas, principalmente sobre aquellas contenidas en el Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE.

El estado de la población, se basa en parámetros medibles que permiten tener una aproximación de cómo se puede estar comportando una población en un lugar y tiempo determinado, tomando esta población como una población cerrada, bajo el supuesto que no hay tasas de natalidad, mortalidad, inmigraciones y migraciones, esto debido a que los tiempos establecidos para un trabajo de campo, como el presente, son extremadamente limitados, impidiendo tener un ciclo biológico fenológico completo o más oportunidad de establecer áreas de muestreo permanente para medir tasas de natalidad y mortalidad principalmente, ya que se refiere a especies vegetales con un ciclo de vida largo. (Rivera, D.; Viquez, H. 2010).

Como se indicó en el punto anterior, para los tipos de bosque analizados a partir de los resultados del INF, sumado a la información aportada por las otras fuentes (PPM y PMF) la cantidad total de especies encontradas para las 439 parcelas del análisis es de 1 639.

Dado el alcance de este trabajo, se seleccionaron de las 1 639 especies solamente 50 consideradas entre las de mayor uso forestal y de importancia ecológica a nivel nacional, 17 especies según el Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE, 18 especies de mayor uso forestal según la ONF, 11 especies mencionadas por Jiménez (1999b), 4 especies de interés en la zona de Osa y en la zona Norte. A continuación, se presenta el estado Poblacional de esas 50 especies basado en el análisis de la información de las 439 parcelas del INF, PPM y PMF.

4.1 Aspectos por considerar para definir el estado Poblacional de una especie forestal.

En otros estudios se menciona que existen varios factores a tomar en cuenta para determinar el estado de población de una especie en particular y que su estado Poblacional puede dar paso a determinar su vulnerabilidad o su robustez para permanecer con una población lo suficientemente estable dentro de los ecosistemas donde se encuentre. La ecología de cada especie es fundamental para establecer su grado de vulnerabilidad. Algunos de estos factores son:

Distribución: Las especies con una buena distribución en las distintas regiones del país muestran capacidad para desarrollarse en varias condiciones geográficas lo que ayuda a su permanencia.

Tamaño de población efectiva: Se refiere al número total de individuos que constituye una determinada población, con capacidad reproductiva para engendrar progenies viables y no emparentados entre sí (Murillo 1992; citado por Jiménez 1999b) y Frankham *et al.* (2002).

Según la FAO (1984), citado por Jiménez (1999b), para tratar de asegurar la conservación in-situ de los recursos genéticos de una determinada especie, cabe hacerse una pregunta clave: ¿qué es lo que constituye una población mínima viable? Es decir, la cantidad mínima de individuos que deben mantenerse en un área o áreas protegidas, para lograr la perpetuidad de la especie. Por lo anterior, según Franklin (1980), Frankel & Soule (1981); citados por Jiménez (1999b) y Frankham *et al.* (2002), se ha sugerido un valor de 50 individuos como tamaño mínimo efectivo de una población para su sobrevivencia y de 500 individuos para sustentar a largo plazo una adaptabilidad genética al cambio. Estas estimaciones son las mejores con que se cuenta en la actualidad para lograr la conservación de una especie al igual que la superficie necesaria para mantenerlas.

Sin embargo, Poblaciones pequeñas con menos de 50-100 individuos en total, se encuentran en alto riesgo de reducción a través del fenómeno de deriva o erosión genética. Es decir, al existir pocos individuos con quienes poder reproducirse, aumentará rápidamente y en forma exponencial los niveles de endogamia (Quesada & Quirós, 2003).

Por otra parte, Jiménez (1999b) cita también a otros autores como Gregorius (1980), quien propone que, para tener alguna garantía de preservación de una buena parte de la variabilidad genética de una población natural, se necesita mantener por lo menos 500 individuos en edad reproductiva.

Con este tamaño de población se tiene una cierta estabilidad y garantía de:

- ✓ Mayor nivel de intercambio genético entre los individuos, pues a mayor cantidad de individuos, mayores son las posibilidades de recombinación genética.
- ✓ Nivel de variabilidad genética que necesita una población a largo plazo. A mayor tamaño de población, hay una mayor probabilidad de lograr contener dentro de ella muchos de los alelos raros (variantes genéticas) que existen en la población, y que son los que le garantizan una mayor variabilidad genética y capacidad de perpetuación.
- ✓ Reducción de la deriva genética, es decir, que, aunque exista parentesco en unos individuos, en otra parte de la población otros logren cruzarse con los que están fuera de su grupo.

Frankham *et al.* (2002) menciona también que con una población general de 500 individuos se pueden asegurar al menos 50 individuos no emparentados como población efectiva (N_e) que tengan plena capacidad reproductiva para la sobrevivencia de la especie sin problemas de degradación genética.

A las 50 especies forestales seleccionadas para este estudio, se reporta en los casos que se pudo obtener la información de cuál es el sistema reproductivo, agente polinizador y el agente dispersor de sus semillas:

- ✓ Sistemas reproductivos: Conocer los sistemas de apareamiento de las especies es sumamente importante; dentro de los sistemas reproductivos más conocidos de las plantas están los hermafroditas, es decir, aquellas en donde se encuentran los dos sexos, o sea, que las flores tienen androceo y gineceo. Una especie monoica, es aquella que produce flores tanto masculinas como femeninas en la misma planta, aunque no siempre en las mismas flores. Además, existen las plantas dioicas, que tienen diversificación sexual, es decir, existe diferencia entre individuos masculinos y femeninos, donde cada uno produce sus gametos específicos (Font Quer 1982; citado por Jiménez 1999b).
- ✓ Polinización: Diversos grupos como los insectos (abejas, moscas, abejones y mariposas), así como algunas especies de murciélagos y aves, constituyen los principales polinizadores de los árboles. De igual forma es importante el viento, aunque en menor grado en los trópicos.
- ✓ La dispersión de semillas constituye uno de los mecanismos más importantes para la supervivencia de las especies. A través del tiempo se ha logrado establecer que muchos árboles del bosque tropical no producen semillas todos los años. Esta estrategia de sobrevivencia sin lugar a duda está fundamentada en el hecho de que con seguridad las semillas de una especie determinada son altamente depredadas y la mejor forma de evitarlo es no producir semillas todos los años, como le sucede por ejemplo al nazareño (*Peltogyne purpurea*) en la Península de Osa (Jiménez, 1999b).

Lo anterior como un aporte a otros estudios o planteamiento de políticas para determinar prácticas de manejo o intervención a ciertas especies considerando su nivel de población y/o frecuencia y plantear acciones para el aumento y manejo de sus Poblaciones, tales como: plantaciones de árboles, reducción o restricción de cosecha, promover corredores biológicos que garanticen entre otros la acción de polinizadores y dispersores para colaborar en la permanencia de las especies en los hábitats donde se encuentran.

Para las especies con Poblaciones estimadas menores a 1 000 individuos ($dap > 30$ cm.) se deben considerar otros aspectos biológicos de interacción entre sí mismos y su entorno tales como:

6. Un fenómeno grave que está en la actualidad afectando el tamaño de la población efectiva es el de la fragmentación, pues las Poblaciones de ciertas especies han quedado o se encuentran disyuntas, provocando la pérdida de su variabilidad genética (Guariguata, 2002) citado por Quesada & Quirós (2003).
7. Whitmore 1998; citado por Jiménez 1999b indica que muchas especies de polinizadores son tan especializadas en sus hábitos alimenticios que dependen únicamente de una familia de plantas o familias muy similares para alimentarse. Además, muchas flores se han desarrollado de una manera especial para atraer un grupo particular de polinizadores. Por lo tanto, la interacción polinizador-árbol es tan importante que ambos conviven mutuamente, a tal punto que algunas plantas tienen polinizadores y dispersores que coexisten por floración y fructificación en algunas épocas. Si desaparece uno de los dos, es casi un hecho que la otra también desaparecerá.

La información sobre sistemas reproductivos, polinización, forma de dispersión y algunas características ecológicas de las especies fueron aportadas por el Botánico Barry Hammel del Missouri Botanical Garden y por apuntes del Ing. Forestal Andrés Sanchún (q.D.g.).

Para cada una de las 50 especies, se adiciona un cuadro con la abundancia de los individuos (n/ha) con un dap mayor a 10 cm reportados por las tres fuentes de información, este valor fue estimado de acuerdo con el área de bosque presente en las ecorregiones donde se registra cada especie. El área de distribución de la especie es otro valor que se incluye en el cuadro y por último se presenta el **Valor total estimado de la población (dap>30 cm)** que representa la multiplicación de la abundancia relativa de los individuos por el área de bosque en cada ecorregión donde se distribuye la especie, este valor corresponde a la estimación de la cantidad total de árboles en condición reproductiva que se pueden encontrar en los bosques de las ecorregiones donde se registró la especie.

El **Valor total estimado de la población (dap>30 cm)** se pone en colores según los criterios de: Franklin (1980), Frankel & Soulé (1981), Gregorius (1980); todos citados por Jiménez (1999b) y Frankham *et al.* (2002): con ello, se coloca para cada especie en color ROJO, si la población total estimada es menor a 500 individuos, en AMARILLO si la población total estimada está entre 500 y 1000 individuos y en VERDE si la población total estimada es superior a 1000 individuos con dap mayor a 30 cm, lo que asegura una cantidad de individuos en condición reproductiva capaz de sustentar la continuidad de la especie.

Además, se presenta el mapa de distribución de las parcelas donde se registró cada especie seleccionada a nivel nacional.

4.2 Detalle del Estado Poblacional para las 50 especies arbóreas, principalmente sobre aquellas contenidas en el Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE.

4.2.1 *Anthodiscus chocoensis* Prance

Nombres vernáculos: Ajo negro, ajillo, amarillón, cascarillo.

Esta especie se distribuye en la **Ecorregión 108. Pacífico Sur**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.14) *Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Golfito, hasta los 500 msnm* y (ZF.106) *Tierras bajas inundables de la zona sur*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *A. chocoensis* corresponde a 309 898.5 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Los polinizadores de esta especie son abejas pequeñas y grandes.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 79. Abundancia total de la especie *Anthodiscus chocoensis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Anthodiscus chocoensis</i>	0.13	309 898.5	8 155

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *A. chocoensis* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita y anemócora tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados, aunque depende de las abejas como su agente polinizador.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *A. chocoensis* expresada de forma gráfica, presenta varias clases diamétricas sin representación, donde si hubo registros de árboles fueron en la clase diamétrica inferior (10-20 cm) y solo en una superior (70-80 cm). En la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

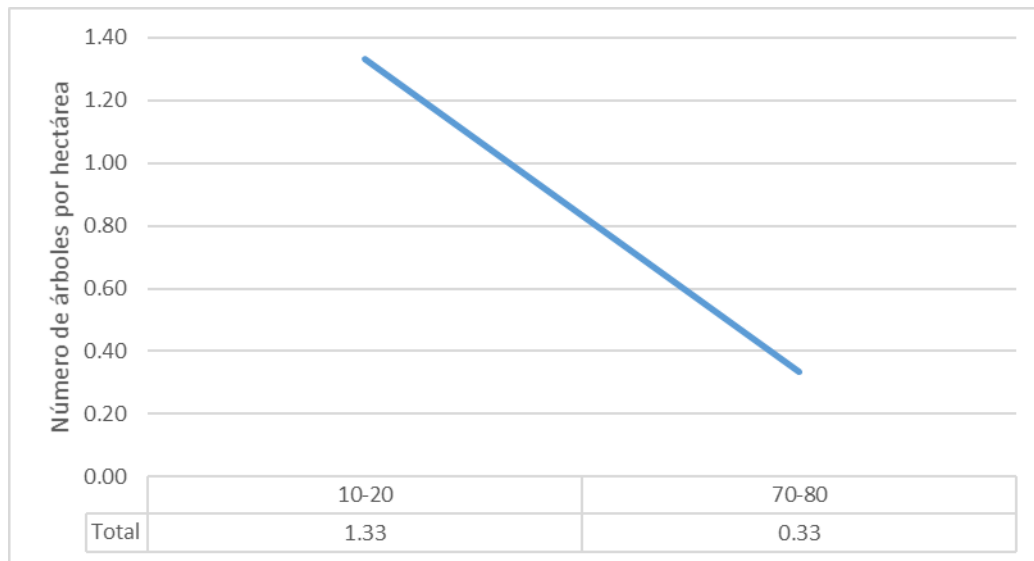


Figura 48. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Anthodiscus chocoensis*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

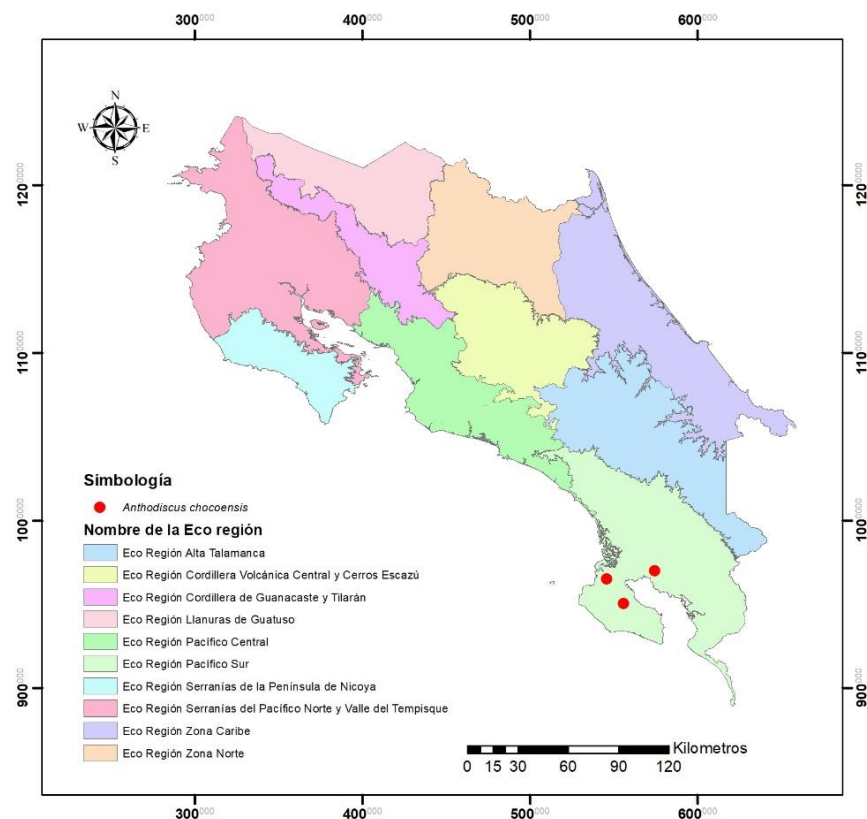


Figura 49. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Anthodiscus chocoensis*.

4.2.2 *Astronium graveolens* Jacq

Nombre vernáculo: Ron.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 105.Pacífico Central, Ecorregión 108.Pacífico Sur, Ecorregión 102.Serranías de la Península de Nicoya, Ecorregión 101.Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque**, prácticamente en la toda la región Pacífico Norte y Sur del país, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.2) *Laderas y Cerros de Guanacaste-Laderas Altas de la Cordillera de Guanacaste*, (ZF.4) *Laderas y Cerros de Guanacaste-Laderas bajas Cordillera Tilarán*, (ZF.10) *Muy Húmedo premontano transición a basal del Pacífico Central*, (ZF.15) *Cuenca media de los ríos Térraba y Coto Brus*, (ZF.03) *Laderas y Cerros de Guanacaste-Laderas bajas Cordillera de Guanacaste y Nicoya*, (ZF.05) *Laderas y Cerros de Guanacaste-Cerros del Norte de la Península Nicoya*, (ZF.08) *Cerros del Centro de la Península de Nicoya*, (ZF.01) *Península de Santa Elena*, (ZF.112) *Cuenca del río Tempisque-Lomas*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *A. graveolens* corresponde a 1 080 100.7 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie dioica.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 80. Abundancia total de la especie *Astronium graveolens* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Astronium graveolens</i>	2.51	1 080 100.7	105 843

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *A. graveolens* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, sin embargo, debe tomarse en cuenta el grado de fragmentación de los bosques donde se encuentra esta especie según su condición de especie dioica.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *A. graveolens* expresada de forma gráfica, presenta un comportamiento estructural típico de “J” invertida, con buena presencia de individuos principalmente en las clases diamétricas inferiores. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

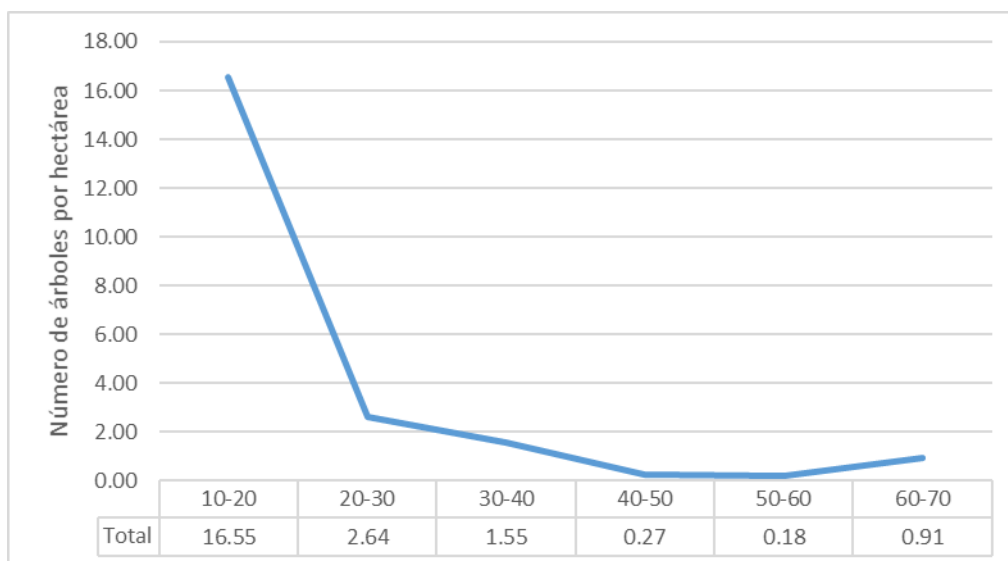


Figura 50. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Astronium graveolens*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

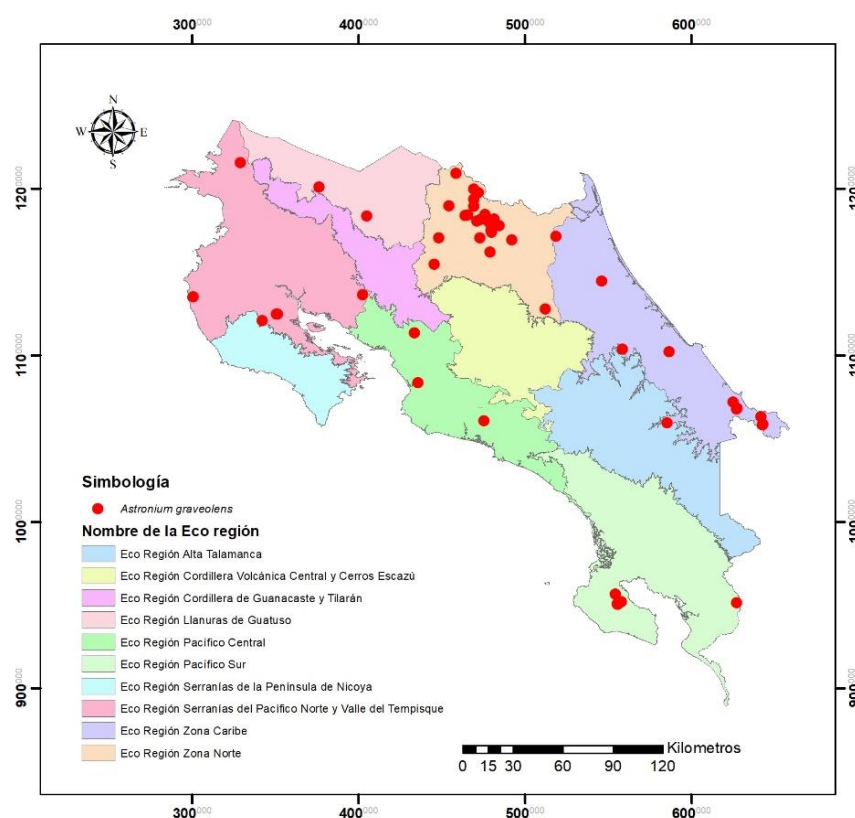


Figura 51. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Astronium graveolens*.

4.2.3 *Brosimum alicastrum* Sw.

Nombres vernáculos: Ojoche, kóke, lechoso, mastate, morillo, ojoche amarillo, ojoche de fruta, ramón.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso, Ecorregión 105.Pacífico Central, Ecorregión 108.Pacífico Sur, Ecorregión 101.Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque, Ecorregión 109.Zona Caribe, Ecorregión 111.Zona Norte**, prácticamente en la todo el país, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.2) *Laderas y Cerros de Guanacaste-Laderas Altas de la Cordillera de Guanacaste*, (ZF.26) *Llanuras de Guatuso*, (ZF.25) *Llanuras de San Carlos*, (ZF.110) *Llanuras de San Carlos, Tierras elevadas*, (ZF.21) *Llanuras del Caribe*, (ZF.20) *Tierras Elevadas del Caribe, entre 100 y 700 msnm*, (ZF.4) *Laderas y Cerros de Guanacaste-Laderas bajas Cordillera Tilarán*, (ZF.10) *Muy Húmedo premontano transición a basal del Pacífico Central, Filas Costera, Cruces y Cal, Punta Burica*, (ZF.24) *Llanuras de Sarapiquí*, (ZF.14) *Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Golfito, hasta los 500 msnm*, (ZF.23) *Cerros El Jardín y Chaparrón y otros*, (ZF.03) *Laderas y Cerros de Guanacaste-Laderas bajas Cordillera de Guanacaste y Nicoya*, (ZF.05) *Laderas y Cerros de Guanacaste-Cerros del Norte de la Península Nicoya*, (ZF.22) *Tierras Elevadas de la Zona Norte, entre 100 y 700 msnm*, (ZF.112) *Cuenca del río Tempisque-Lomas*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *B. alicastrum* corresponde a 1 599 159.3 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie dioica.

Polinización: Murciélagos.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

Otros: Alimento para fauna: monos, roedores y reptiles, ungulados, animales domésticos y medicinal.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 81. Abundancia total de la especie *Brosimum alicastrum* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Brosimum alicastrum</i>	1.43	1 599 159.3	94 461

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *B. alicastrum* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, sin embargo, debe tomarse en cuenta el grado de fragmentación de los bosques donde se encuentra especie según su condición de especie dioica

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *B. alicastrum* expresada de forma gráfica, presenta un comportamiento estructural en forma típica de “J” invertida con buena presencia de individuos prácticamente en todas las clases diamétricas. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

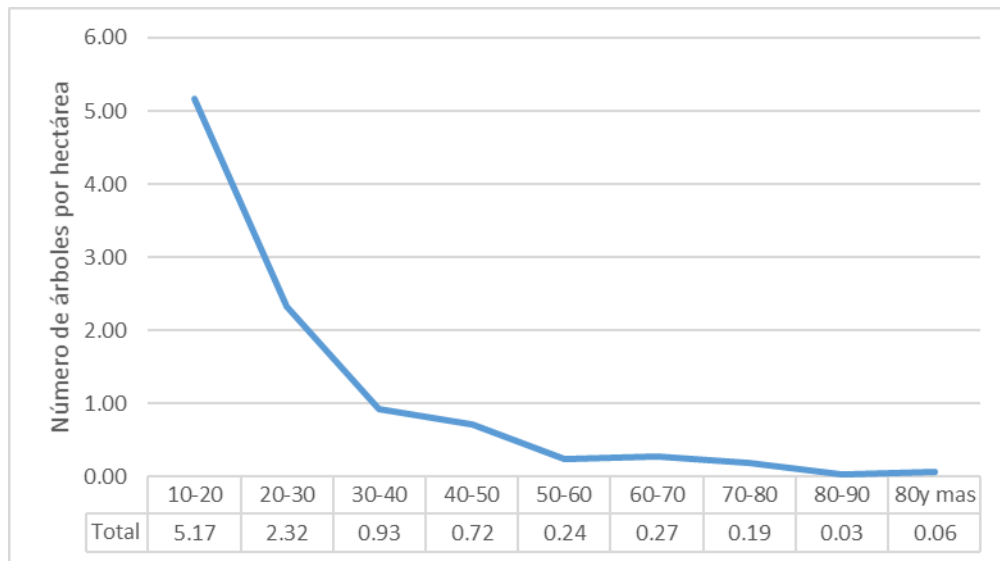


Figura 52. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Brosimum alicastrum*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

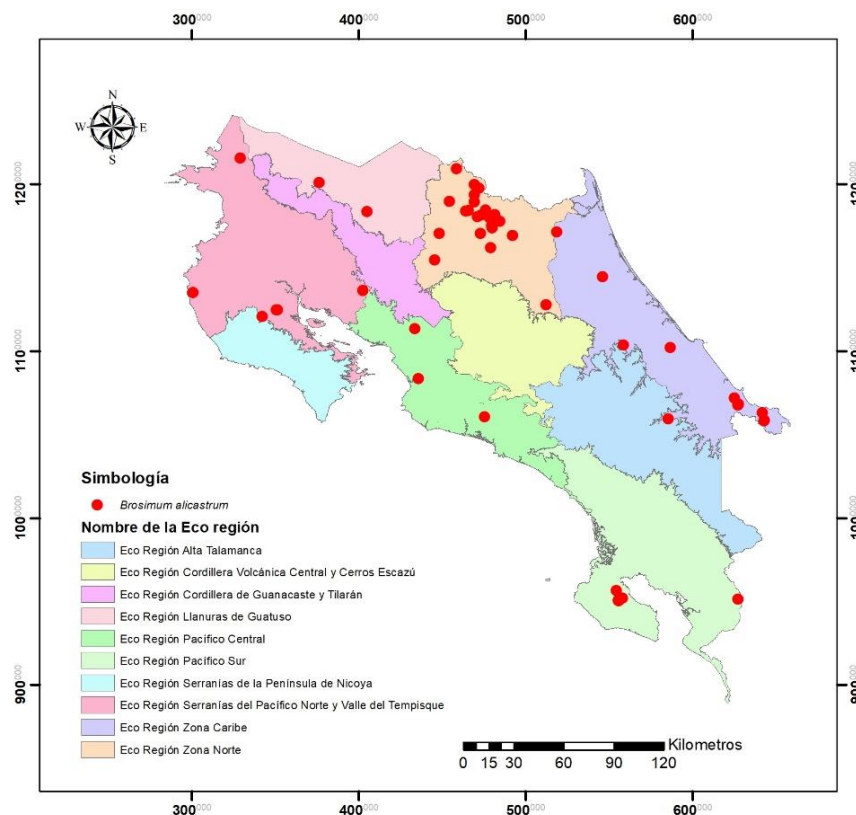


Figura 53. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Brosimum alicastrum*.

4.2.4 *Buchenavia tetraphylla* (Aubl.) R.A. Howard

Nombre vernáculo: Amarillón.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 105. Pacífico Central, Ecorregión 108. Pacífico Sur**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.13) *Filas Costera, Cruces y Cal, Punta Burica*, (ZF.12) *Bosque lluvioso del Pacífico Central*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *B. tetraphylla* corresponde a 537 913.5 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Abejas de miel.

Modo de dispersión de semillas: Zoócora, Aves.

Otros: Alimento para loras y pericos.

La población total identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 82. Abundancia total de la especie *Buchenavia tetraphylla* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Buchenavia tetraphylla</i>	0.20	537 913.5	41 457

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *B. tetraphylla* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados, aunque depende de las abejas como su agente polinizador y de aves para su dispersión.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *B. tetraphylla* expresada de forma gráfica, exhibió varias clases diamétricas sin representación, presentando información solamente de algunos árboles en las primeras clases diamétricas. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

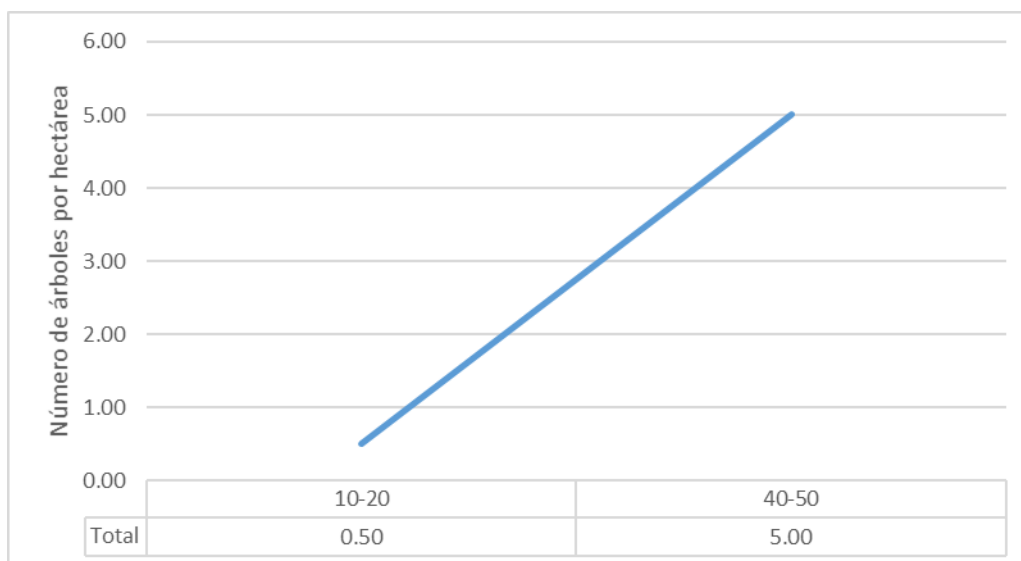


Figura 54. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Buchenavia tetraphylla*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

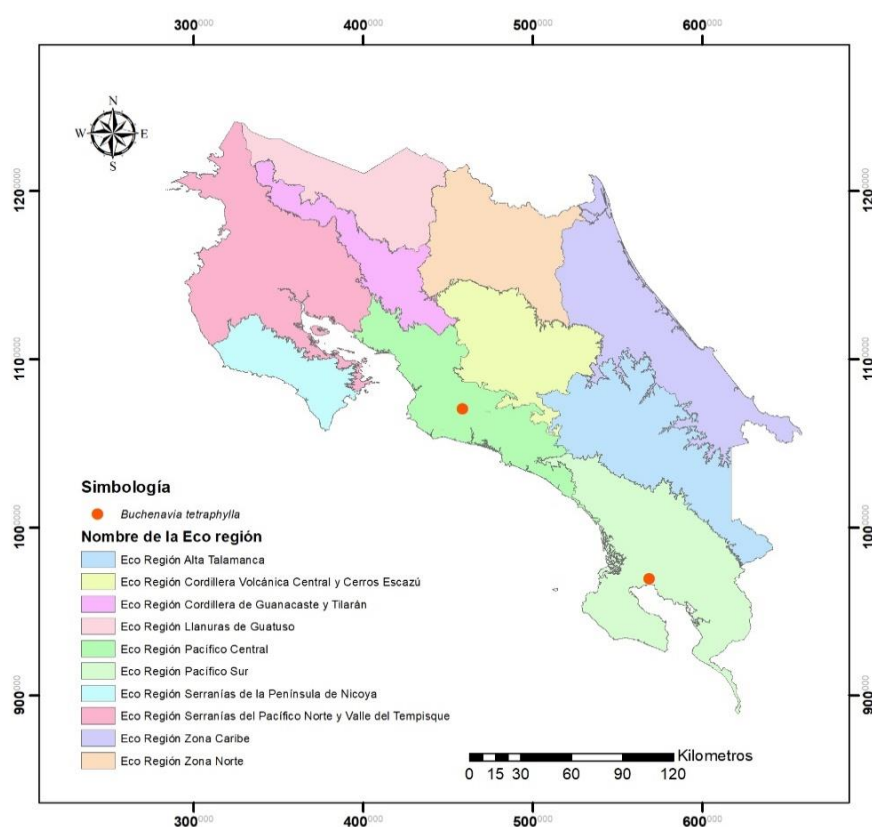


Figura 55. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Buchenavia tetraphylla*.

4.2.5 *Carapa guianensis* Aubl.

Nombres vernáculos: Caobilla, bateo, bogamani, cahoba, caoba, cedro bateo, cedro cóbano, cedro macho, cóbano, ocora, surirla, tlublö.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 113.Cordillera de Guanacaste y Tilarán, Ecorregión 110.Cordillera Volcánica Central y Cerros Escazú, Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso, Ecorregión 105.Pacífico Central, Ecorregión 108.Pacífico Sur, Ecorregión 102.Serranías de la Península de Nicoya, Ecorregión 109.Zona Caribe, Ecorregión 111.Zona Norte**, prácticamente en la todo el país, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.51) *Bosque de Palmas de la Zona Caribe*; (ZF.26) *Llanuras de Guatuso*; (ZF.25) *Llanuras de San Carlos*; (ZF.25) *Llanuras de San Carlos-Tierras elevadas*; (ZF.21) *Llanuras del Caribe*; (ZF.109) *Llanuras del Gaspar*; (ZF.106) *Tierras bajas inundables de la zona sur*; *Tierras elevadas del Caribe entre 100 y 700 msnm*; (ZF.29) *Cordillera Volcánica Central*; (ZF.13) *Filas Costera- Cruces-Cal-Punta Burica*; (ZF.24) *Llanuras de Sarapiquí*; (ZF.12) *Bosque lluvioso del Pacífico Central*; (ZF.14) *Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Gofito, hasta los 500 msnm*; (ZF.23) *Cerros El Jardín y Chaparrón y otros*; (ZF.08) *Cerros del Centro de la Península de Nicoya*; (ZF.22) *Tierras Elevadas de la Zona Norte, entre 100 y 700 msnm*; (ZF.28) *Cordillera de Tilarán*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *C. guianensis* corresponde a 1 639 915.4 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie monoica.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Hidrocoro, Barócoro.

Otros: Alimento de fauna: las guatusas comen su fruto, Medicinal.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 83. Abundancia total de la especie *Carapa guianensis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Carapa guianensis</i>	3.73	1 639 915.4	329 765

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *C. guianensis* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además esta especie al ser monoica tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados, y al ser su estrategia de dispersión barocora o hidrocora, tiende a mantener sus Poblaciones concentradas.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *C. guianensis* expresada de forma gráfica, presenta un comportamiento estructural en forma de “J” invertida, con presencia de gran cantidad de individuos en todas las clases diamétricas. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

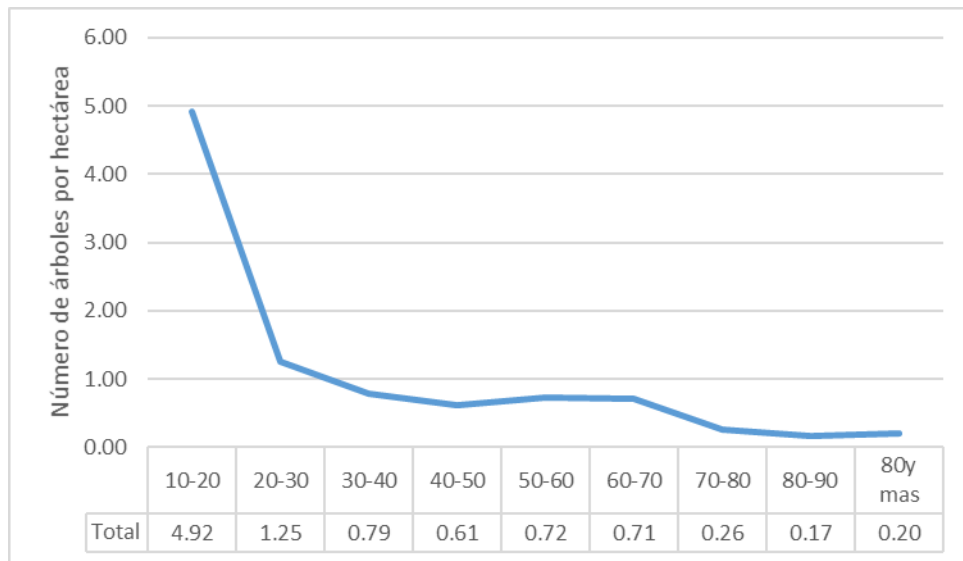


Figura 56. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Carapa guianensis*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

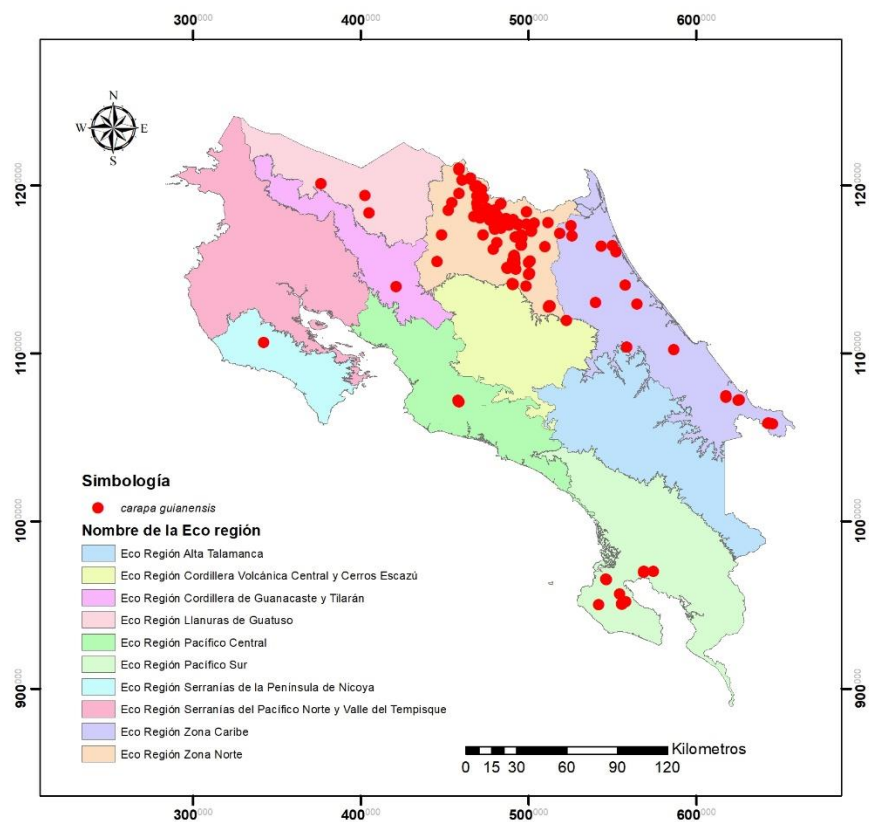


Figura 57. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Carapa guianensis*.

4.2.6 *Caryocar costarricense* Donn. Sm.

Nombres vernáculos: Ajo, ajo negro, manú, plomillo.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 108. Pacífico Sur; Ecorregión 109. Zona Caribe**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.20) *Tierras Elevadas del Caribe, entre 100 y 700 msnm*; (ZF.13) *Filas Costera, Cruces y Cal, Punta Burica*; (ZF.14) *Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Golfito, hasta los 500 msnm*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *C. costarricense* corresponde a 718 212.1 ha y algunas de las características ecológicas son:

Sistema de reproducción: Hermafrodita.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Barócora, Mamíferos.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 84. Abundancia total de la especie *Caryocar costarricense* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Caryocar costarricense</i>	0.42	718 212.1	119 368

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *C. costarricense* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *C. costarricense* expresada de forma gráfica, no mostró un comportamiento típico de “J” invertida, sin embargo, a pesar de la pequeña muestra de individuos, estos se presentaron en casi todas las clases diamétricas. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

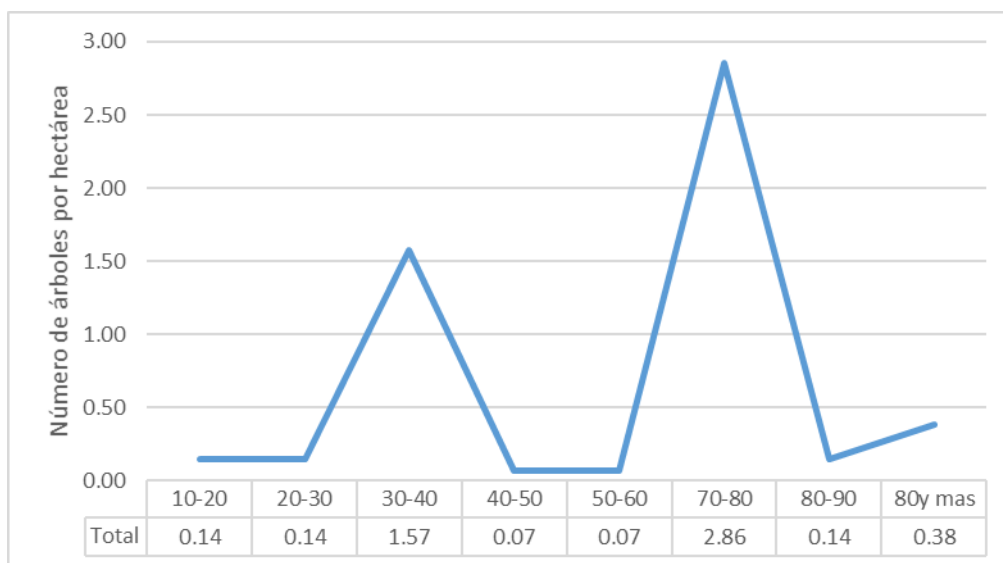


Figura 58. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Caryocar costaricense*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

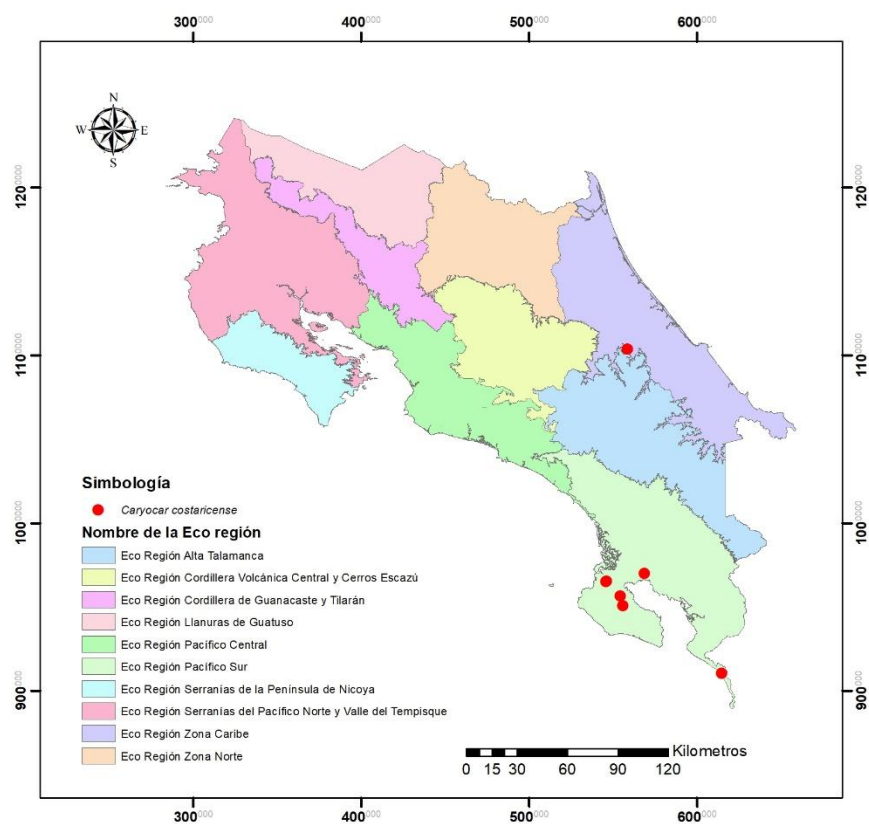


Figura 59. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Caryocar costaricense*.

4.2.7 *Caryodaphnopsis burgeri* N. Zamora & Poveda

Nombres vernáculos: Quina, cirrí, cocobola, laurel, quira.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 105. Pacífico Central; Ecorregión 108. Pacífico Sur**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.20) *Tierras Elevadas del Caribe, entre 100 y 700 msnm*; (ZF.13) *Filas Costera, Cruces y Cal, Punta Burica*; (ZF.14) *Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Golfito, hasta los 500 msnm*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *C. burgeri* corresponde a 688 957.5 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Hidrocora, barocora y/o Zoócora (roedores).

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 85. Abundancia total de la especie *Caryodaphnopsis burgeri* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Caryodaphnopsis burgeri</i>	0.02	688 957.5	2 375

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *C. burgeri* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita y tener varias estrategias de dispersión tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *C. burgeri* expresada de forma gráfica, mostró un comportamiento estructural con presencia de pocos individuos en las clases diamétricas inferiores, cabe destacar que los registros de esta especie fueron muy pocos. A continuación, en la siguiente figura se ilustra el comportamiento estructural para esta especie en el país.

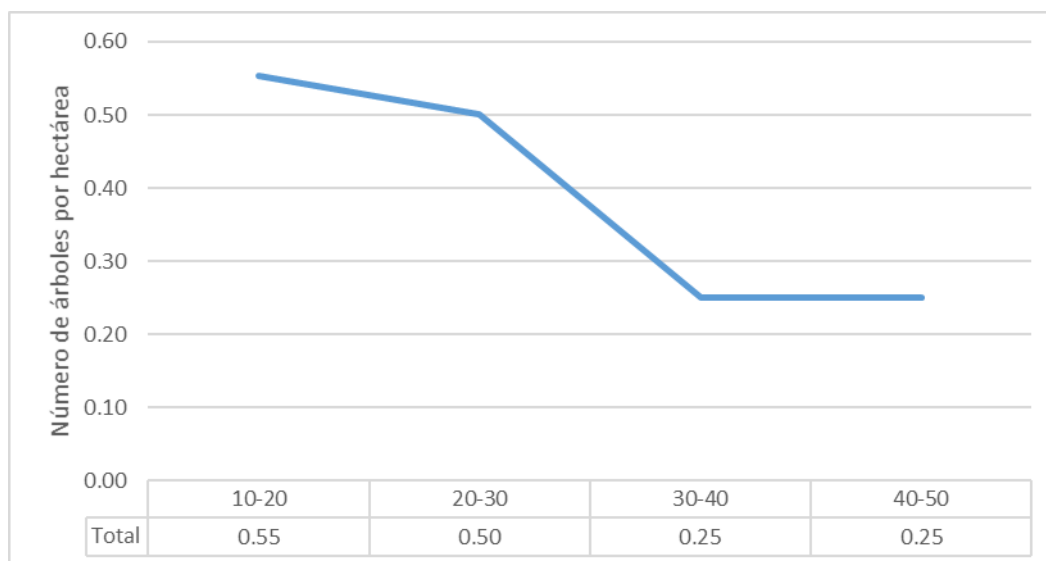


Figura 60. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Caryodaphnopsis burgeri*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

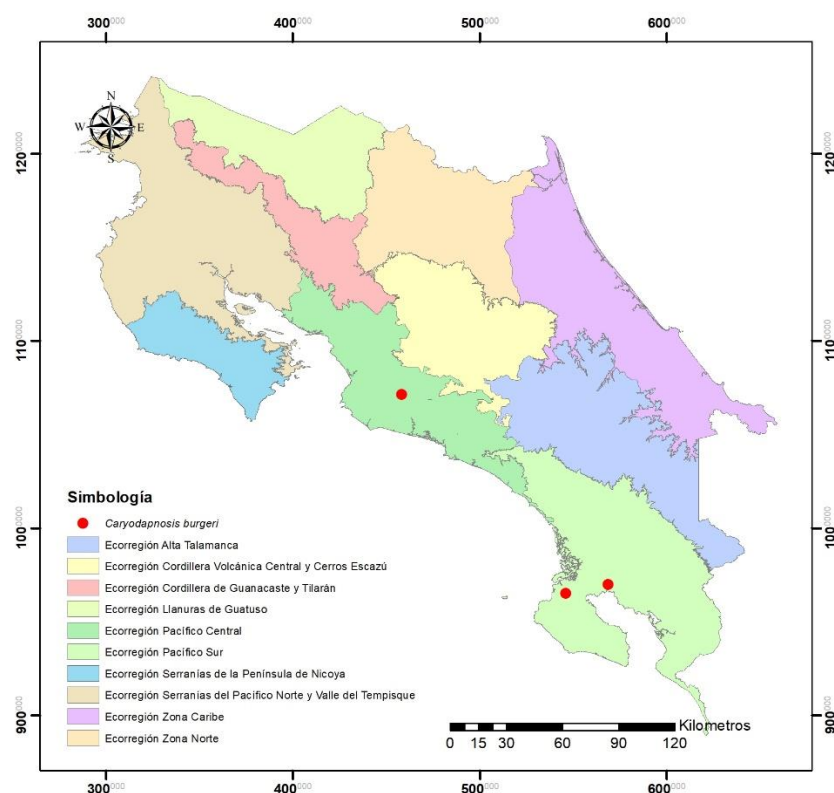


Figura 61. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Caryodaphnopsis burgeri*.

4.2.8 *Cedrela odorata* L.

Nombres vernáculos: Cedro amargo, cedro, cedro bateo, cedro blanco, cedro cebolla, cedro colorado, cedro del atlántico, cedro del pacífico, cedro dulce, cedro maría, cedro real, cóbano.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 106.Zona Alta Talamanca, Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso, Ecorregión 105.Pacífico Central, Ecorregión 108.Pacífico Sur, Ecorregión 101.Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque, Ecorregión 109.Zona Caribe, Ecorregión 111.Zona Norte**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.2) *Laderas y Cerros de Guanacaste-Laderas Altas de la Cordillera de Guanacaste*; (ZF.26) *Llanuras de Guatuso*; (ZF.21) *Llanuras del Caribe*; (ZF.109) *Llanuras del Gaspar*; (ZF.106) *Tierras bajas inundables de la zona sur*; (ZF.20) *Tierras Elevadas del Caribe, entre 100 y 700 msnm*; (ZF.4) *Laderas y Cerros de Guanacaste-Laderas bajas Cordillera Tilarán*; (ZF.13) *Filas Costera, Cruces y Cal, Punta Burica*; (ZF.24) *Llanuras de Sarapiquí*; (ZF.12) *Bosque lluvioso del Pacífico Central*; (ZF.23) *Cerros El Jardín y Chaparrón y otros*; (ZF.16) *Estribaciones Bajas de la Cordillera de Talamanca, Vertiente Pacífica*; (ZF.22) *Tierras Elevadas de la Zona Norte, entre 100 y 700 msnm*; (ZF.50) *Bosque de Palmas del Pacífico Sur*; (ZF.112) *Cuenca del río Tempisque-Lomas*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *Cedrela odorata* corresponde a 2 095 591.8 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie monoica, con flores hermafroditas (monoclino-monoicas)

Polinización: Polillas.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

Otros: Alimento para fauna, los brotes tiernos se los comen las Iguanas y las semillas los pericos.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 86. Abundancia total de la especie *Cedrela odorata* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Cedrela odorata</i>	0.50	2 095 591.8	48 701

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *C. odorata* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser una especie monoclino-monoicas y tener una estrategia de dispersión anemócora tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados, aunque depende de las polillas como su agente polinizador.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *C. odorata* expresada de forma gráfica, presenta un comportamiento estructural típico de “J” invertida, con buena presencia de individuos en las clases diamétricas inferiores, sin embargo, no se registraron individuos en la clase diamétrica entre 40-50 cm. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

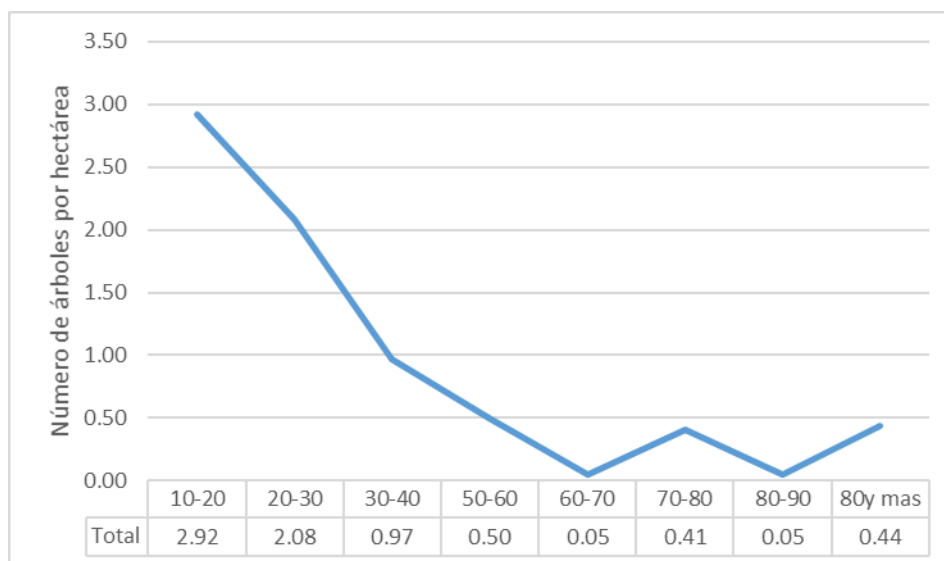


Figura 62. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Cedrela odorata*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

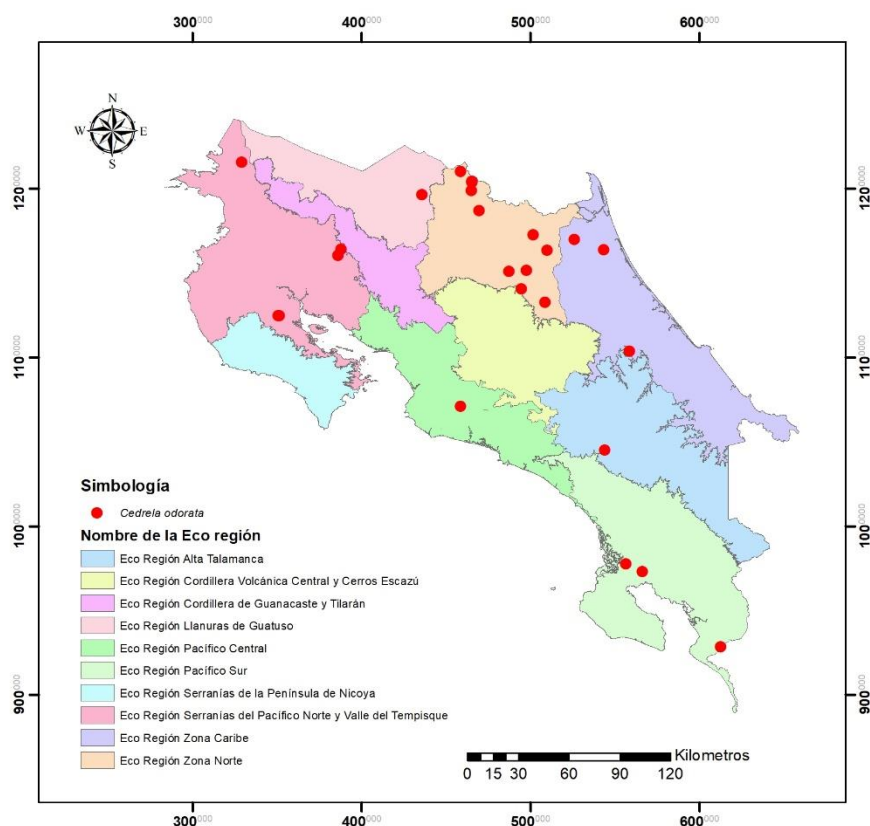


Figura 63. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Cedrela odorata*.

4.2.9 *Cedrela Salvadorensis* Standl.

Nombres vernáculos: Cedro colorado, cedro.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 102.Serranías de la Península de Nicoya; Ecorregión 101.Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.08) *Cerros del Centro de la Península de Nicoya*; (ZF.112) *Cuenca del río Tempisque-Lomas*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *C. salvadorensis* corresponde a 542 187.2 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie monoica, con flores hermafroditas (monoclino-monoicas)

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 87. Abundancia total de la especie *Cedrela salvadorensis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Cedrela salvadorensis</i>	0.55	542 187.2	75 540

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *C. salvadorensis* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser una especie monoclino-monoicas, tener una estrategia de dispersión anemócora tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *C. salvadorensis* expresada de forma gráfica presentó pocos individuos en tan solo algunas clases diamétricas. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

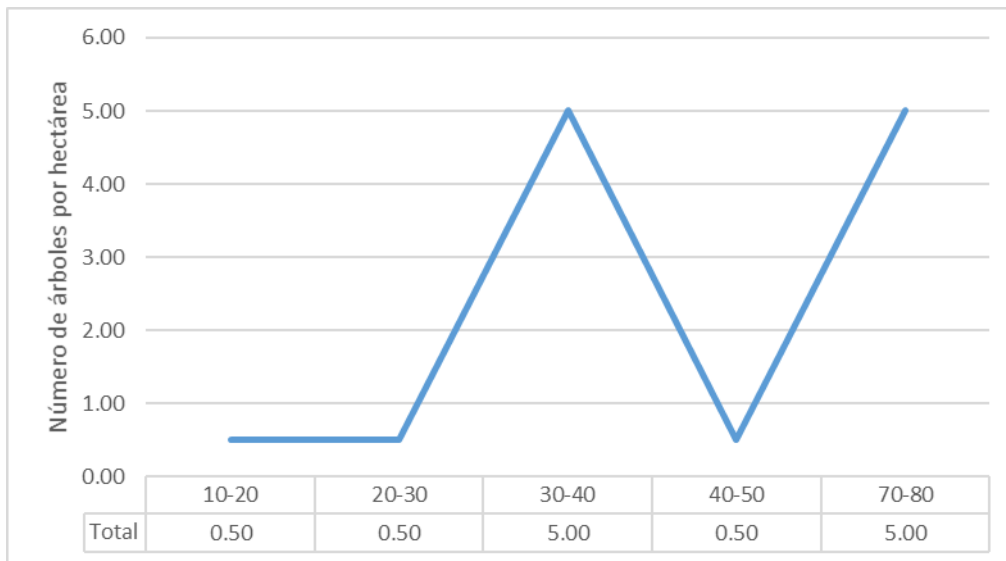


Figura 64. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Cedrela salvadorensis*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

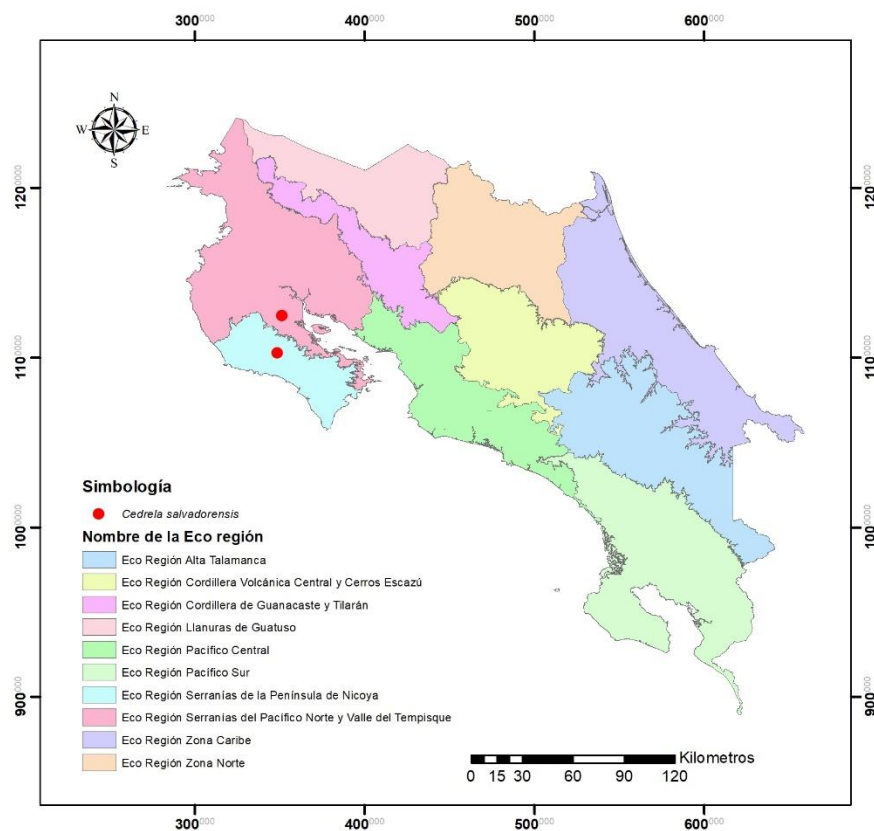


Figura 65. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Cedrela salvadorensis*.

4.2.10 *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.

Nombres vernáculos: Ceiba, pulí, puri, tkulí

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso; Ecorregión 105.Pacífico Central; Ecorregión 108.Pacífico Sur; Ecorregión 102.Serranías de la Península de Nicoya; Ecorregión 101.Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque; Ecorregión 109.Zona Caribe; Ecorregión 111.Zona Norte**, se localiza principalmente en la parte norte del país, en ambas vertientes, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.26) *Llanuras de Guatuso*; (ZF.110) *Llanuras de San Carlos, Tierras elevadas*; (ZF.21) *Llanuras del Caribe*; (ZF.109) *Llanuras del Gaspar*; (ZF.20) *Tierras Elevadas del Caribe, entre 100 y 700 msnm*; *Cuenca del río Tempisque-Llanuras*; (ZF.11) *Bosque submontano del Pacífico Central*; (ZF.13) *Filas Costera, Cruces y Cal, Punta Burica*; (ZF.24) *Llanuras de Sarapiquí*; (ZF.12) *Bosque lluvioso del Pacífico Central*; (ZF.14) *Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Golfito, hasta los 500 msnm*; (ZF.23) *Cerros El Jardín y Chaparrón y otros*; (ZF.09) *Tierras bajas del Sur de la Península de Nicoya*; (ZF.22) *Tierras Elevadas de la Zona Norte, entre 100 y 700 msnm*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *Ceiba pentandra* corresponde a 1 737 606.0 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie monoica, con flores hermafroditas (monoclino-monoicas)

Polinización: Murciélagos, colibrí pochotero, carpinterito carinegro.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

Otros: Fuente de néctar y polen para abejas, alimento a murciélagos y colibríes.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 88. Abundancia total de la especie *Ceiba pentandra* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Ceiba pentandra</i>	0.21	1 737 606.0	18 374

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *C. pentandra* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser una especie monoclino-monoicas, tener una estrategia de dispersión anemócora tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados, o reproducirse fuera de bosques.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *C. pentandra* expresada de forma gráfica, presenta un comportamiento estructural tendiente a una “J” invertida, con buena presencia de individuos en las clases diamétricas inferiores. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

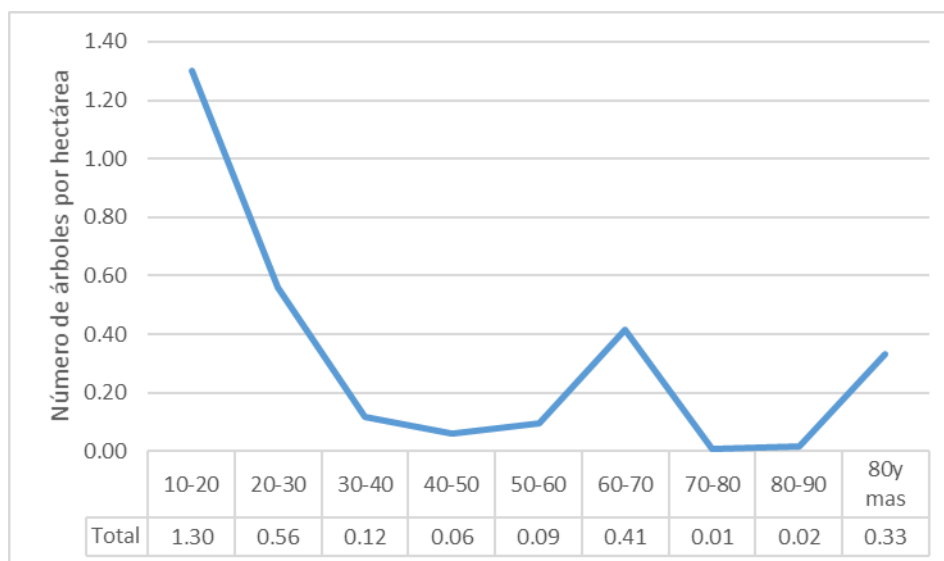


Figura 66. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Ceiba pentandra*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

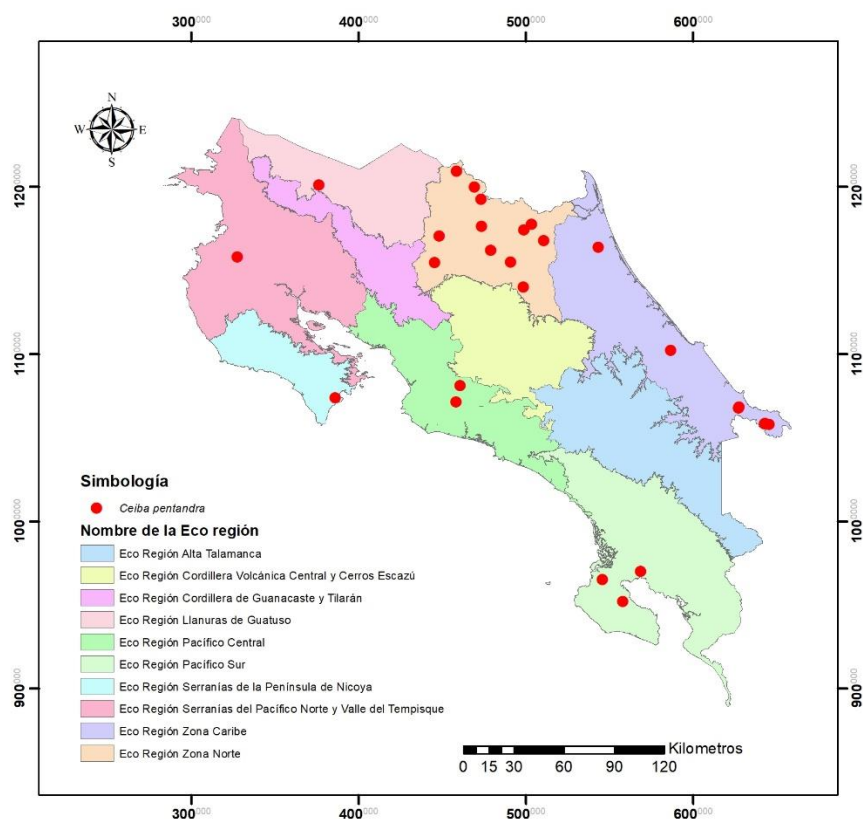


Figura 67. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Ceiba pentandra*.

4.2.11 *Copaifera aromatica* Dwyer

Nombre vernáculo: Camíbar.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso; Ecorregión 111.Zona Norte**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.26) *Llanuras de Guatuso*; (ZF.25) *Llanuras de San Carlos*; (ZF.23) *Cerros El Jardín y Chaparrón y otros*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *C. aromática* corresponde a 278 446.4 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Los monos araña son los dispersores más importantes.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 89. Abundancia total de la especie *Copaifera aromática* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Copaifera aromatica</i>	0.02	278 446.4	1 028

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *C. aromática* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados, aunque depende de los monos araña principalmente como su agente dispersor.

Esta especie requiere del planteamiento y ejecución de acciones para aumentar su población.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *C. aromática* expresada de forma gráfica, presenta un comportamiento estructural tendiente a una “J” invertida. Cabe destacar que los registros reportados para esta especie son sumamente pocos (apenas 11 individuos). A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

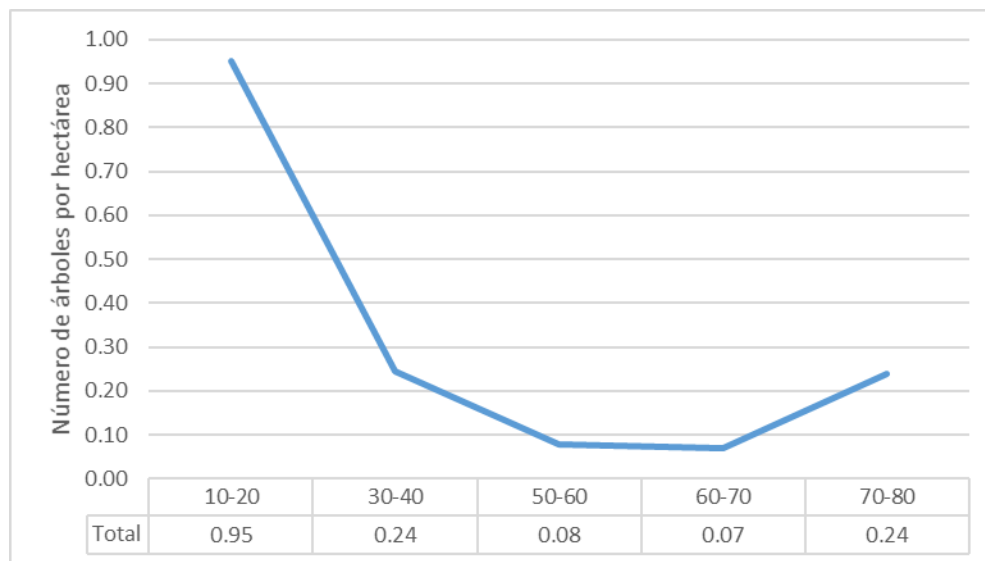


Figura 68. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Copaifera aromática*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

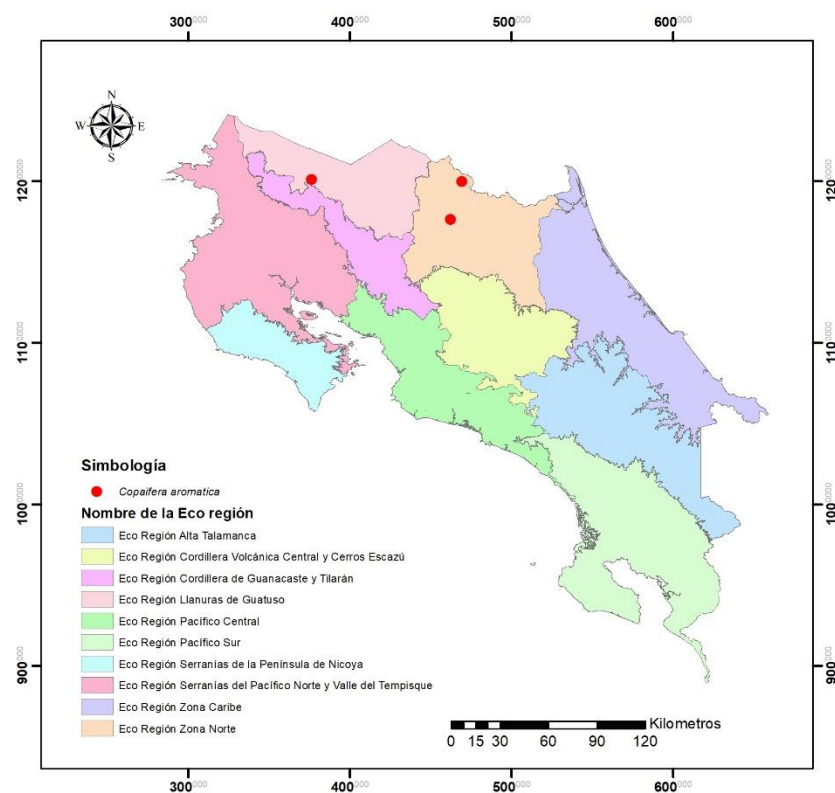


Figura 69. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Copaifera aromática*.

4.2.12 *Copaifera camibar* Poveda, Zamora & P.E. Sánchez

Nombres vernáculos: Camíbar.

Esta especie se distribuye en la Ecorregión: **Ecorregión 108. Pacífico Sur**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.106) *Tierras bajas inundables de la zona sur*; (ZF.13) *Filas Costera, Cruces y Cal, Punta Burica*. Esta especie es muy específica de la Región Pacífico Sur del país. Cabe destacar que su distribución es específica de esta zona del país.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *C. camibar* corresponde a 309 898.5 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Zoócora.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 90. Abundancia total de la especie *Copaifera camibar* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Copaifera camibar</i>	0.53	309 898.5	130 484

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *C. camibar* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados, aunque depende de la fauna como su agente dispersor.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *C. camibar* expresada de forma gráfica, presenta individuos en varias clases diamétricas, aunque no mostró la forma estructural de “J” invertida. A continuación, en la siguiente figura se ilustra el comportamiento estructural que presentó esta especie.

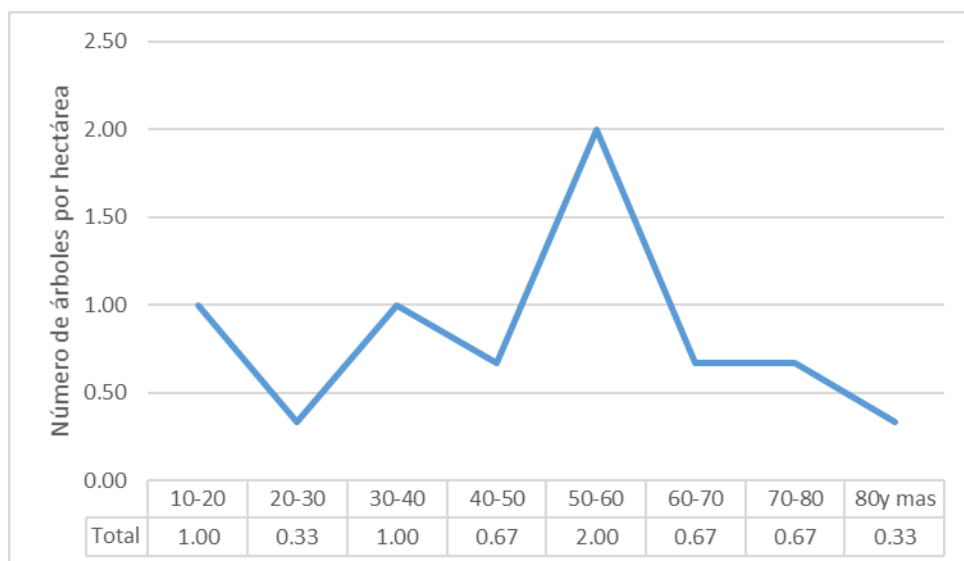


Figura 70. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Copaifera camibar*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

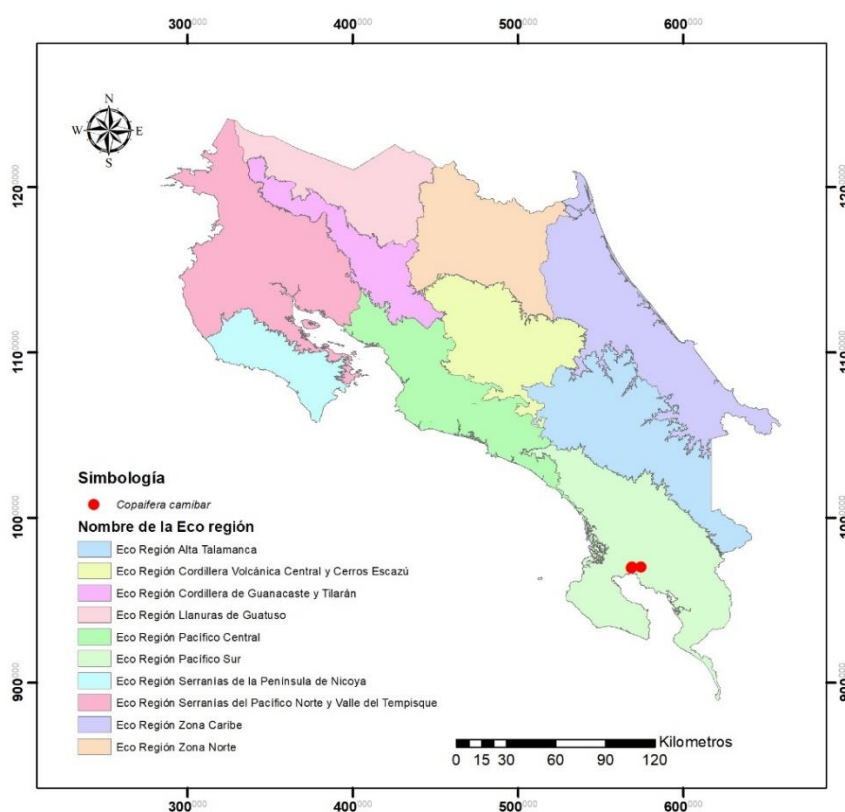


Figura 71. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Copaifera camibar*.

4.2.13 *Cordia gerascanthus* L.

Nombres vernáculos: Laurel negro, laurel mastate, muñeco blanco, akywí, yawé, yuwë.

Esta especie se distribuye en la siguiente Ecorregión: **Ecorregión 101. Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque**, específicamente en la Zona Forestal: (ZF.112) *Cuenca del río Tempisque-Lomas*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *C. gerascanthus* corresponde a 403 740.4 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Polilla (familia Shingidae), abejas, moscas y mariposas.

Modo de dispersión de semillas: Desconocido.

Otros: Fuente de néctar para la abeja de miel, sitio de nidificación para abejas sin aguijón.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 91. Abundancia total de la especie *Cordia gerascanthus* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Cordia gerascanthus</i>	0.14	403 740.4	13 922

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *C. gerascanthus* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados, aunque depende de insectos principalmente como su agente polinizador.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *C. gerascanthus* expresada de forma gráfica presentó individuos en solo algunas clases diamétricas. Cabe destacar que los registros para esta especie fue sumamente reducida (apenas de 4 individuos). A continuación, en la siguiente figura se ilustra su comportamiento estructural.

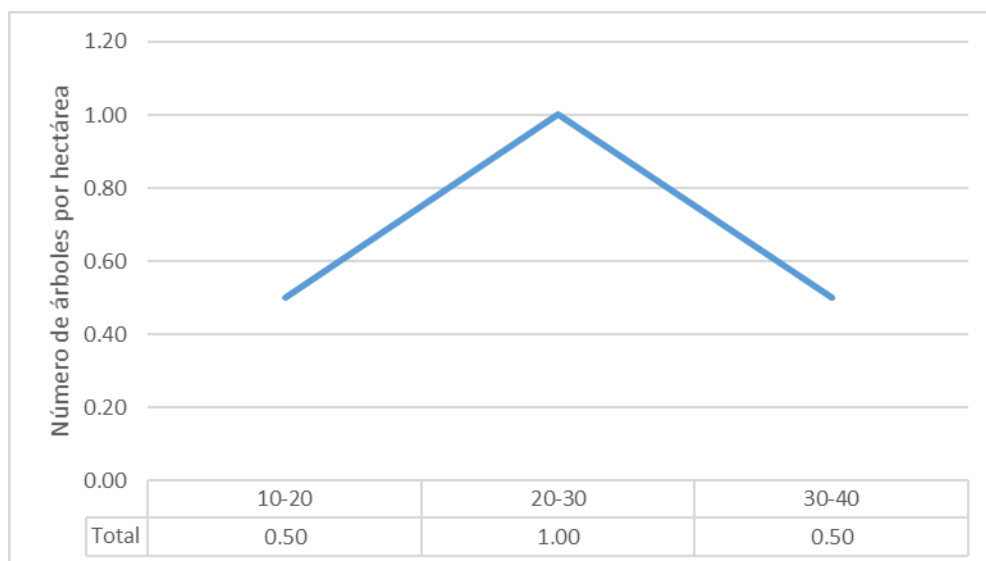


Figura 72. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Cordia gerascanthus*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

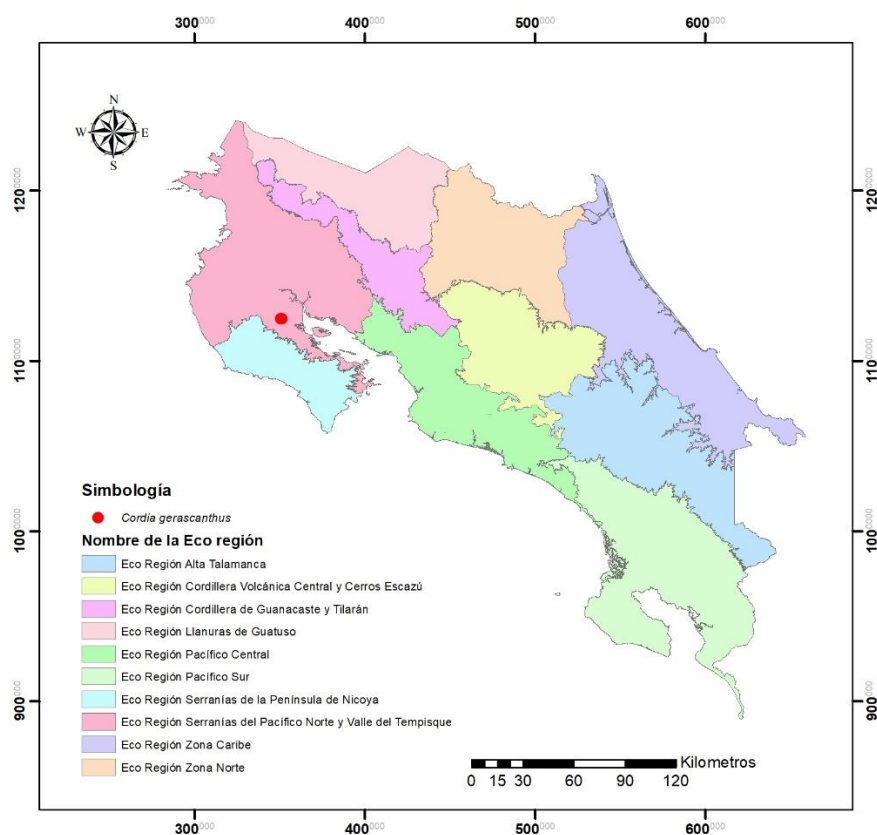


Figura 73. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Cordia gerascanthus*.

4.2.14 *Couratari guianensis* Aubl.

Nombres vernáculos: Amarillón, burlillón, cachimbillo, cachimbo hediondo, campano blanco, caobilla, copo, copo hediondo, tinajillo, tinajito.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 105. Pacífico Central; Ecorregión 108. Pacífico Sur**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.106) *Tierras bajas inundables de la zona sur*; (ZF.13) *Filas Costera, Cruces y Cal, Punta Burica*; (ZF.12) *Bosque lluvioso del Pacífico Central*; (ZF.14) *Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Golfito, hasta los 500 msnm*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *C. guianensis* corresponde a 537 913.5 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 92. Abundancia total de la especie *Couratari guianensis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Couratari guianensis</i>	1.09	537 913.5	154 148

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *C. guianensis* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados, aunque por su estrategia de dispersión tiende a concentrar sus Poblaciones.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *C. guianensis* expresada de forma gráfica, presenta individuos en todas las clases diamétricas formando así la “J” invertida y además un poco de árboles en la clase diamétrica de 60-70 cm. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

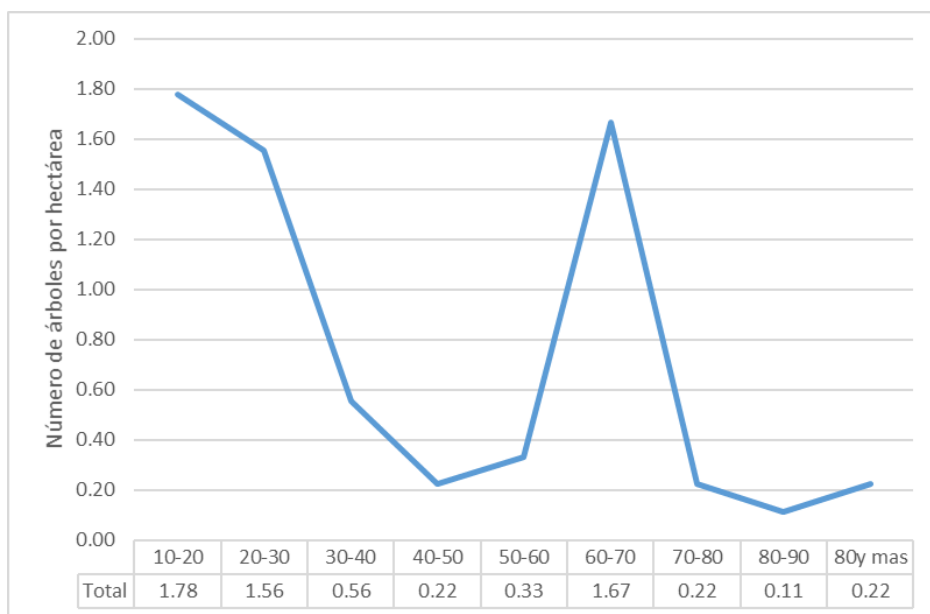


Figura 74. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Couratari guianensis*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

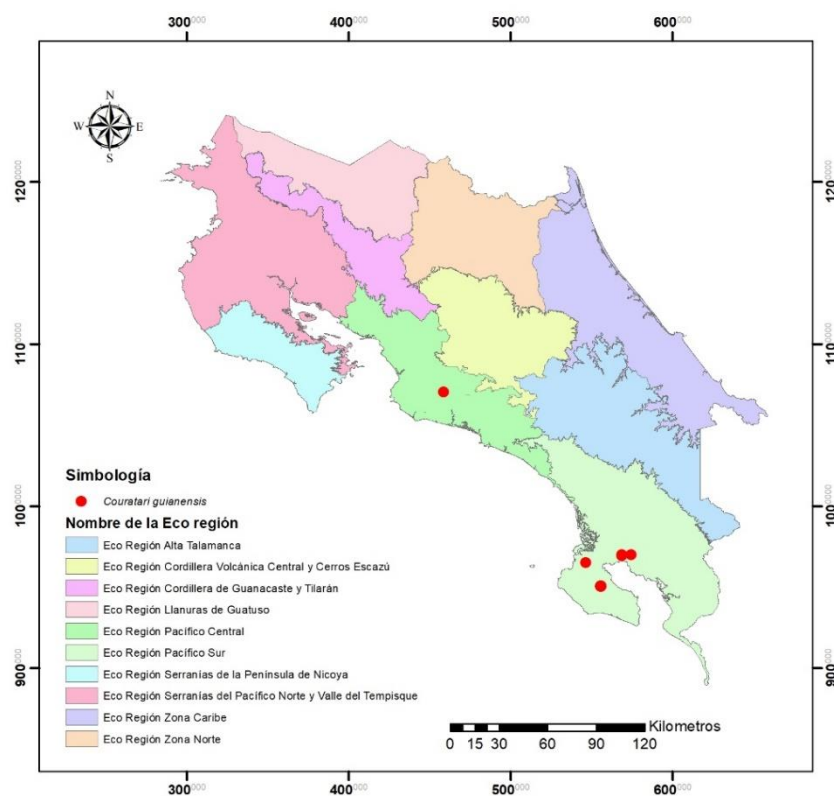


Figura 75. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Couratari guianensis*.

4.2.15 *Couratari scottmorii* Prance

Nombres vernáculos: Copo, cachimbo, cachimbo hediondo, copo hediondo, cutarro negro, matasano.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 108. Pacífico Sur; Ecorregión 109. Zona Caribe**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.106) *Tierras bajas inundables de la zona sur*; (ZF.20) *Tierras Elevadas del Caribe, entre 100 y 700 msnm*. Esta especie es muy específica de la Zona Sur del país.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *C. scottmorii* corresponde a 688 957.5 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 93. Abundancia total de la especie *Couratari scottmorii* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Couratari scottmorii</i>	0.03	688 957.5	2 106

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *C. scottmorii* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados, aunque por su estrategia de dispersión tiende a concentrar sus Poblaciones.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *C. scottmorii* expresada de forma gráfica, presenta individuos solamente en las clases diamétricas inferiores. Cabe destacar que los registros reportados para esta especie son sumamente pocos (apenas 6 individuos). A continuación, en la siguiente figura se ilustra su comportamiento estructural.

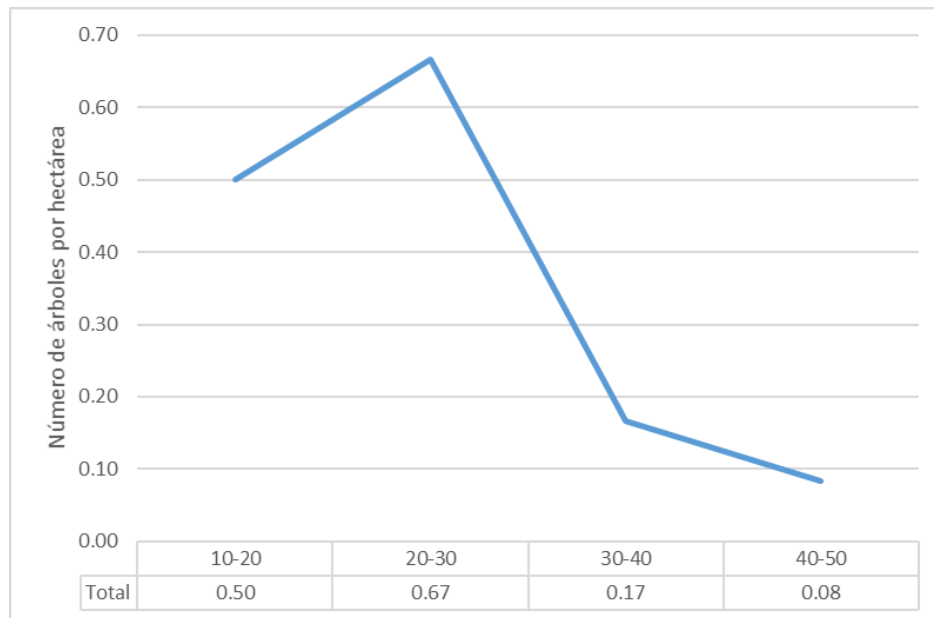


Figura 76. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Couratari scottmorii*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

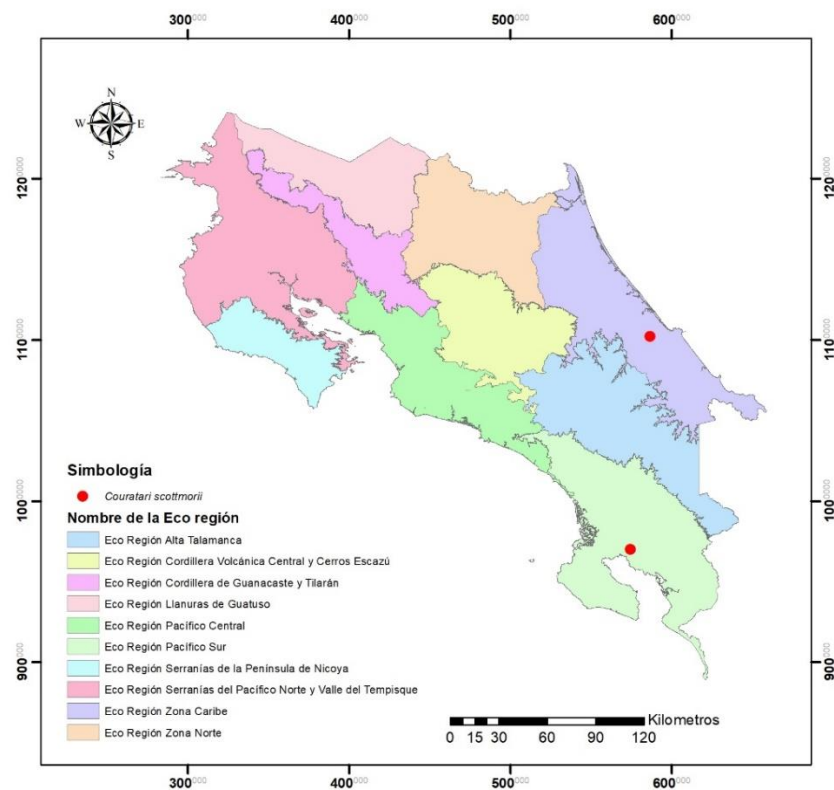


Figura 77. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Couratari scottmorii*.

4.2.16 *Dalbergia retusa* Hemsl.

Nombres vernáculos: Cocobola, cachimbo, cocobolo, námbar.

Esta especie se distribuye en la Ecorregión: **Ecorregión 101.Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque**, específicamente en la Zona Forestal: (ZF.112) *Cuenca del río Tempisque-Lomas*. Esta especie es característica solamente del Pacífico Norte del país.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *D. retusa* corresponde a 403 740.4 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie monoica, con flores hermafroditas (monoclino-monoicas).

Polinización: Insectos melíferos.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 94. Abundancia total de la especie *Dalbergia retusa* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Dalbergia retusa</i>	0.52	403 740.4	-

Según el valor total estimado de la población, vemos como la especie *D. retusa* no presenta individuos en las clases diamétricas mayores a 30 cm por lo que no puede incluirse un valor de población en edad reproductiva capaz de dar sostenibilidad a la especie, aunque, esta especie al ser una especie monoclino-monoicas y una estrategia de dispersión anemócora, debería tener una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados.

Esta especie requiere del planteamiento y ejecución de acciones para aumentar su población.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *D. retusa* expresada de forma gráfica, presenta individuos solamente en las clases diamétricas inferiores. Cabe destacar que los registros reportados para esta especie son sumamente pocos (apenas 6 individuos). A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

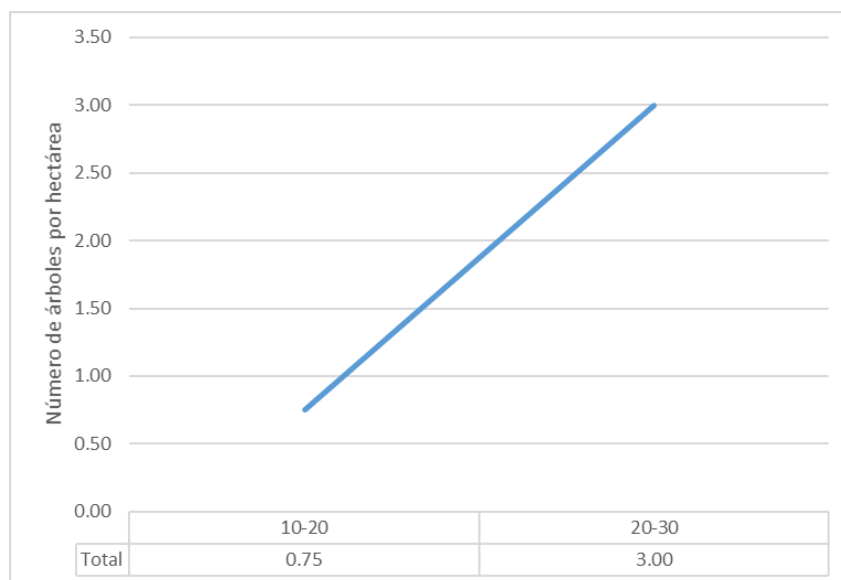


Figura 78. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Dalbergia retusa*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

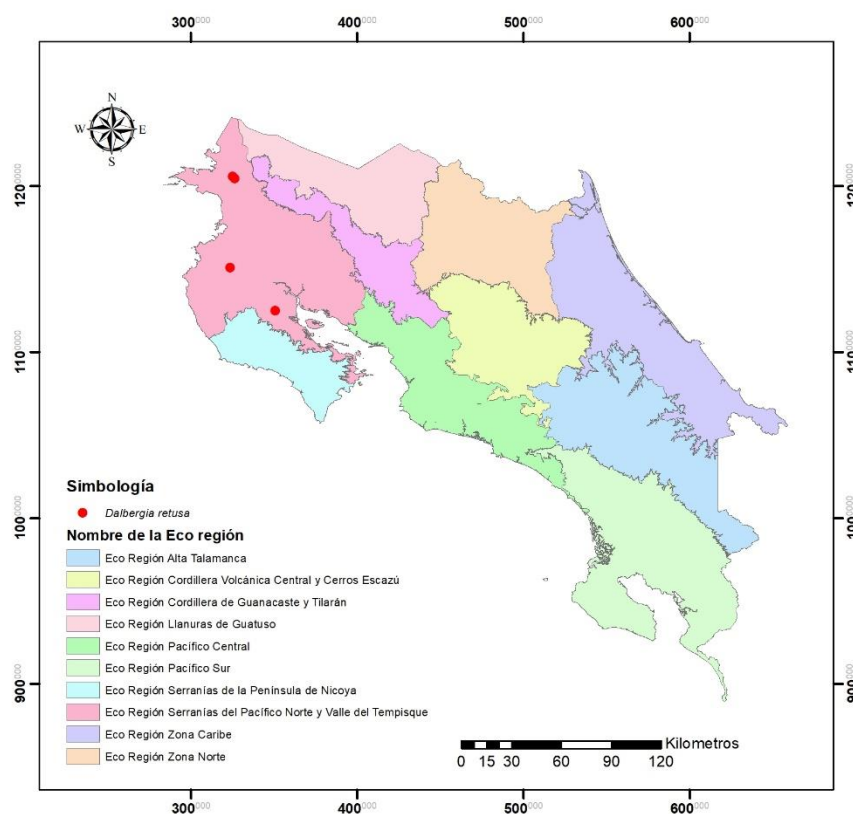


Figura 79. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Dalbergia retusa*.

4.2.17 *Dialium guianense* (Aubl.) Sandwith

Nombres vernáculos: Tamarindo, tamarindo de montaña, alfeñique, comenegro, fierrillo, paludismo, sangrillo, sangrillo negro, tamatindo.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso; Ecorregión 105.Pacífico Central; Ecorregión 108.Pacífico Sur; Ecorregión 101.Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque; Ecorregión 111.Zona Norte**; prácticamente en la todo el país, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.2) *Laderas y Cerros de Guanacaste-Laderas Altas de la Cordillera de Guanacaste*; (ZF.26) *Llanuras de Guatuso*; (ZF.25) *Llanuras de San Carlos*; (ZF.110) *Llanuras de San Carlos, Tierras elevadas*; (ZF.106) *Tierras bajas inundables de la zona sur*; (ZF.13) *Filas Costera, Cruces y Cal, Punta Burica*; (ZF.24) *Llanuras de Sarapiquí*; (ZF.12) *Bosque lluvioso del Pacífico Central*; (ZF.14) *Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Golfito, hasta los 500 msnm*; (ZF.23) *Cerros El Jardín y Chaparrón y otros*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *D. guianense* corresponde a 1 220 100.3 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Hidrocoro.

Otros: Alimento para fauna: aves.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 95. Abundancia total de la especie *Dialium guianense* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Dialium guianense</i>	3.92	1 220 100.3	442 052

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *D. guianense* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita y una estrategia de dispersión hidrócora, debería tener una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *D. guianense* expresada de forma gráfica, registró buena presencia de individuos en todas las clases diamétricas, teniendo un comportamiento estructural tendiente a una “J” invertida, con un pequeño pico en las clases diamétricas intermedias. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

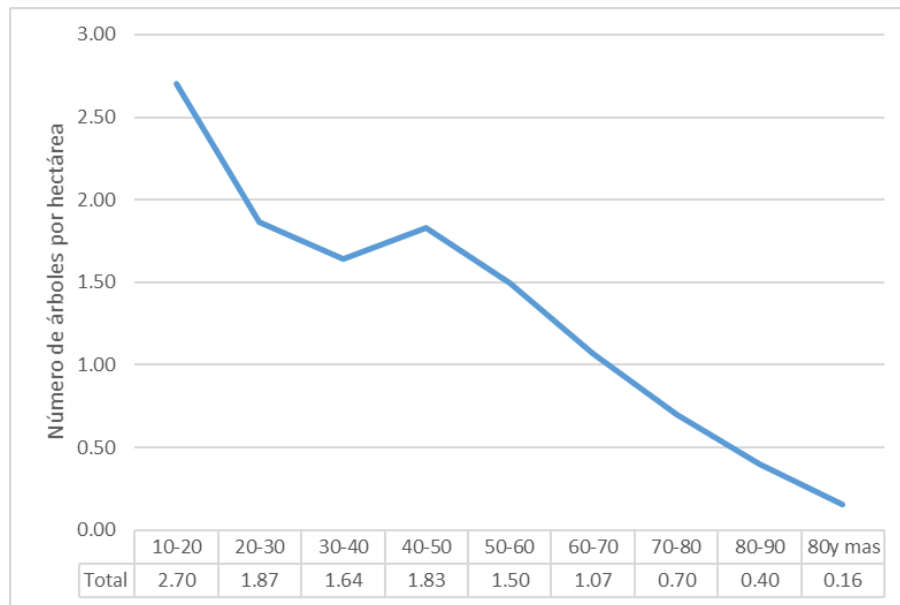


Figura 80. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Dialium guianense*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

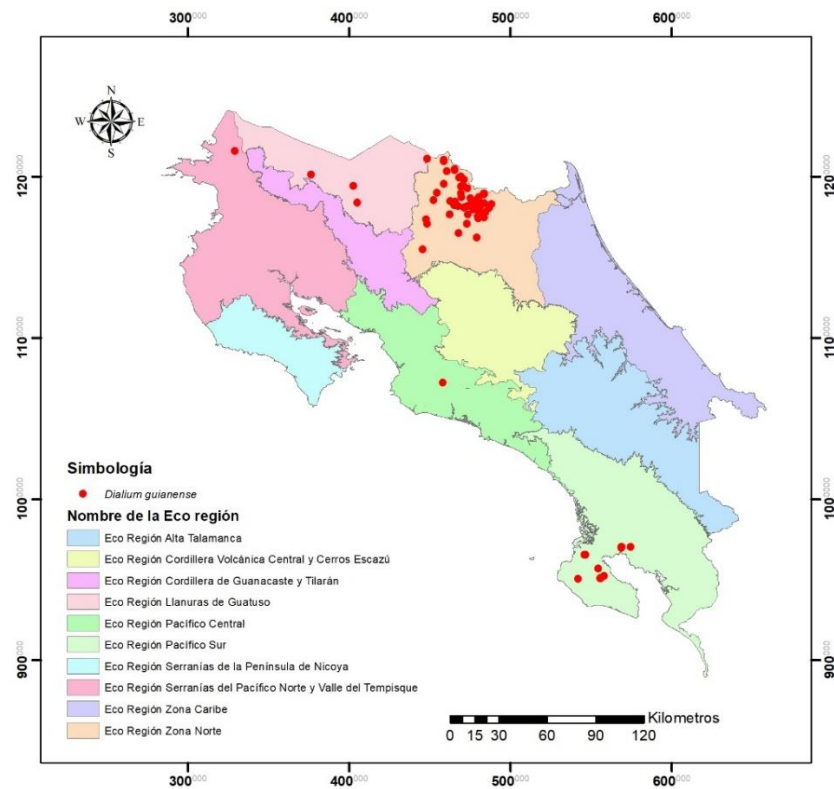


Figura 81. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Dialium guianense*.

4.2.18 *Dipteryx panamensis* (Pittier) Record & Mell

Nombres vernáculos: Almendro, almendro amarillo, almendro de montaña, almendro papayo, almendrón, brok, dayëkalí, eboe.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 109. Zona Caribe; Ecorregión 111. Zona Norte**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.25) *Llanuras de San Carlos*; (ZF.21) *Llanuras del Caribe*; (ZF.109) *Llanuras del Gaspar*; (ZF.24) *Llanuras de Sarapiquí*; (ZF.23) *Cerros El Jardín y Chaparrón* y otros. Esta especie es muy específica de estas dos Ecorregiones del país.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *D. panamensis* corresponde a 559 357.5 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Diversos insectos pequeños (abejas).

Modo de dispersión de semillas: Mamíferos (monos, roedores, zorros y murciélagos).

Otros: Alimento para aves frugívoras, pericos, loras, lapas, tucanes, oropéndolas y mamíferos como: murciélagos "Carollia", zariguella, tres variedades de monos, chiza, guatusa, rata espinosa (se alimentan de frutos caídos), saínos (se alimentan de semillas) y el cabro de monte (se come el ápice de las plantas jóvenes y la corteza de los árboles); insectos como la mariposa *Morpho armathonte* (se alimenta de los frutos). Además de refugio o sitio de anidación en algunos individuos para especies de aves.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 96. Abundancia total de la especie *Dipteryx panamensis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Dipteryx panamensis</i>	1.70	559 357.5	221 496

Actualmente, el aprovechamiento de la especie *D. panamensis* está restringido en Costa Rica, esto con base en la sentencia 2008-13426 de la Sala Constitucional.

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *D. panamensis* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita y contar con una estrategia de dispersión zoocora con especies que cuentan con un amplio hábitat, debería tener una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *D. panamensis* expresada de forma gráfica, presenta gran cantidad de individuos en todas las clases diamétricas, sin embargo, no tiende a formar un comportamiento estructural típico de "J" invertida, ya que presenta una cantidad de individuos mayor que la esperada en las clases intermedias, por otra parte, en la clase diamétrica entre 20-30 cm presentó muy pocos individuos. En la Figura 82 se ilustra este comportamiento estructural.

Se recomienda solicitar a las organizaciones encargadas de la protección de la lapa verde (*Ara ambigua*) cual es la Población optima requerida de *D. panamensis* para sostener la Población actual y Población futura proyectada de *A. ambigua*, y determinar cuál es ese número en proporción a los 221 árboles en edad reproductiva de *D. Panamensis* y establecer definitivamente las políticas de conservación y manejo de *D. panamensis* en la Ecorregión 111. Zona Norte.

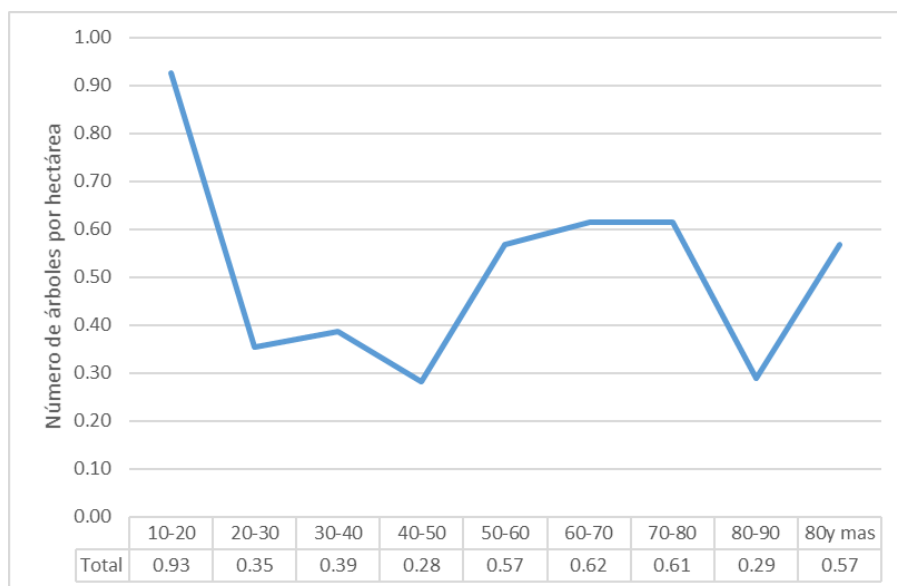


Figura 82. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Dipteryx panamensis*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

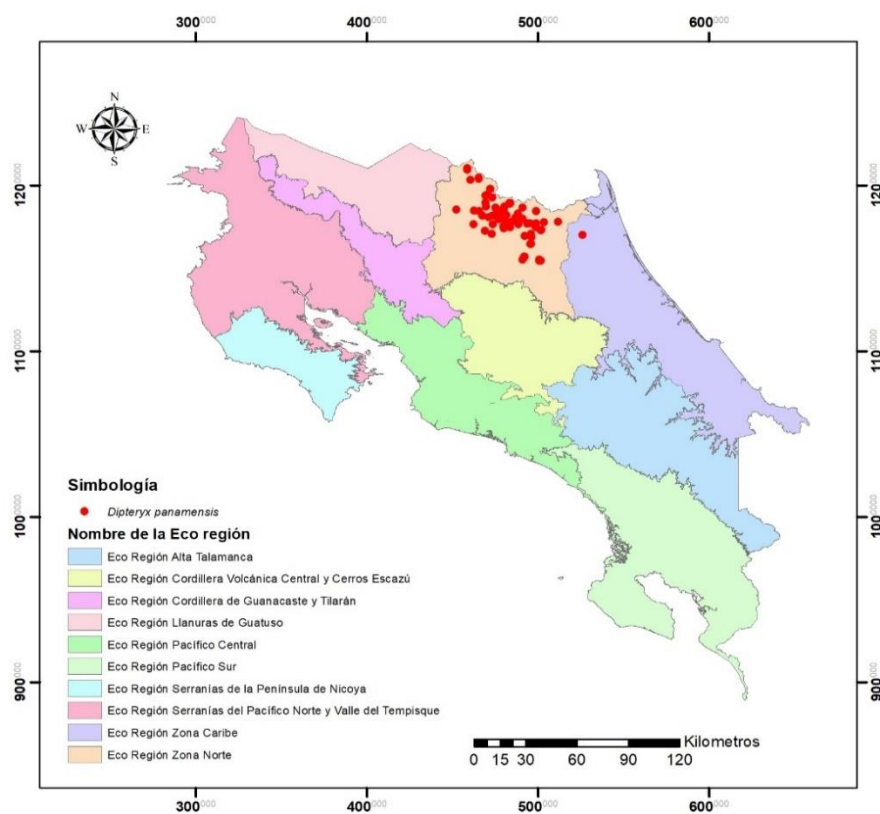


Figura 83. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Dipteryx panamensis*.

4.2.19 *Dussia macrophyllata* (Donn. Sm.) Harms

Nombres vernáculos: Paleta, buteo, frijolón, granadillo, sangregao, sangrillo, sangrillo amarillo, targuayugo amarillo, targuayugo blanco, targuayuyo, targuayuyo blanco.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 106.Zona Alta Talamanca; Ecorregión 113.Cordillera de Guanacaste y Tilarán; Ecorregión 110.Cordillera Volcánica Central y Cerros Escazú; Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso; Ecorregión 105.Pacífico Central; Ecorregión 108.Pacífico Sur; Ecorregión 109.Zona Caribe; Ecorregión 111.Zona Norte**, prácticamente en la todo el país, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.26)Llanuras de Guatuso; (ZF.25) Llanuras de San Carlos; (ZF.110) Llanuras de San Carlos, Tierras elevadas; (ZF.21) Llanuras del Caribe; (ZF.109) Llanuras del Gaspar; (ZF.106)Tierras bajas inundables de la zona sur; (ZF.20) Tierras Elevadas del Caribe, entre 100 y 700 msnm; (ZF.29) Cordillera Volcánica Central; (ZF.31)Estribaciones Bajas de la Cordillera de Talamanca, Vertientes Pacífica y Atlántica; (ZF.15) Cuenca media de los ríos Térraba y Coto Brus; (ZF.13) Filas Costera, Cruces y Cal, Punta Burica; (ZF.24) Llanuras de Sarapiquí; (ZF.12) Bosque lluvioso del Pacífico Central; (ZF.14)Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Golfito, hasta los 500 msnm; (ZF.23) Cerros El Jardín y Chaparrón y otros; (ZF.22) Tierras Elevadas de la Zona Norte, entre 100 y 700 msnm; (ZF.28) Cordillera de Tilarán.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie corresponde a 1 997 901.2 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Insectos.

Modo de dispersión de semillas: Desconocido.

Otros: Alimento para mono Congo.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 97. Abundancia total de la especie *Dussia macrophyllata* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Dussia macrophyllata</i>	1.02	1 997 901.2	82 774

Estudios anteriores como los de Estrada *et al.* (2005) y Jiménez (2009b), categorizan esta especie con algún grado de amenaza, sin embargo, en el presente estudio se observa que su población es bastante representativa.

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *D. macrophyllata* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados, aunque depende de insectos principalmente como su agente polinizador.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *D. macrophyllata* expresada de forma gráfica, presenta gran cantidad de individuos en todas las clases diamétricas, formando un comportamiento estructural típico de “J” invertida, con mayor cantidad de individuos en la clase diamétricas inferiores. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

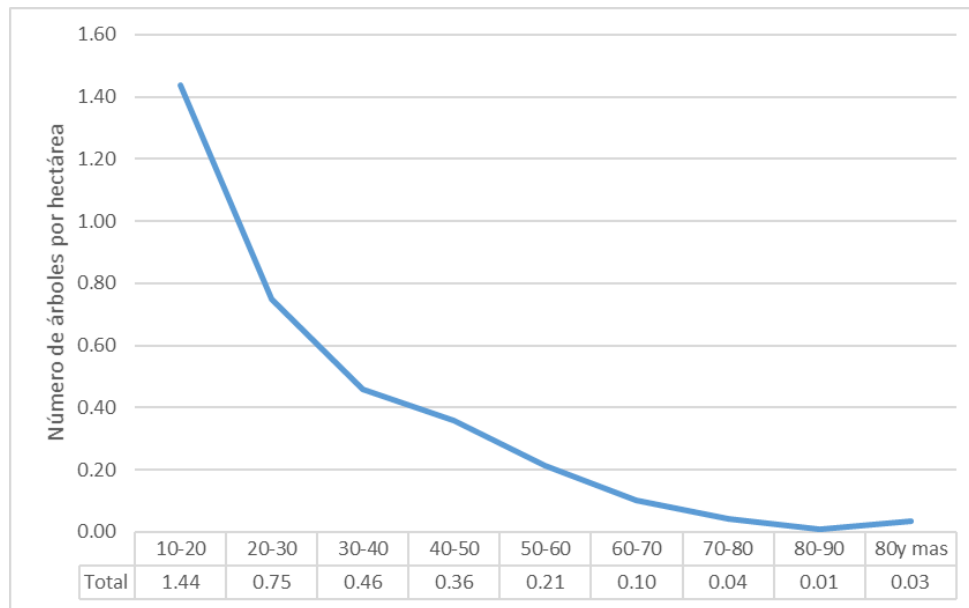


Figura 84. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Dussia macrophyllata*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

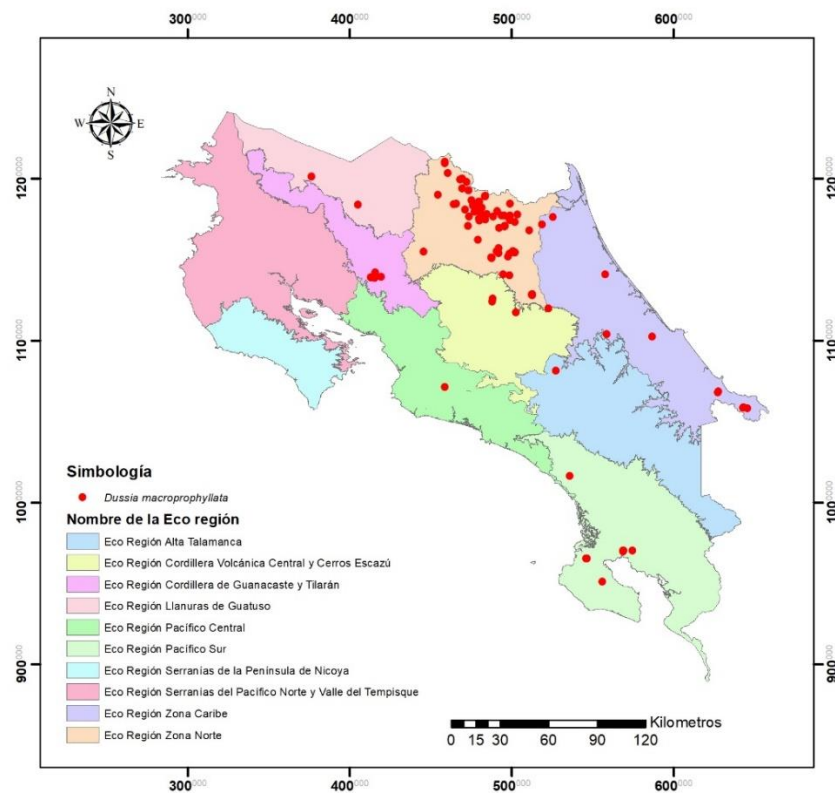


Figura 85. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Dussia macrophyllata*.

4.2.20 *Elaeoluma glabrescens* (Mart. & Eichler) Aubrev.

Nombre vernáculo: Carey.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 106.Zona Alta Talamanca; Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso; Ecorregión 108.Pacífico Sur; Ecorregión 109.Zona Caribe; Ecorregión 111.Zona Norte**, en su mayoría en la Región Huetar Norte y Talamanca y el Pacífico Sur del país, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.26) *Llanuras de Guatuso*; (ZF.25) *Llanuras de San Carlos*; (ZF.110) *Llanuras de San Carlos, Tierras elevadas*; (ZF.21) *Llanuras del Caribe*; (ZF.106) *Tierras bajas inundables de la zona sur*; (ZF.13) *Filas Costera, Cruces y Cal, Punta Burica*; (ZF.24) *Llanuras de Sarapiquí*; (ZF.17) *Estribaciones Bajas de la Cordillera de Talamanca, Vertiente Atlántica*; (ZF.14) *Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Golfito, hasta los 500 msnm*; (ZF.23) *Cerros El Jardín y Chaparrón y otros*; (ZF.22) *Tierras Elevadas de la Zona Norte, entre 100 y 700 msnm*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *E. glabrescens* corresponde a 1 463 836.5 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Algunas variedades de monos.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 98. Abundancia total de la especie *Elaeoluma glabrescens* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Elaeoluma glabrescens</i>	2.11	1 463 836.5	144 040

La especie *E. glabrescens* registra una abundancia absoluta que puede sustentar a largo plazo la adaptabilidad genética al cambio, según los autores citados por Jiménez (2009b) y Frankham *et al.* (2002), además, presenta también una abundancia relativa alta de 2,11 árboles por hectárea con dap sobre 10 cm. El estudio efectuado por Estrada *et al.* (2005), categorizaron esta especie con algún grado de amenaza, sin embargo, con el presente estudio se observa que su población es muy representativa y la amenaza es mínima.

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *E. glabrescens* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados, aunque depende de monos principalmente como su agente dispersor.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *E. glabrescens* expresada de forma gráfica, presenta gran cantidad de individuos en todas las clases diamétricas, formando un comportamiento estructural típico de “J” invertida, con mayor cantidad de individuos en las clases diamétricas inferiores. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

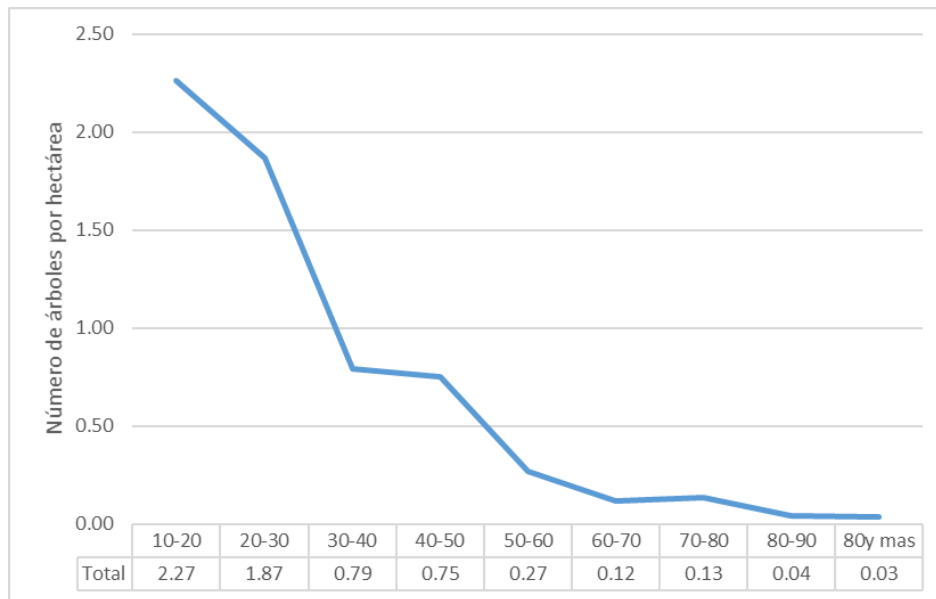


Figura 86. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Elaeoluma glabrescens*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

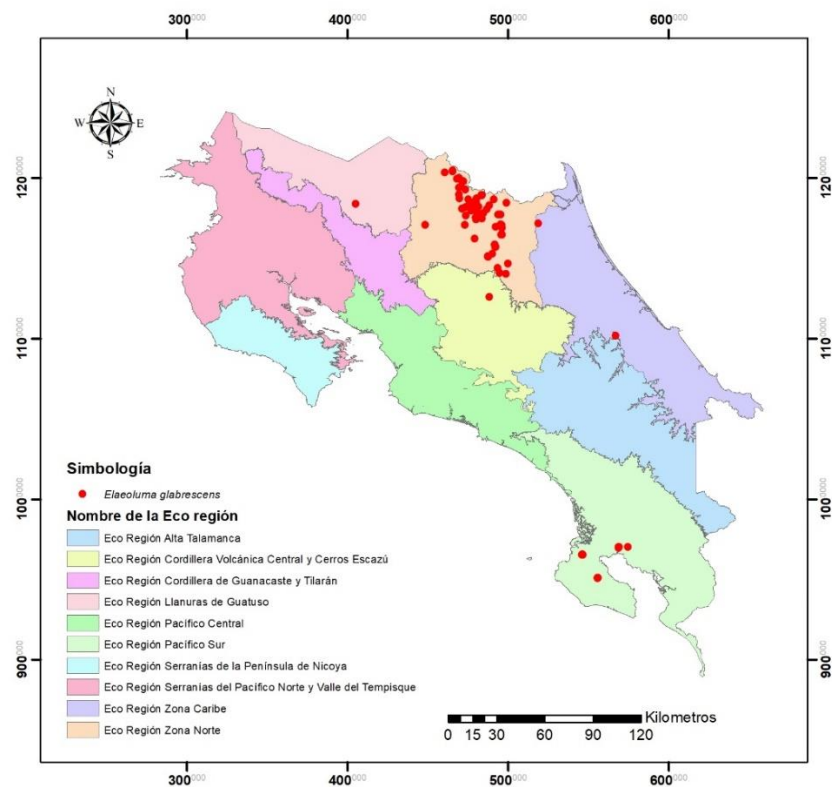


Figura 87. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Elaeoluma glabrescens*.

4.2.21 *Guaiaicum sanctum* L.

Nombres vernáculos: Guayacán real, guayacán, guayabón real.

Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen a esta especie son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Zoócora.

Otros: Se le reportan usos medicinales.

Para esta especie no se registraron individuos en ninguna de las tres fuentes de información (INF, PMF, PPM). Sin embargo, Estrada *et al.* (2005) en su estudio indican que para la especie *Guaiaicum sanctum* existen registros de 27 ejemplares registrados en los herbarios de CR e INB. En seguida se presenta un mapa con los sitios donde fue colectada esta especie.

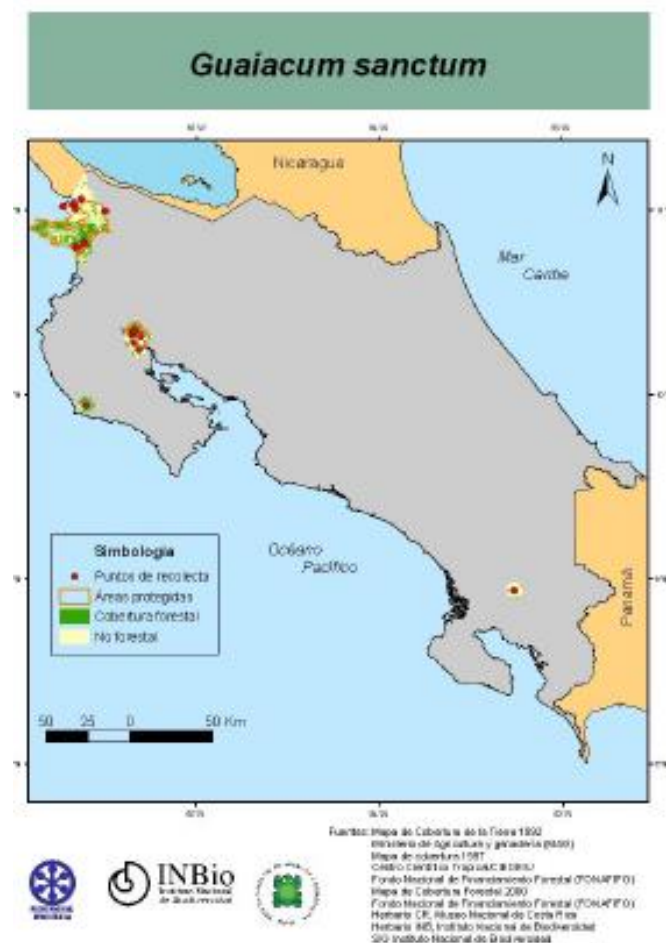


Figura 88. Mapa que incluye el estudio de Estrada *et al.* (2005) sobre los sitios de reporte, para la especie *Guaiaicum sanctum* a nivel nacional

Cabe destacar que la especie *G. sanctum* se encuentra incluida en la lista de especies vedadas para Costa Rica. Más adelante en el producto 7, se entrará en mayor detalle sobre la situación de esta especie en el país.

Por otra parte, mediante la verificación de la página de internet “Trópicos” (<http://www.tropicos.org/Name/34600042?projectid=3&langid=66>), se reportaron 27 registros de la especie *G. sanctum* en Costa Rica. Según se muestra en el siguiente mapa de distribución, según esta fuente de información.



Figura 89. Mapa que incluye los sitios de reporte para la especie *Guaiacum sanctum* en Costa Rica, según la página de internet “Trópicos”.

4.2.22 *Humiriastrum diguense* Cuatrec.

Nombres vernáculos: Lorito, campano, campano blanco, chiricano, chiricano alegre, chiricano triste, loro, níspero, níspero lorito.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 108. Pacífico Sur; Ecorregión 109. Zona Caribe; Ecorregión 111. Zona Norte**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.25) *Llanuras de San Carlos*, (ZF.106) *Tierras bajas inundables de la zona sur*, (ZF.20) *Tierras Elevadas del Caribe, entre 100 y 700 msnm*, (ZF.13) *Filas Costera, Cruces y Cal, Punta Burica*, (ZF.24) *Llanuras de Sarapiquí*, (ZF.14) *Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Golfito, hasta los 500 msnm*, (ZF.23) *Cerros El Jardín y Chaparrón y otros*; (ZF.22) *Tierras Elevadas de la Zona Norte, entre 100 y 700 msnm*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *H. diguense* corresponde a 869 256.0 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie monoica, con flores hermafroditas (monoclino-monoicas)

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Aves y monos.

Otros: Alimento para fauna, lapa, pericos, chucuyo, tucanes, loras; mamíferos como: danta, saínos, agutipaca, guatusa, toluco.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 99. Abundancia total de la especie *Humiriastrum diguense* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Humiriastrum diguense</i>	0.36	869 256.0	45 904

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *H. diguense* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser una especie monoclino-monoicas, tener una estrategia de dispersión por aves y monos tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *H. diguense* expresada de forma gráfica, presenta gran cantidad de individuos en todas las clases diamétricas, formando un comportamiento estructural típico de “J” invertida, con mayor cantidad de individuos en las clases diamétricas inferiores y un pico de árboles en la clase diamétrica de 70-80 cm. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

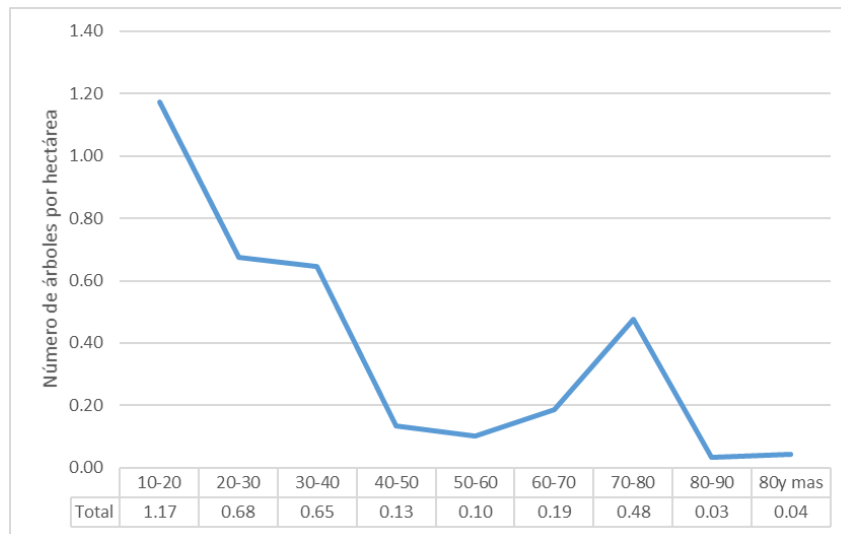


Figura 90. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Humiriastrum diguense*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

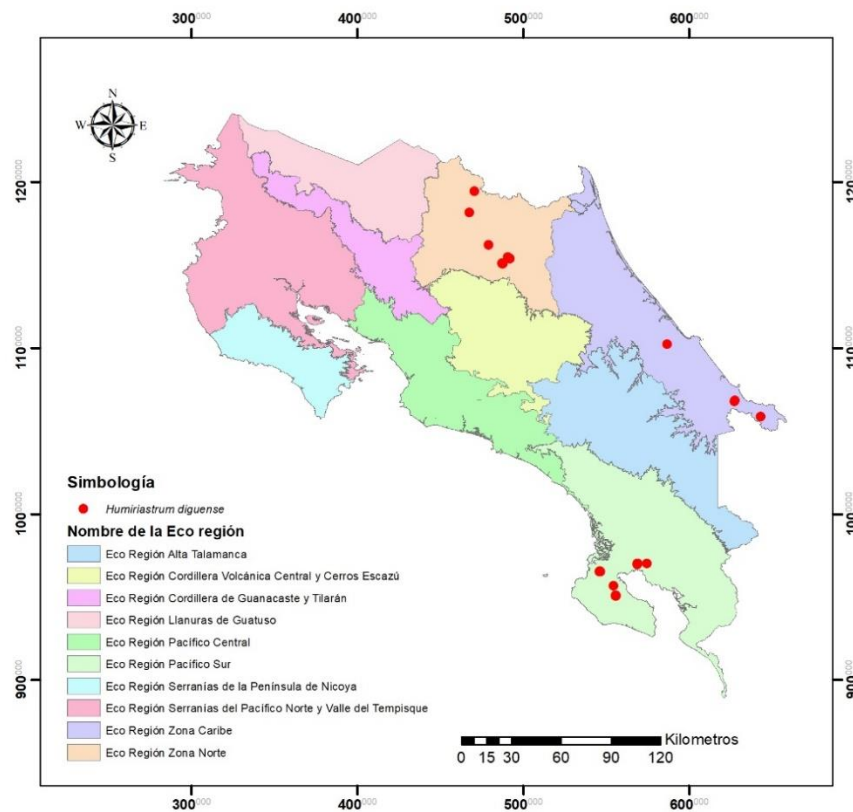


Figura 91. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Humiriastrum diguense*.

4.2.23 *Hyeronima alchorneoides* Allemão

Nombres vernáculos: Pilón, zapatero, comenegro, sanbox, sangre de toro, ascá, báchöl, bchöklú, kikalá.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 106.Zona Alta Talamanca; Ecorregión 110.Cordillera Volcánica Central y Cerros Escazú; Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso; Ecorregión 105.Pacífico Central; Ecorregión 108.Pacífico Sur; Ecorregión 109.Zona Caribe; Ecorregión 111.Zona Norte**, esta especie se registró en varias zonas del país, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.26)Llanuras de Guatuso; (ZF.25) Llanuras de San Carlos; (ZF.110) Llanuras de San Carlos, Tierras elevadas; (ZF.21) Llanuras del Caribe; (ZF.109) Llanuras del Gaspar; (ZF.20) Tierras Elevadas del Caribe, entre 100 y 700 msnm; (ZF.29) Cordillera Volcánica Central; (ZF.15) Cuenca media de los ríos Terraba y Coto Brus; (ZF.13) Filas Costera, Cruces y Cal, Punta Burica; (ZF.24) Llanuras de Sarapiquí; (ZF.12) Bosque lluvioso del Pacífico Central; (ZF.14)Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Golfito, hasta los 500 msnm; (ZF.23) Cerros El Jardín y Chaparrón y otros; (ZF.18) Estribaciones Medias de la Cordillera de Talamanca, Pacífica y Atlántica; (ZF.22) Tierras Elevadas de la Zona Norte, entre 100 y 700 msnm.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *H. alchorneoides* corresponde a 1 854 996.9 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie dioica.

Polinización: Diversos insectos pequeños.

Modo de dispersión de semillas: Desconocido.

Otros: Alimento para fauna: los frutos inmaduros son alimento de aves (pericos, loras, chucuyo, trogones, oropéndolas), mamíferos: congos, mono cara blanca, saínos, agutí paca, pizotes y cabros de monte. Los conejos pueden comer ápices y cortezas de las plántulas y brínzales.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 100. Abundancia total de la especie *Hyeronima alchorneoides* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	0.86	1 854 996.9	67 506

Cabe destacar que esta especie no se encuentra reportada en ningún estudio anterior, donde se le relacione con algún tipo de amenaza y más bien es una especie utilizada en plantaciones forestales productivas.

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *H. alchorneoides* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados en bosques naturales para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, aunque al ser una especie dioica, es una especie que ha sido domesticada y plantada fuera de bosques naturales.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *H. alchorneoides* expresada de forma gráfica, presenta gran cantidad de individuos en todas las clases diamétricas, formando un comportamiento estructural típico de “J” invertida, con mayor cantidad de individuos en las clases diamétricas inferiores. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

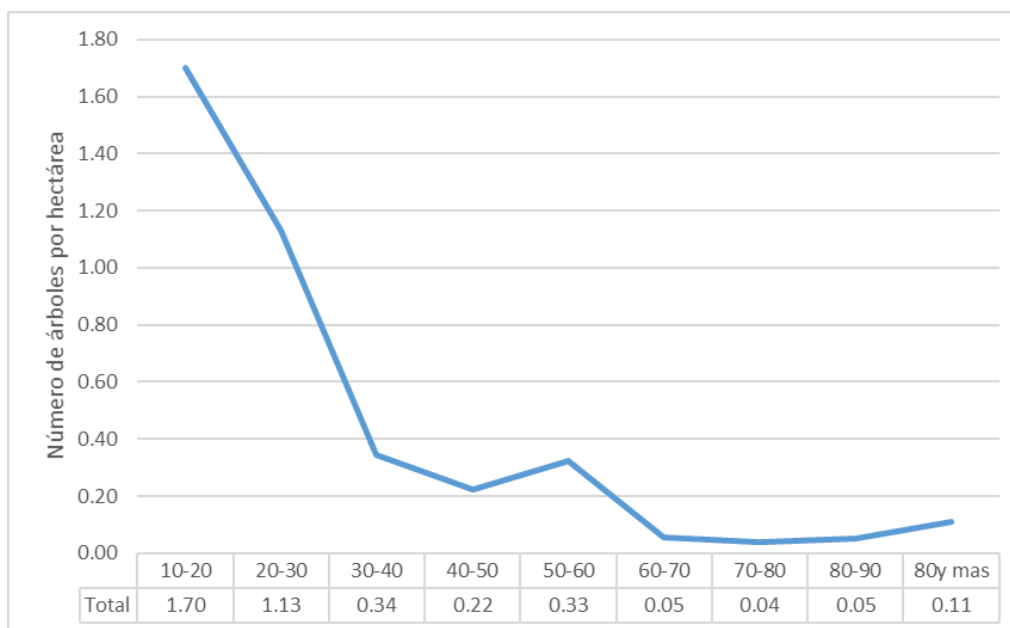


Figura 92. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Hyeronima alchorneoides*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

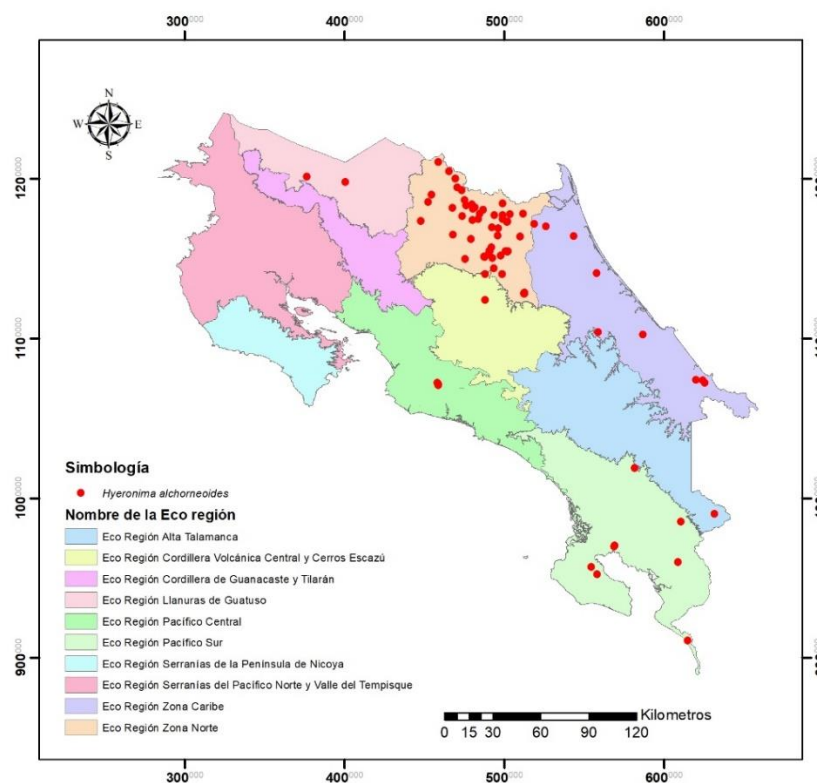


Figura 93. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Hyeronima alchorneoides*.

4.2.24 *Hymenolobium mesoamericanum* H. C. Lima

Nombre vernáculo: Cola de pavo.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso; Ecorregión 111.Zona Norte**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.26) *Llanuras de Guatuso*; (ZF.25) *Llanuras de San Carlos*; (ZF.24) *Llanuras de Sarapiquí*; (ZF.23) *Cerros El Jardín y Chaparrón y otros*; (ZF.22) *Tierras Elevadas de la Zona Norte, entre 100 y 700 msnm*. Esta especie es muy específica de estas dos Ecorregiones del país.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *H. mesoamericanum* corresponde a 278 446.4 ha. Algunas de sus características ecológicas son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Abejas pequeñas y grandes.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 101. Abundancia total de la especie *Hymenolobium mesoamericanum* y área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Hymenolobium mesoamericanum</i>	0.19	278 446.4	6 061

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *H. mesoamericanum* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita y contar con una estrategia de dispersión anemócora, tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados, aunque depende de las abejas principalmente como su agente dispersor.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *H. mesoamericanum* expresada de forma gráfica, presenta individuos en casi todas las clases diamétricas, estando la mayor cantidad de estos en las clases diamétricas menores con un comportamiento estructural tendiente a formar una “J” invertida. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

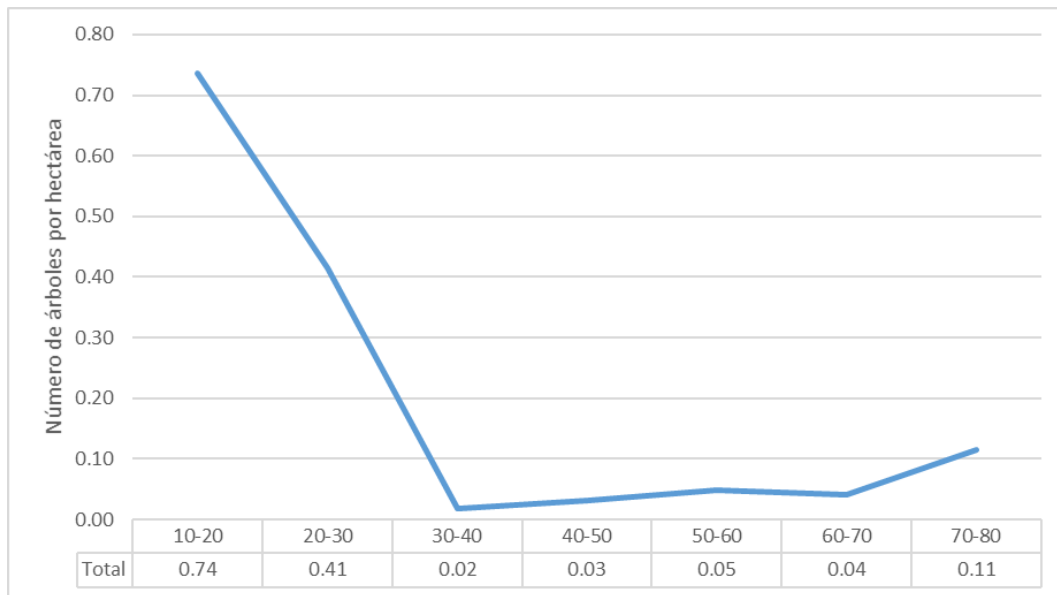


Figura 94. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Hymenolobium mesoamericanum*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

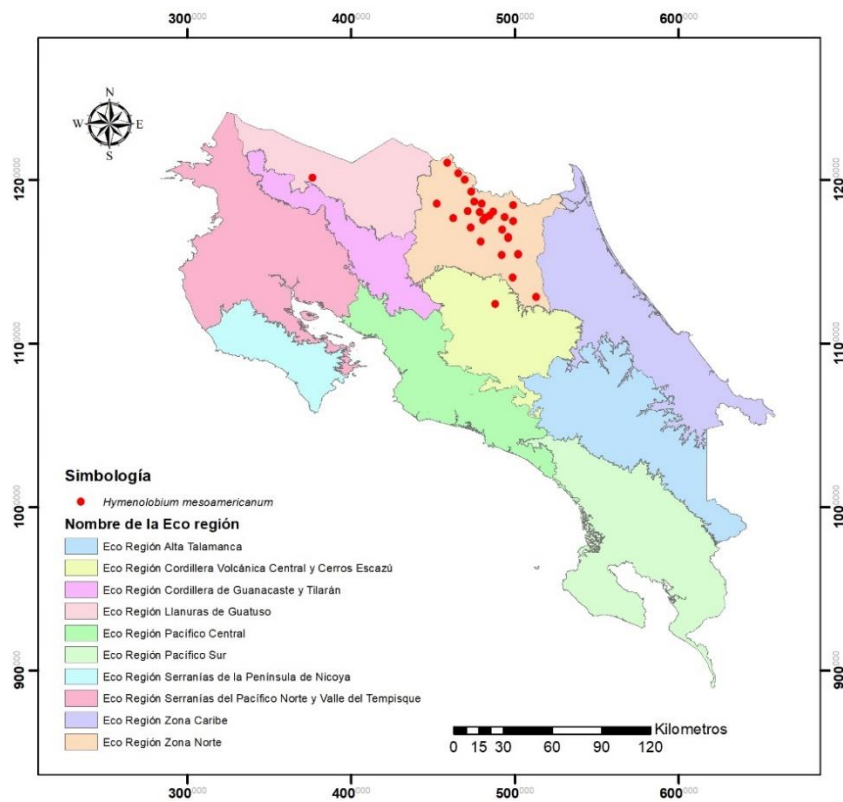


Figura 95. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó *Hymenolobium mesoamericanum*.

4.2.25 *Manilkara chicle* (Pittier) Gilly

Nombres vernáculos: Níspero, níspero de chicle.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 110.Cordillera Volcánica Central y Cerros Escazú; Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso; Ecorregión 101.Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque; Ecorregión 109.Zona Caribe; Ecorregión 111.Zona Norte**, por lo tanto también se registró en varias regiones del país, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.2) *Laderas y Cerros de Guanacaste-Laderas Altas de la Cordillera de Guanacaste*; (ZF.26) *Llanuras de Guatuso*; (ZF.25) *Llanuras de San Carlos*; (ZF.20) *Tierras Elevadas del Caribe, entre 100 y 700 msnm*; (ZF.4) *Laderas y Cerros de Guanacaste-Laderas bajas Cordillera Tilarán*; (ZF.24) *Llanuras de Sarapiquí*; (ZF.23) *Cerros El Jardín y Chaparrón y otros*; (ZF.03) *Laderas y Cerros de Guanacaste-Laderas bajas Cordillera de Guanacaste y Nicoya*; (ZF.05) *Laderas y Cerros de Guanacaste-Cerros del Norte de la Península Nicoya*; (ZF.30) *Cerros de Escazú y Turrubares*; (ZF.01) *Península de Santa Elena*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *M. chicle* corresponde a 1 224 391.2 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Zoócora.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 102. Abundancia total de la especie *Manilkara chicle* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Manilkara chicle</i>	1.02	1 224 391.2	75 625

Esta especie no se encuentra reportada en ningún estudio con algún tipo de amenaza.

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *M. chicle* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados, aunque depende de ciertas Poblaciones de animales como su agente dispersor.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *M. chicle* expresada de forma gráfica, presenta gran cantidad de individuos en todas las clases diamétricas, formando un comportamiento estructural típico de “J” invertida, con mayor cantidad de individuos en las clases diamétricas inferiores. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

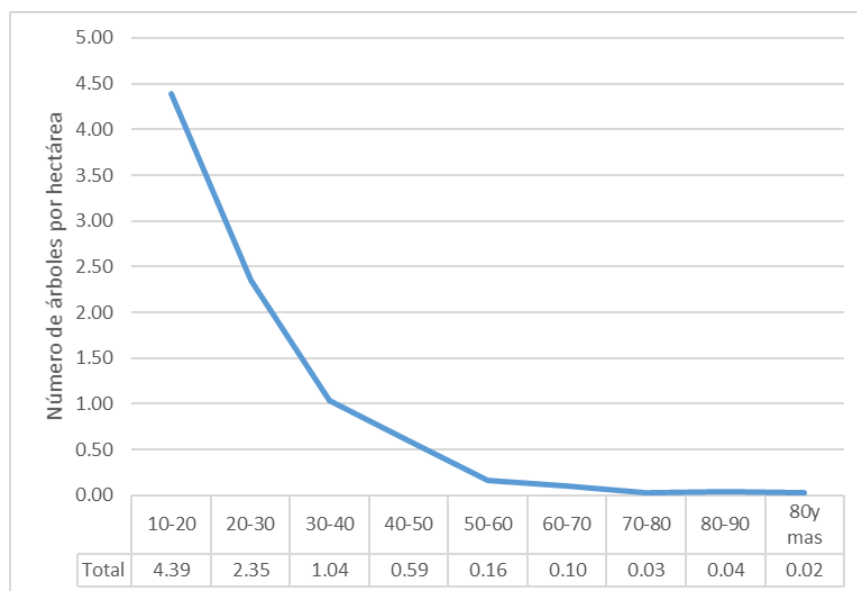


Figura 96. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Manilkara chicle*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

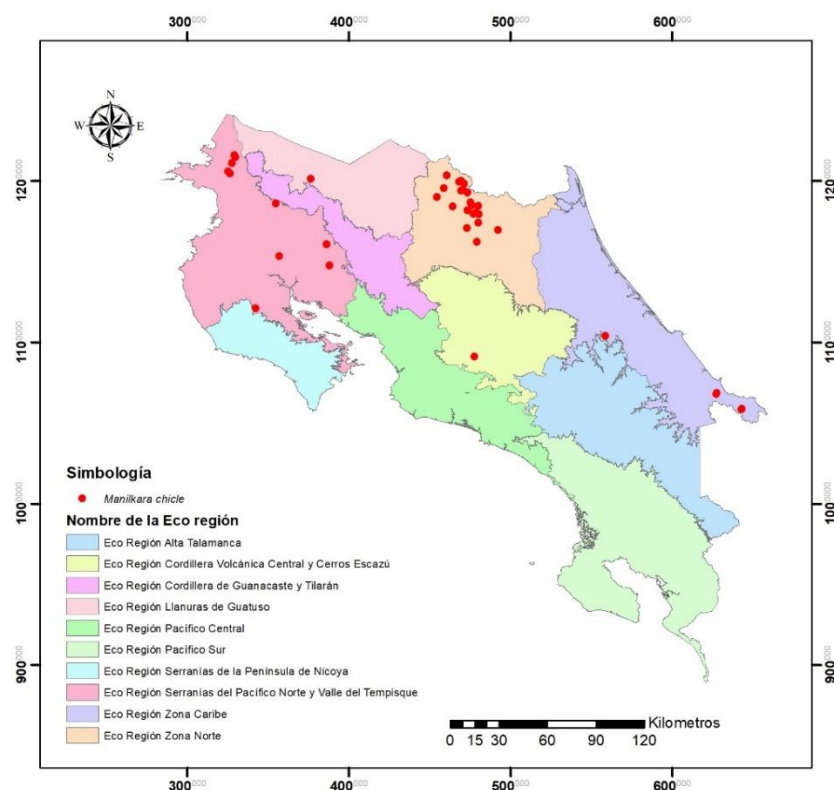


Figura 97. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Manilkara chicle*.

4.2.26 *Manilkara zapota* (L.) Royen

Nombres vernáculos: Níspero, níspero de chicle.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 108. Pacífico Sur; Ecorregión 111. Zona Norte**, se localiza principalmente en la parte sur y norte del país, más específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.25) *Llanuras de San Carlos*; (ZF.13) *Filas Costera, Cruces y Cal, Punta Burica*; (ZF.24) *Llanuras de Sarapiquí*; (ZF.14) *Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Golfito, hasta los 500 msnm*; (ZF.23) *Cerros El Jardín y Chaparrón y otros*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *M. zapota* corresponde a 490 197.1 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Entomófila.

Modo de dispersión de semillas: Barócora, Ornitoquiropterócora (aves o murciélagos).

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 103. Abundancia total de la especie *Manilkara zapota* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Manilkara zapota</i>	0.17	490 197.1	26 572

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *M. zapota* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita y contar con una estrategia de dispersión barócora y ornitoquiropterócora tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados, aunque depende de insectos principalmente como su agente polinizador.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *M. zapota* expresada de forma gráfica, presenta una tendencia a poco similar a una “J” invertida, sin embargo, se esperaba que hubiera más árboles en clases diamétricas menores; a pesar de esto se presentaron individuos en casi todas las clases diamétricas. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

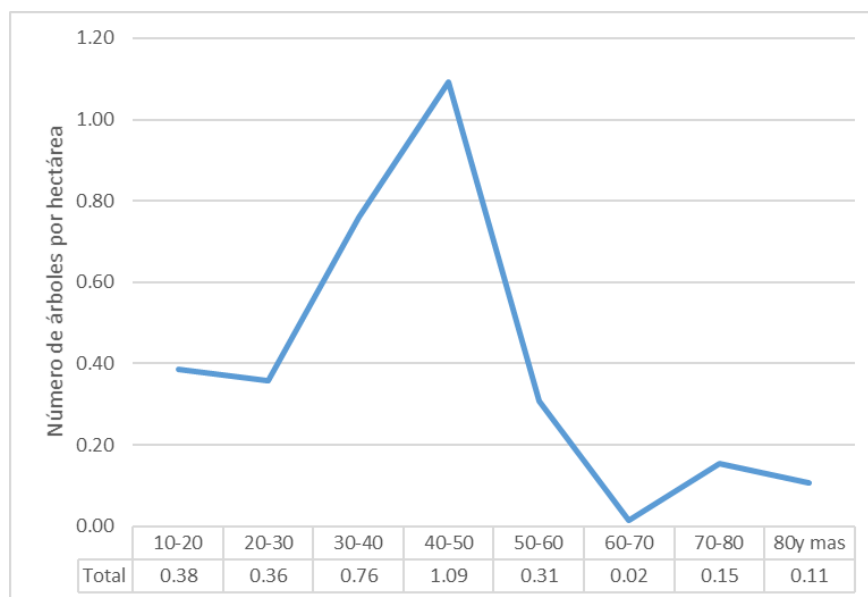


Figura 98. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Manilkara zapota*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

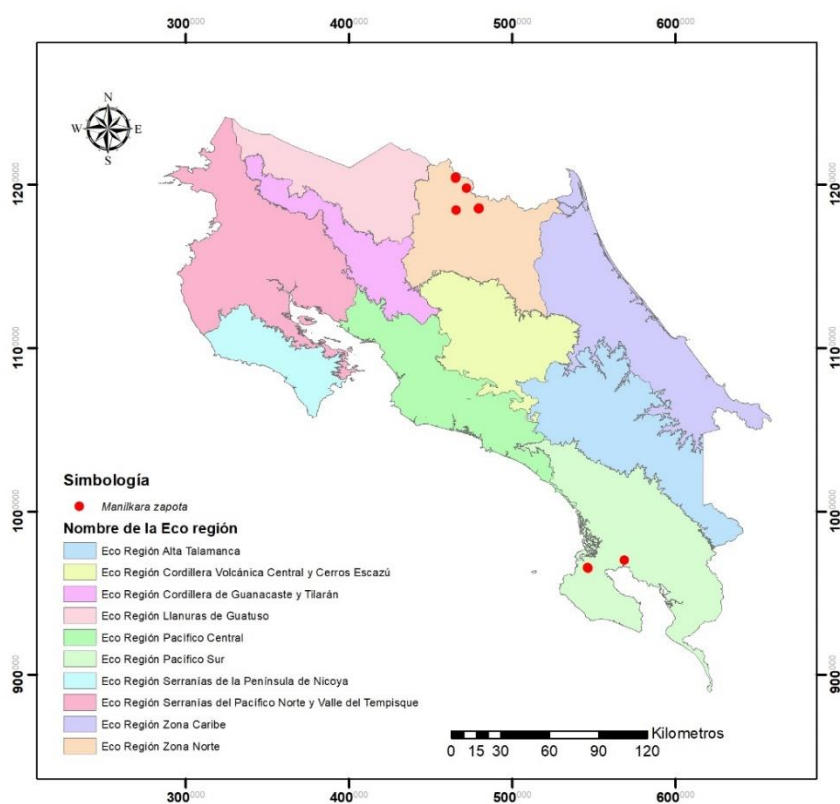


Figura 99. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Manilkara zapota*.

4.2.27 *Minquartia guianensis* Aubl.

Nombres vernáculos: Manú, manú negro, cuajada negra, manwood, mimillo, palo de piedra, suré, tsule.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 110.Cordillera Volcánica Central y Cerros Escazú; Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso; Ecorregión 105.Pacífico Central; Ecorregión 108.Pacífico Sur; Ecorregión 102.Serranías de la Península de Nicoya; Ecorregión 101.Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque; Ecorregión 109.Zona Caribe; Ecorregión 111.Zona Norte**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.26) *Llanuras de Guatuso*; (ZF.25) *Llanuras de San Carlos*; (ZF.20) *Tierras Elevadas del Caribe, entre 100 y 700 msnm*; (ZF.4) *Laderas y Cerros de Guanacaste-Laderas bajas Cordillera Tilarán*; (ZF.29) *Cordillera Volcánica Central*; (ZF.13) *Filas Costera, Cruces y Cal, Punta Burica*; (ZF.24) *Llanuras de Sarapiquí*; (ZF.12) *Bosque lluvioso del Pacífico Central*; (ZF.14) *Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Golfito, hasta los 500 msnm*; (ZF.23) *Cerros El Jardín y Chaparrón y otros*; (ZF.08) *Cerros del Centro de la Península de Nicoya*; (ZF.22) *Tierras Elevadas de la Zona Norte, entre 100 y 700 msnm*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *M. guianensis* corresponde a 1 900 751.5 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Insectos.

Modo de dispersión de semillas: Monos y aves, murciélagos grandes del género *Artibeus*.

Otro: Alimento para fauna: aves.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 104. Abundancia total de la especie *Minquartia guianensis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Minquartia guianensis</i>	1.62	1 900 751.5	87 544

Estudios anteriores como el de Estrada *et al.* (2005), categorizaron esta especie como Vulnerable, además se encuentra en la lista de UICN como Casi Amenazada, por otra parte, Jiménez (2009b) la catalogó como Amenazada. Esta especie no presenta problemas según su población estimada. La cual es bastante representativa, pero mantiene un riesgo, debido a que es una especie muy utilizada tradicionalmente en la construcción de cercas y corrales, pero aprovechada ilegalmente por los mismos finqueros y otros que la roban.

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *M. guianensis* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita y contar con una estrategia de dispersión monos y ornitoquiropterócora tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados, aunque depende de insectos principalmente como su agente polinizador.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *M. guianensis* expresada de forma gráfica, presenta gran cantidad de individuos en todas las clases diamétricas, formando un comportamiento estructural típico de “J” invertida, con mayor cantidad de individuos en las clases diamétricas inferiores. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

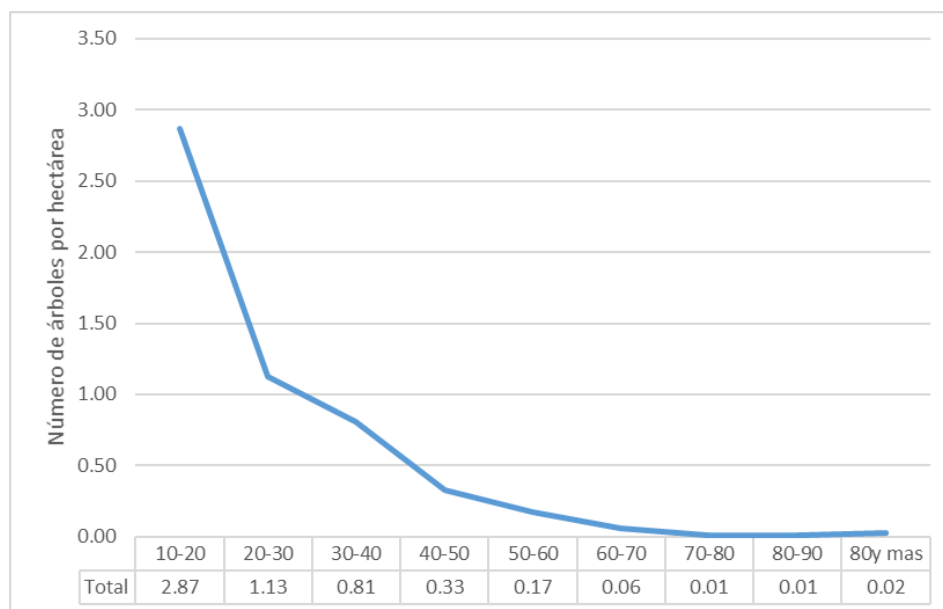


Figura 100. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Minquartia guianensis*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

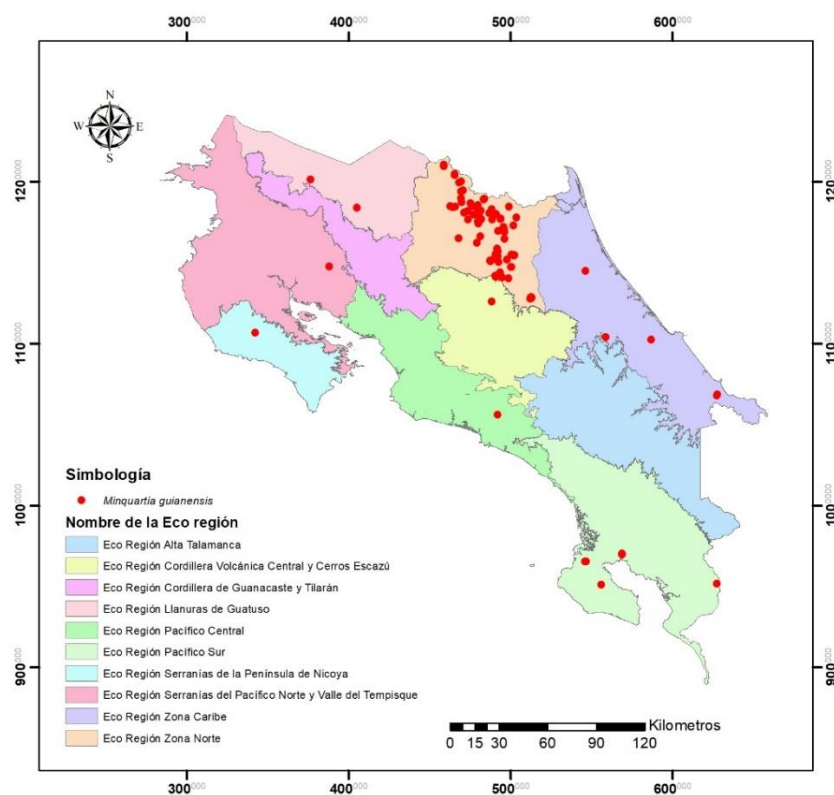


Figura 101. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Minquartia guianensis*.

4.2.28 *Myroxylon balsamum* (L.) Harms

Nombres vernáculos: Bálsamo, bálsamo de tolú, bálsamo del Perú, bálsamo negro, chirraca, sándalo.

Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen a esta especie son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

Para esta especie no se registraron individuos en ninguna de las tres fuentes de información recopiladas (INF, PMF, PPM). Sin embargo, Estrada *et al.* (2005) en su estudio indican que para la especie *Myroxylon balsamum* existen registros de 8 ejemplares depositados en los herbarios CR e INB. En seguida se representa un mapa donde se ilustran los sitios donde fue colectada la misma.

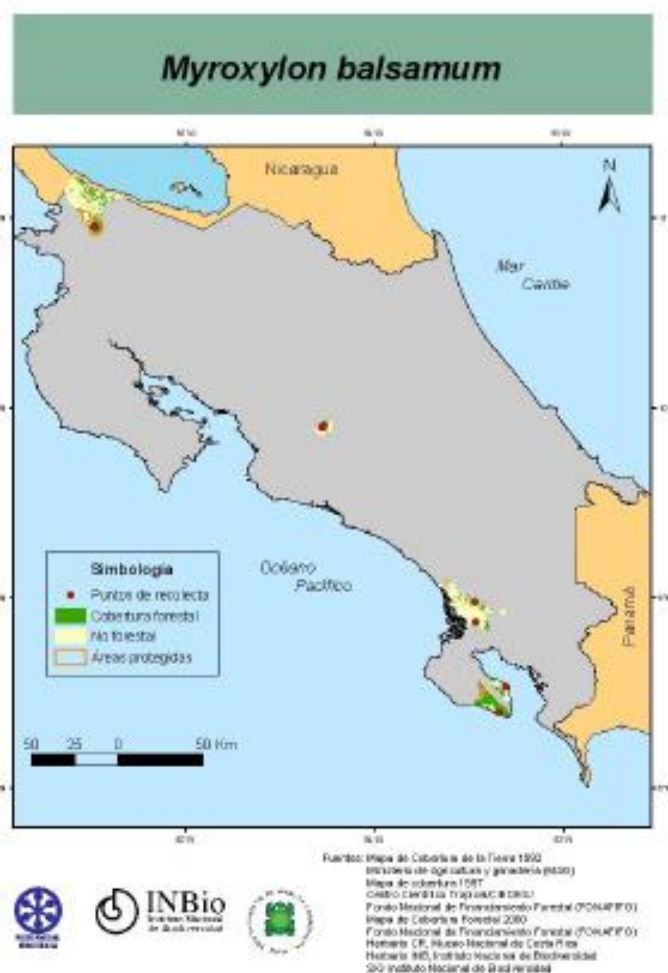


Figura 102. Mapa que incluye el estudio de Estrada *et al.* (2005) sobre los sitios de reporte, para la especie *Myroxylon balsamum* a nivel nacional

Cabe destacar que la especie *M. balsamum* se encuentra incluida en la lista de especies vedadas para Costa Rica. Más adelante en el producto 7, se entrará en mayor detalle sobre la situación de esta especie en el país.

Por otra parte, mediante la búsqueda de información en la página de internet “Trópicos” (<http://www.tropicos.org/NamePage.aspx?nameid=13003351&tab=distribution>), se reportaron 4 registros para la especie *M. balsamum* en Costa Rica. A continuación, en el siguiente mapa se presentan las zonas donde se registró.



Figura 103. Mapa que incluye los sitios de reporte para la especie *Myroxylon balsamum* en Costa Rica, según la página de internet “Trópicos”.

4.2.29 *Paramachaerium gruberi* Brizicky

Nombres vernáculos: Sandrillo, sangrillo, sangrillo colorado.

Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen a esta especie son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

Para esta especie no se registraron individuos en ninguna de las tres fuentes de información (INF, PMF, PPM). Sin embargo, Estrada *et al.* (2005) indican en su estudio que para la especie *Paramachaerium gruberi* existen registros de 5 ejemplares depositados en los herbarios CR e INB.

A continuación, se presentan los sitios donde fue colectada esta especie en Costa Rica, según el estudio efectuado por Estrada *et al.* (2005).

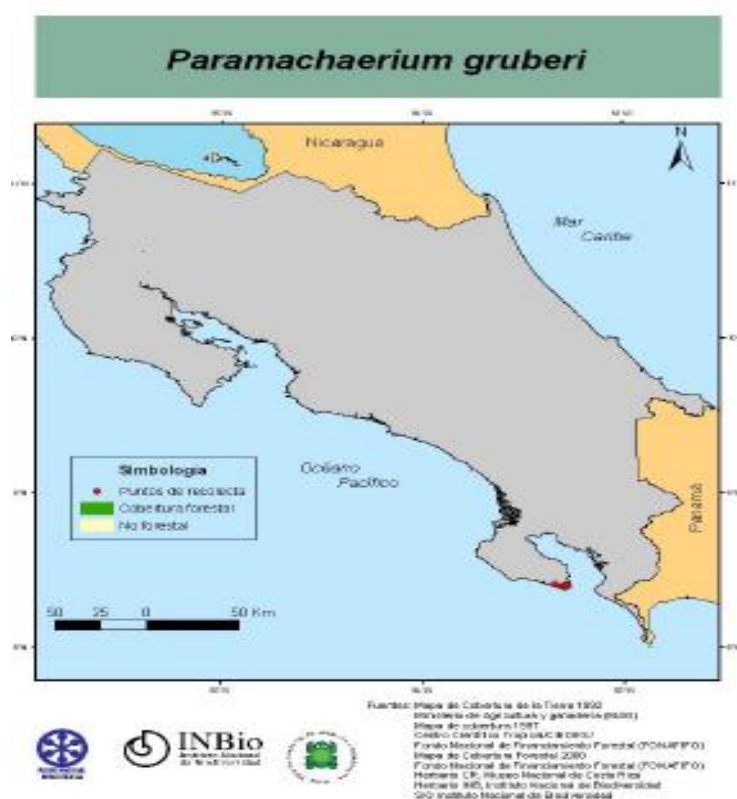


Figura 104. Mapa que incluye el estudio de Estrada *et al.* (2005) sobre los sitios de reporte, para la especie *Paramachaerium gruberi* a nivel nacional

Cabe destacar que la especie *P. gruberi* se encuentra incluida en la lista de especies vedadas para Costa Rica. Más adelante en el producto 7, se entrará en mayor detalle sobre la situación de esta especie en el país.

Por otra parte, mediante la búsqueda de información en la página de internet “Trópicos” (<http://www.tropicos.org/Name/13011301?projectid=3&langid=66>), se reportaron 4 registros de la especie *P. gruberi* en Costa Rica. A continuación, se presenta el mapa de distribución, según esta fuente de información.



Figura 105. Mapa que incluye los sitios de reporte de la especie *Paramachaerium gruberi*, según la página de internet “Trópicos”.

4.2.30 *Parkia pendula* (Willd.) Benth. Ex Walp.

Nombres vernáculos: Ardillo, tamarindón, guanacastillo, iguano, tamarindo gigante.

Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen a esta especie son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Desconocida.

Para esta especie no se registraron individuos en ninguna de las tres fuentes de información (INF, PMF, PPM). Sin embargo, Estrada *et al.* (2005) indican que para la especie *Parkia pendula* existen registros de 13 ejemplares depositados en los herbarios CR e INB.

A continuación, se presentan los sitios donde fue colectada esta especie en Costa Rica, según el estudio efectuado por Estrada *et al.* (2005).

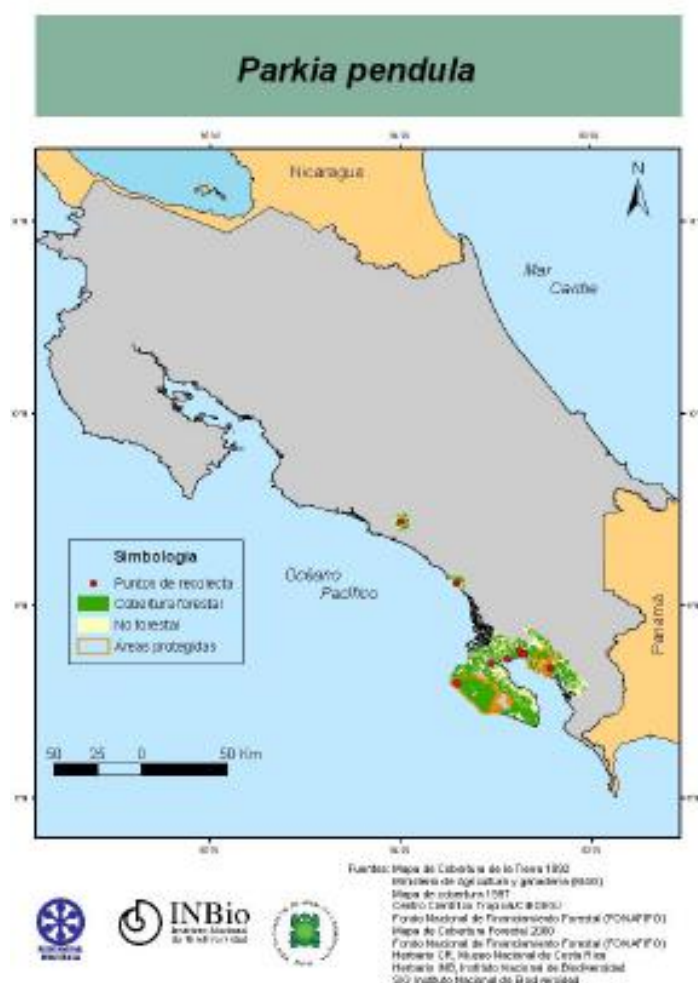


Figura 106. Mapa que incluye el estudio de Estrada *et al.* (2005) sobre los sitios de reporte, para la especie *Parkia pendula* a nivel nacional

Cabe destacar que la especie *P. pendula* se encuentra incluida en la lista de especies vedadas para Costa Rica. Más adelante en el producto 7, se entrará en mayor detalle sobre la situación de esta especie en el país.

Por otra parte, mediante la búsqueda de información en la página de internet “Trópicos” (<http://www.tropicos.org/Name/13011301?projectid=3&langid=66>), se reportaron 11 registros de la especie *P. pendula* en Costa Rica. A continuación, se presenta el mapa de distribución, según esta fuente de información.



Figura 107. Mapa que incluye los sitios de reporte de la especie *Parkia pendula*, según la página de internet “Trópicos”.

4.2.31 *Peltogyne purpurea* Pittier

Nombres vernáculos: Nazareno, aromio, azulillo, nene, sangre de cristo.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 105. Pacífico Central; Ecorregión 108. Pacífico Sur**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.106) *Tierras bajas inundables de la zona sur*; (ZF.13) *Filas Costera, Cruces y Cal, Punta Burica*; (ZF.12) *Bosque lluvioso del Pacífico Central*; (ZF.14) *Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Golfito, hasta los 500 msnm*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *P. purpurea* corresponde a 537 913.5 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Zoócora.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 105. Abundancia total de la especie *Peltogyne purpurea* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Peltogyne purpurea</i>	1.44	537 913.5	282 253

Estudios anteriores como el de Estrada *et al.* (2005), categorizaron esta especie como Vulnerable, por otra parte, Jiménez (2009b) la catalogó como Amenazada. Esta especie no presenta problemas según su población estimada. La cual es bastante representativa, pero mantiene un riesgo, debido a que es una especie considerada como valiosa, pero aprovechada ilegalmente dentro y fuera de Áreas Silvestres Protegidas, especialmente en la Reserva Forestal de Golfo Dulce, donde se está promoviendo el manejo forestal como una herramienta de conservación y sostenibilidad de los ecosistemas forestales.

Según el valor total estimado de la población, la especie *P. purpurea* probablemente estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados, para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados, aunque por su estrategia de dispersión tiende a concentrar sus Poblaciones.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *P. purpurea* expresada de forma gráfica, presenta gran cantidad de individuos en todas las clases diamétricas, formando un comportamiento estructural similar a una “J” invertida, con un pico de árboles en las clases diamétricas de 50-60 cm y 60-70 cm . A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

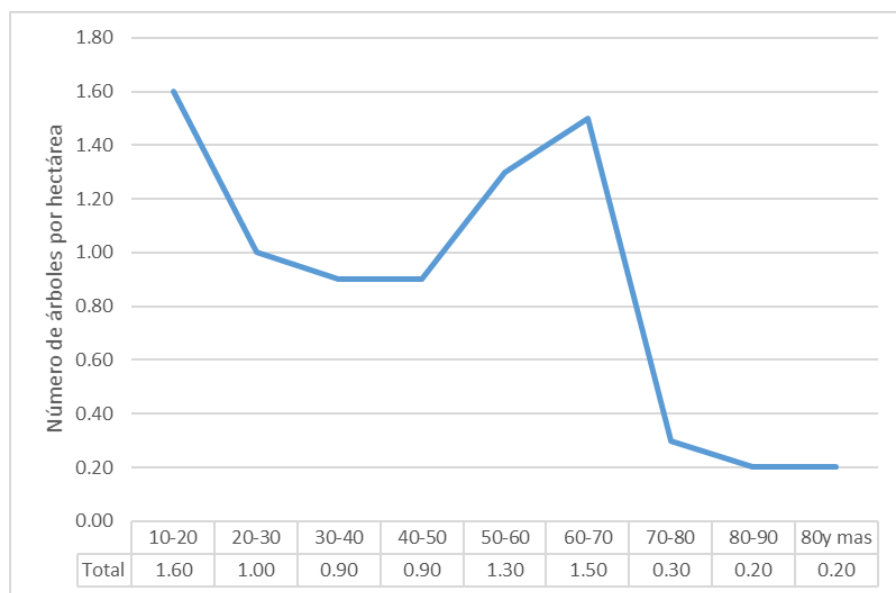


Figura 108. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Peltogyne purpurea*, mediante información procedente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

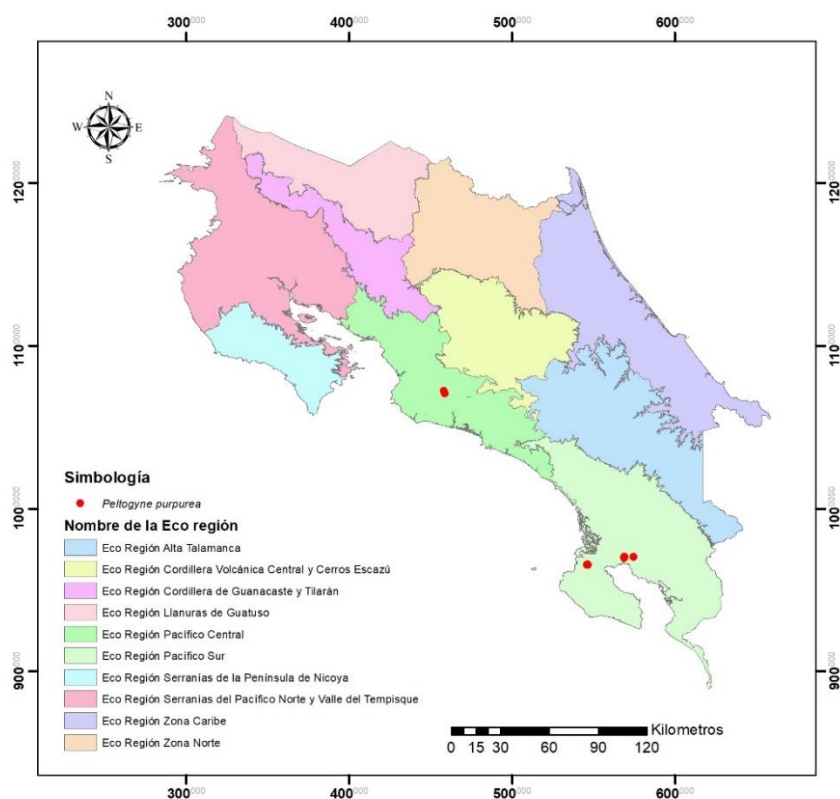


Figura 109. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Peltogyne purpurea*.

4.2.32 *Pentaclethra macroloba* (willd.) Kuntze

Nombres vernáculos: Gavilán, gavilán quebracho, quebracho, sharál.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 109. Zona Caribe; Ecorregión 111. Zona Norte**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.51) *Bosque de Palmas de la Zona Caribe*; (ZF.25) *Llanuras de San Carlos*; (ZF.110) *Llanuras de San Carlos, Tierras elevadas*; (ZF.21) *Llanuras del Caribe*; (ZF.109) *Llanuras del Gaspar*; (ZF.20) *Tierras Elevadas del Caribe, entre 100 y 700 msnm*; (ZF.24) *Llanuras de Sarapiquí*; (ZF.23) *Cerros El Jardín y Chaparrón y otros*; (ZF.22) *Tierras Elevadas de la Zona Norte, entre 100 y 700 msnm*.

El área de bosque a nivel de ecorregiones en donde se distribuye la especie *P. macroloba* corresponde a 559 357.5 ha, algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Insectos pequeños.

Modo de dispersión de semillas: Autocora.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 106. Abundancia total de la especie *Pentaclethra macroloba* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Pentaclethra macroloba</i>	49.09	559 357.5	5 720 020

Según el valor total estimado de la población, la especie *P. macroloba* probablemente estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para así asegurar su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita y contar con una estrategia de dispersión autocora, la cual es muy agresiva, tendiendo a formar bosques con un alto porcentaje de individuos de esta especie, tal como se observa en el campo en las zonas forestales donde se presenta tanto dentro del bosque como fuera de este en forma natural.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *P. macroloba* expresada de forma gráfica, presenta gran cantidad de individuos en todas las clases diamétricas, presentando un comportamiento estructural de “J” invertida bien definido. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

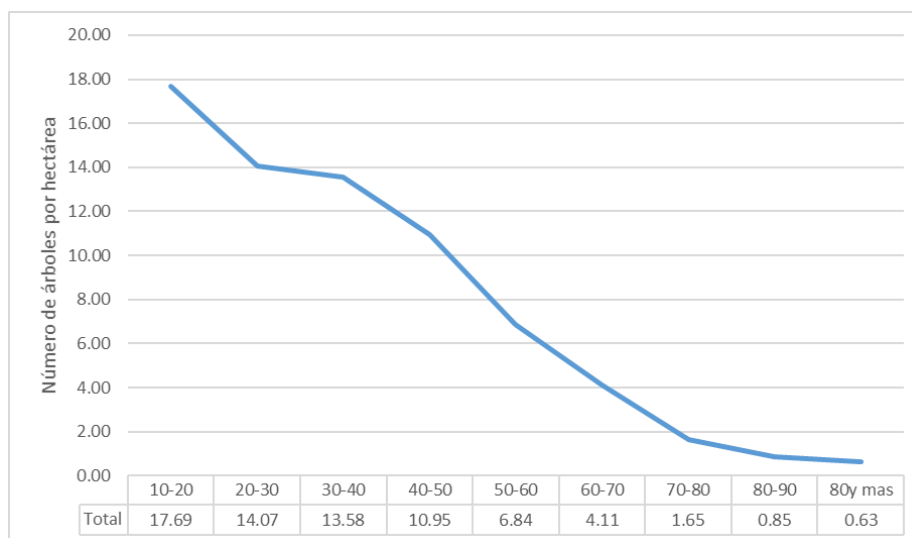


Figura 110. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Pentaclethra macroloba*, según información procedente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

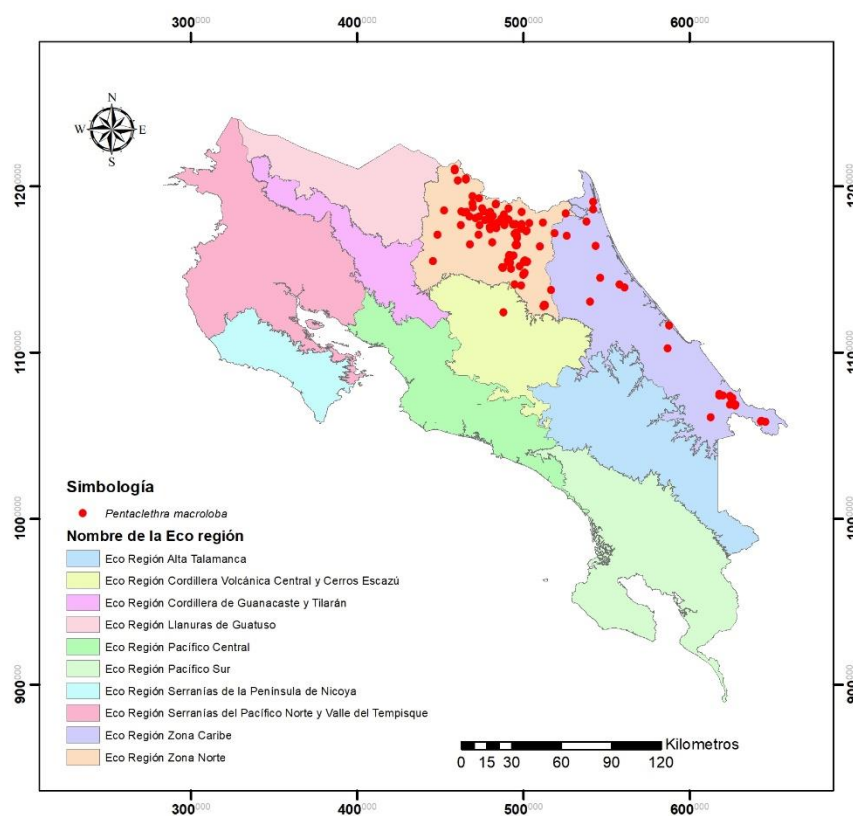


Figura 111. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Pentaclethra macroloba*.

4.2.33 *Platymiscium parviflorum* benth.

Nombre vernáculo: Cristóbal

La especie *P. parviflorum* se distribuye en la Ecorregión: **Ecorregión 101. Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque**, específicamente en la Zona Forestal: (ZF.03) *Laderas y Cerros de Guanacaste-Laderas bajas Cordillera de Guanacaste y Nicoya*. Esta especie es característica por distribuirse en el Pacífico Norte del país.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *P. parviflorum* corresponde a 403 740.4 ha. Algunas de las características ecológicas que se atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 107. Abundancia total de la especie *Platymiscium parviflorum* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Platymiscium parviflorum</i>	0.34	403 740.4	-

Según el valor total estimado de la población, vemos como la especie *P. parviflorum* no presenta individuos en las clases diamétricas mayores a 30 cm por lo que no puede incluirse un valor de población en edad reproductiva capaz de dar sostenibilidad a la especie, aunque, esta especie al ser una especie hermafrodita y contar con una estrategia de dispersión anemócora, debería tener una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados.

Esta especie requiere del planteamiento y ejecución de acciones para aumentar su población.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *P. parviflorum* expresada de forma gráfica fue representada solamente por un individuo en la clase diamétrica de 10 - 20 cm. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

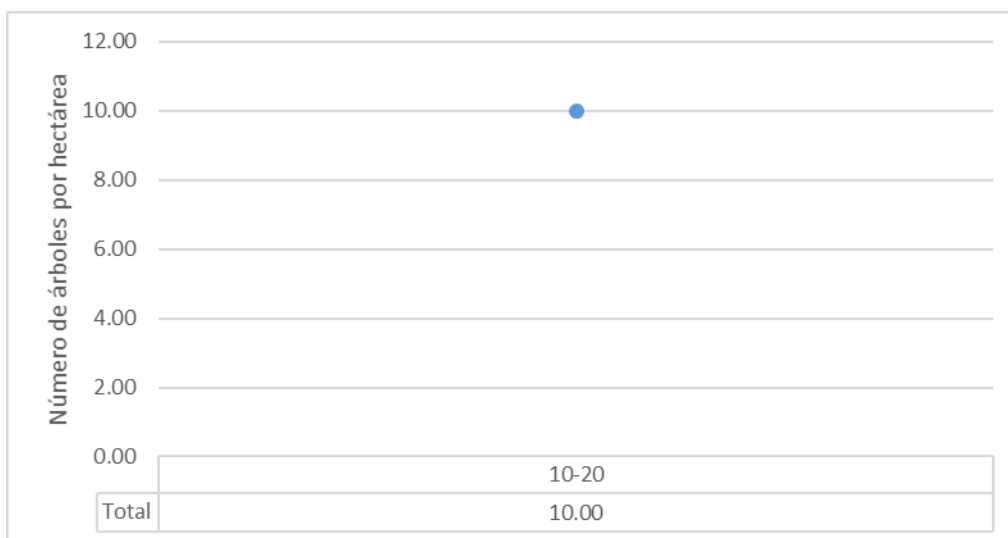


Figura 112. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Platymiscium parviflorum*, según datos del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.,

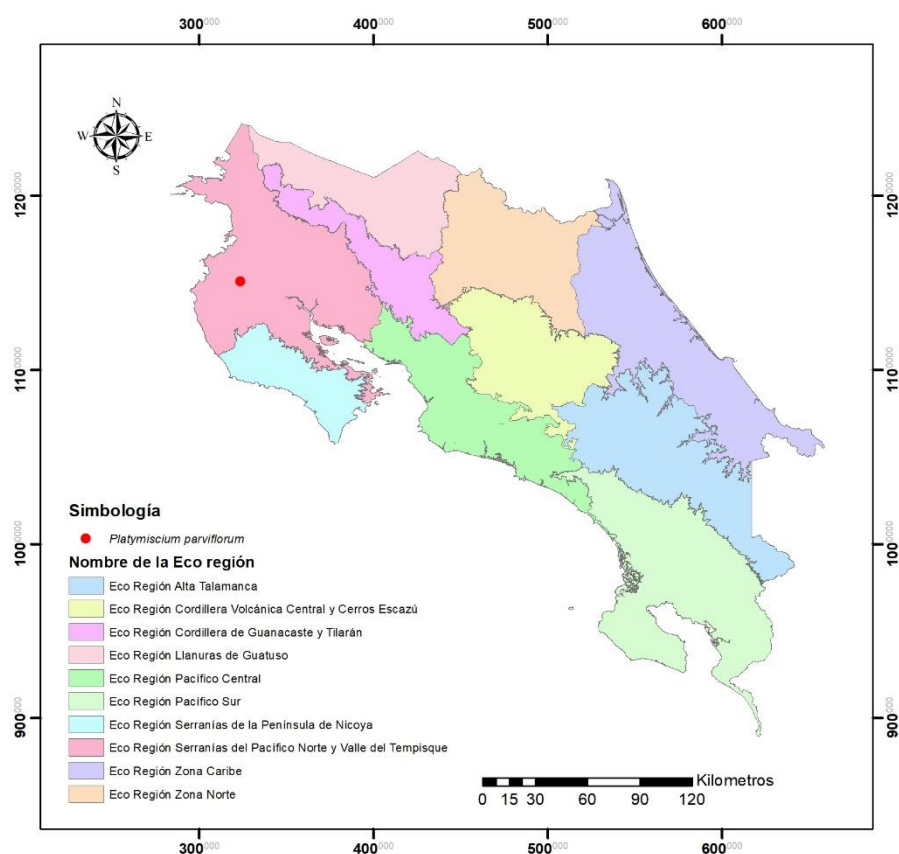


Figura 113. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Platymiscium parviflorum*.

4.2.34 *Platymiscium pinnatum* (Jacq.) Dugand

Nombres vernáculos: Cristóbal, cachimbo, coyote, granadillo, guayacán chiricano, námbar, quira sangrillo, sin+krá (brunka), zrok (térriba).

Esta especie se distribuye en la Ecorregión: **Ecorregión 111.Zona Norte**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.23) *Cerros El Jardín y Chaparrón y otros*; (ZF.24) *Llanuras de Sarapiquí*. *Platymiscium pinnatum* es característica en la Región Norte del país, sin embargo, existe una procedencia de individuos en la Zona Sur de Costa Rica según reportes del INBio.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *P. pinnatum* corresponde a 180 298.6 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Insectos.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 108. Abundancia total de la especie *Platymiscium pinnatum* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Platymiscium pinnatum</i>	0.06	180 298.6	891

Según el valor total estimado de la población, la especie *P. pinnatum* está cercana al mínimo de individuos (>500) necesarios para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, y por ello el valor de población estimada se presenta en color amarillo, aunque, esta especie al ser una especie hermafrodita y contar con una estrategia de dispersión anemócora, debería tener una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados.

Esta especie requiere del planteamiento y ejecución de acciones para aumentar su población.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *P. pinnatum* expresada de forma gráfica, presenta pocos individuos en varias clases diamétricas, cabe destacar que los registros recopilados son pocos (apenas 11 individuos). A continuación, en la siguiente figura se ilustra su comportamiento estructural.

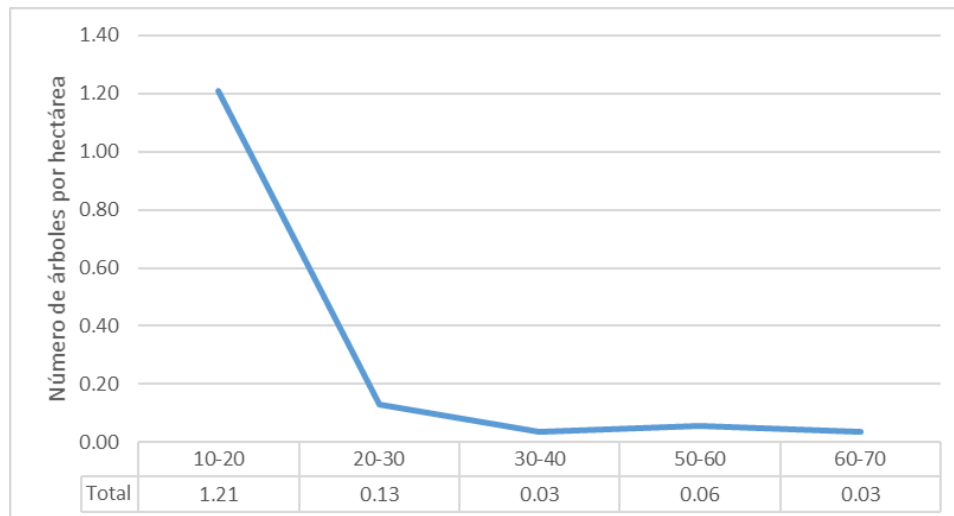


Figura 114. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Platymiscium pinnatum*, según información procedente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

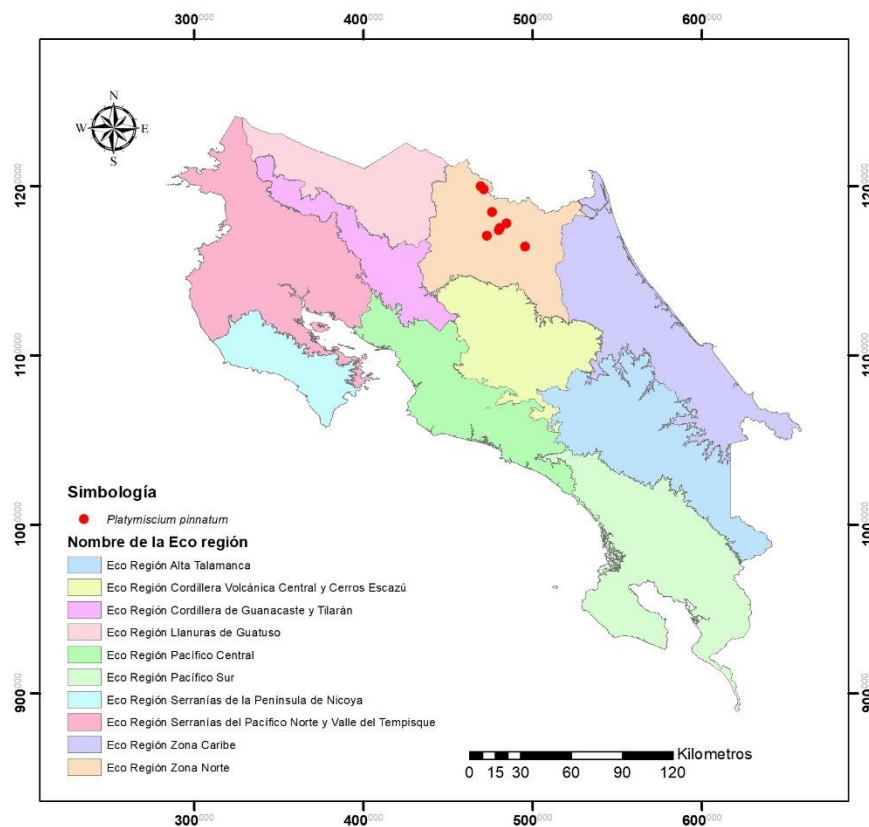


Figura 115. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Platymiscium pinnatum*.

4.2.35 *Podocarpus costaricensis* De Laub.

Nombres vernáculos: Cipresillo, pinillo

Esta especie se distribuye en la Ecorregión: **Ecorregión 106.Zona Alta Talamanca**, específicamente en las Zona Forestal: (ZF.18) *Estribaciones Medias de la Cordillera de Talamanca, Pacífica y Atlántica*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *P. costaricensis* corresponde a 496 432.6 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie dioica.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Zoócora.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 109. Abundancia total de la especie *Podocarpus costaricensis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Podocarpus costaricensis</i>	1.05	496 432.6	522 561

Según el valor total estimado de la población, la especie *P. costaricensis* probablemente estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, sin embargo, debe tomarse en cuenta el grado de fragmentación de los bosques donde se encuentra esta especie según su condición de especie dioica.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *P. costaricensis* expresada de forma gráfica fue representada solamente por dos individuos en las clases diamétricas entre 30-40 y 70-80 cm. A continuación, en la siguiente figura se ilustra su comportamiento estructural.

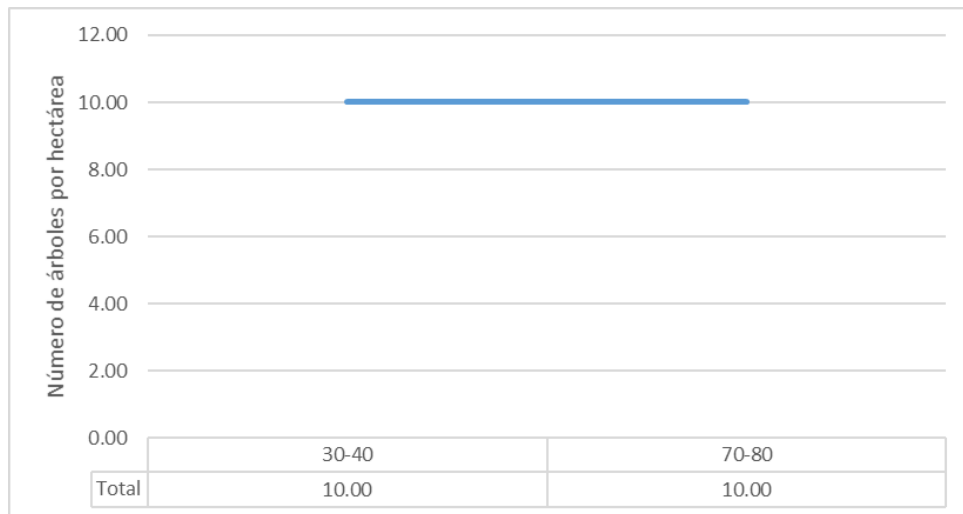


Figura 116. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Podocarpus costaricensis*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

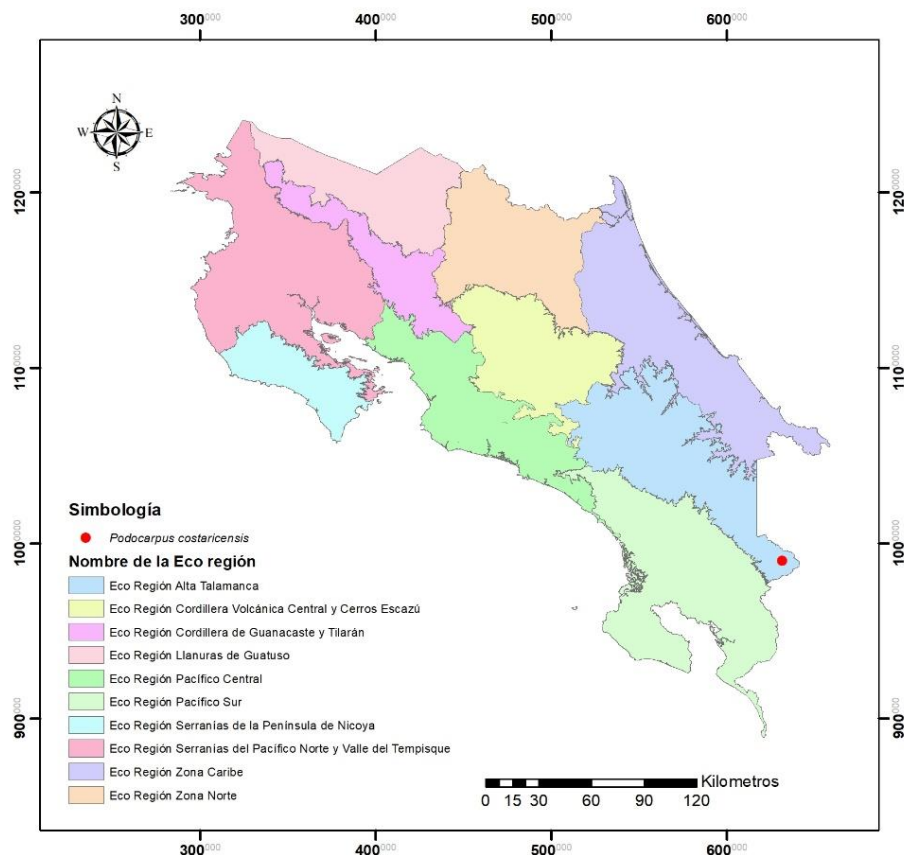


Figura 117. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Podocarpus costaricensis*.

4.2.36 *Podocarpus guatemalensis* Standl.

Nombres vernáculos: Cipresillo

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 108. Pacífico Sur y Ecorregión 111. Zona Norte**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.23) *Cerros El Jardín y Chaparrón y otros*; (ZF.14) *Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Golfito, hasta los 500 msnm*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *P. guatemalensis* corresponde a 490 197.1 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie dioica.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Zoócora.

Otro: Alimento para aves.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 110. Abundancia total de *Podocarpus guatemalensis* y área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Podocarpus guatemalensis</i>	0.60	490 197.1	13 064

Según el valor total estimado de la población, la especie *P. guatemalensis* probablemente estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, sin embargo, debe tomarse en cuenta el grado de fragmentación de los bosques donde se encuentra esta especie según su condición de especie dioica.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *P. guatemalensis* expresada de forma gráfica, presenta individuos en casi todas las clases diamétricas, sin embargo, no se muestra un comportamiento estructural de “J” invertida. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

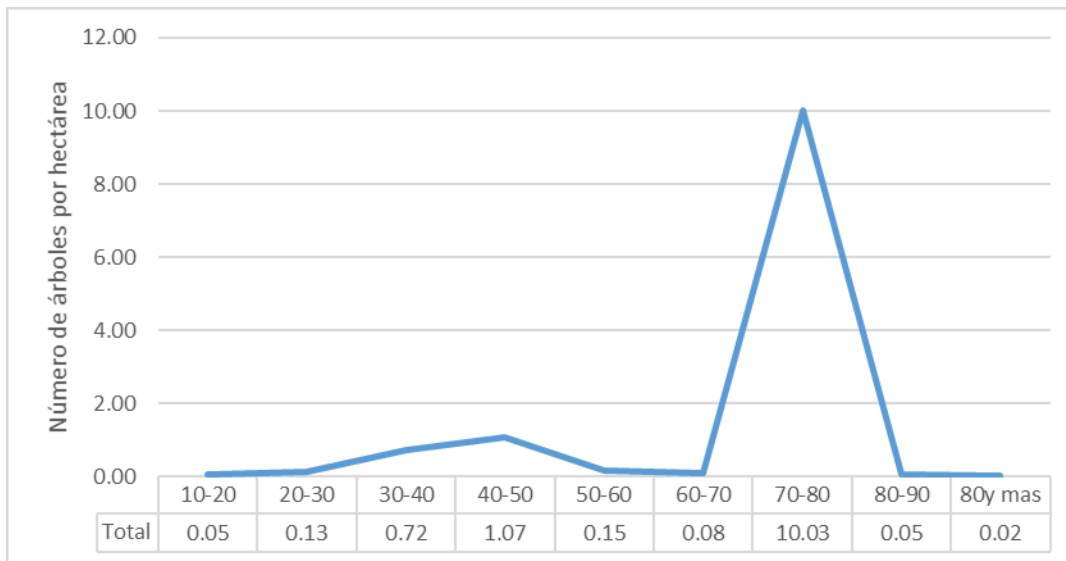


Figura 118. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Podocarpus guatemalensis*, según información procedente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

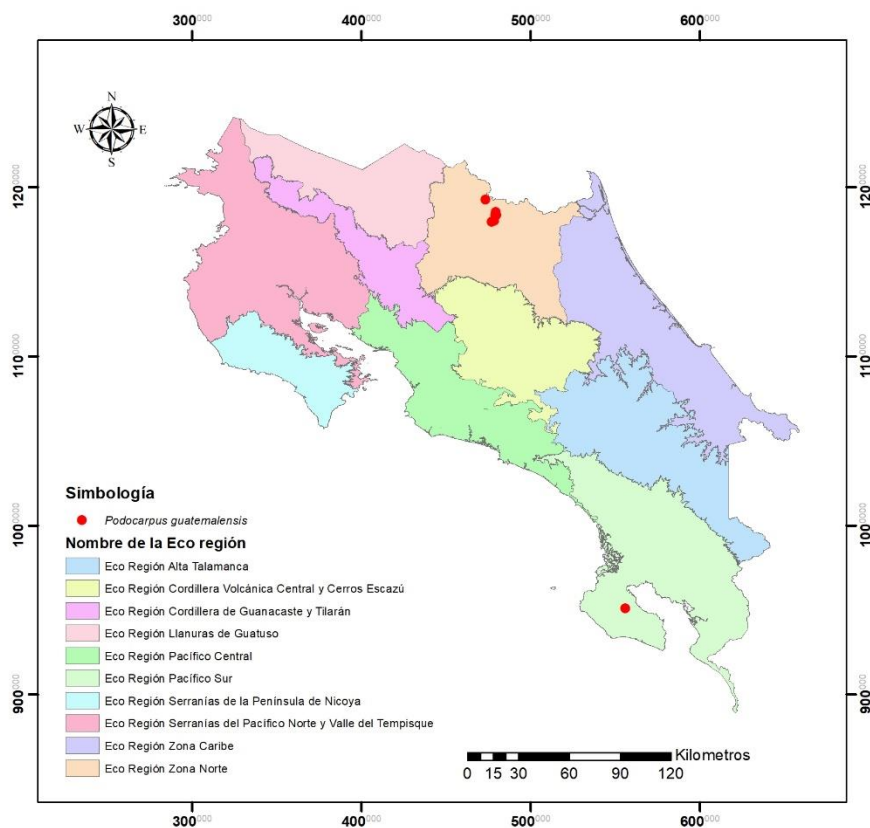


Figura 119. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Podocarpus guatemalensis*.

4.2.37 *Prioria copaifera* Griseb.

Nombre vernáculo: Cativo.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 105. Pacífico Central**; **Ecorregión 109. Zona Caribe**, más específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.51) *Bosque de Palmas de la Zona Caribe*; (ZF.21) *Llanuras del Caribe*; (ZF.10) *Muy Húmedo premontano transición a basal del Pacífico Central*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *P. copaifera* corresponde a 607 073.9 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Hidrocora.

Otro: Alimento para fauna.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 111. Abundancia total de la especie *Prioria copaifera* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Prioria copaifera</i>	14.06	607 073.9	1 263 530

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *P. copaifera* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita y contar con una estrategia de dispersión hidrocora tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *P. copaifera* expresada de forma gráfica, presenta un comportamiento estructural de forma de “J” invertida, con presencia de individuos en casi todas las clases diamétricas, principalmente inferiores. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

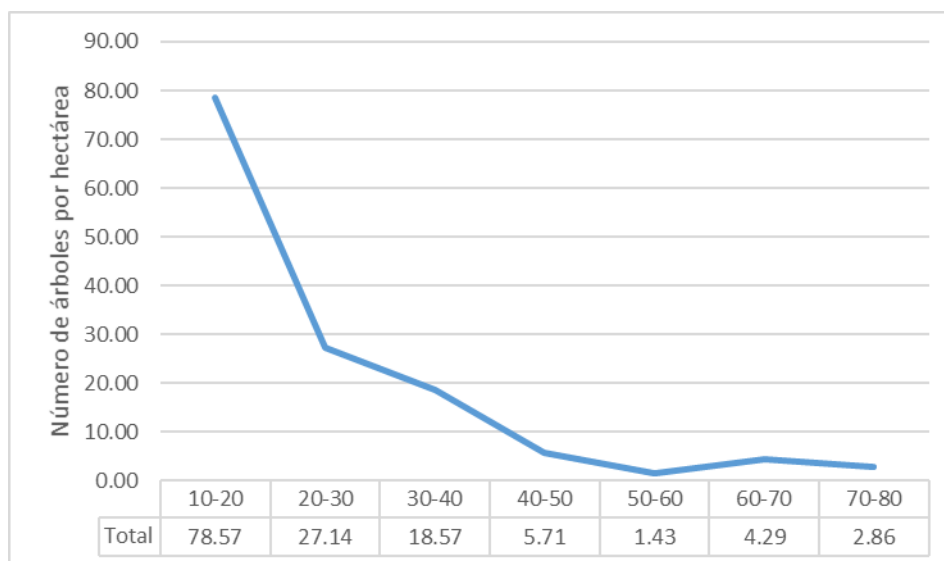


Figura 120. Distribución diamétrica de la abundancia total *Prioria copaifera*, según información procedente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

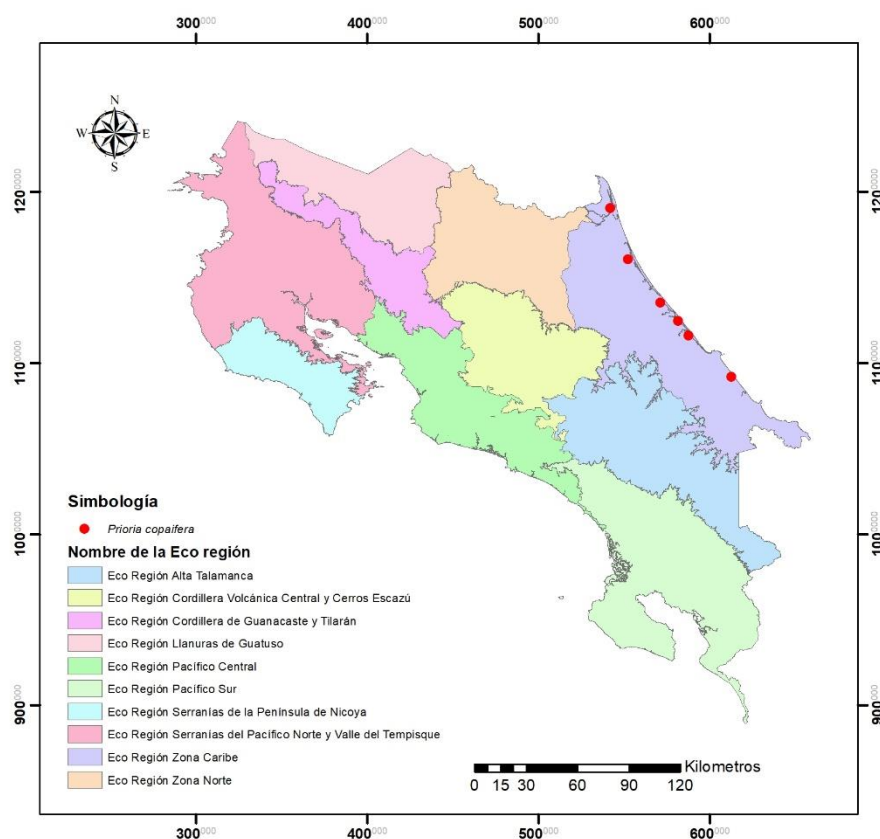


Figura 121. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Prioria copaifera*.

4.2.38 *Qualea paraensis* Ducke

Nombres vernáculos: Areno, masicarán, gorgojo.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 108. Pacífico Sur; Ecorregión 109. Zona Caribe; Ecorregión 111. Zona Norte**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.23) *Cerros El Jardín y Chaparrón y otros*; (ZF.14) *Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Golfito, hasta los 500 msnm*; (ZF.25) *Llanuras de San Carlos*; (ZF.24) *Llanuras de Sarapiquí*; (ZF.20) *Tierras Elevadas del Caribe, entre 100 y 700 msnm*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *Q. paraensis* corresponde a 869 256.0 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie monoica.

Polinización: Abejas.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

Otro: Loras y pericos se alimentan de frutos inmaduros

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 112. Abundancia total de la especie *Qualea paraensis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Qualea paraensis</i>	2.47	869 256.0	144 372

Cabe destacar que esta especie no se encuentra en ninguna categoría de amenaza descrita a nivel nacional ni por otras organizaciones.

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *Q. paraensis* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser monoica tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados, y al ser su estrategia de dispersión anemocora, tiende a mantener sus Poblaciones concentradas. Aunque depende de las abejas como su agente polinizador

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *Q. paraensis* expresada de forma gráfica, presenta gran cantidad de individuos en todas las clases diamétricas, formando un comportamiento estructural típico de “J” invertida, con mayor cantidad de individuos en las clases diamétricas menores. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

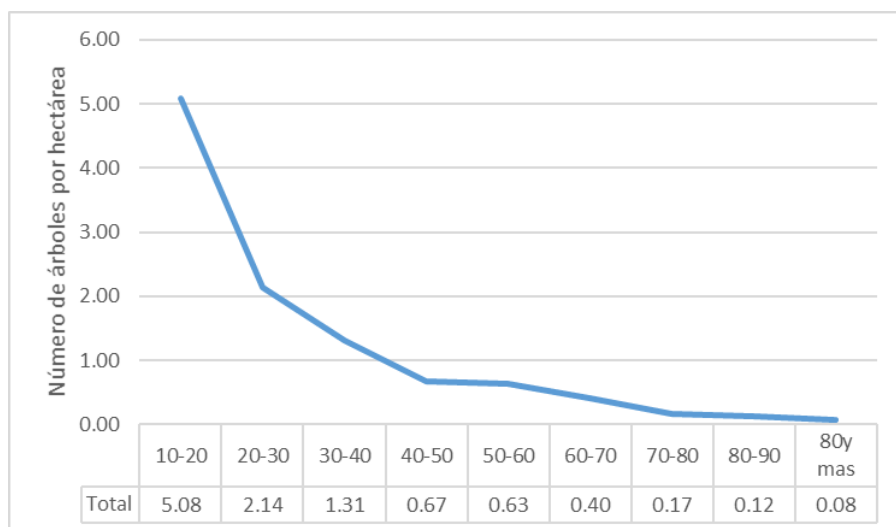


Figura 122. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Qualea paraensis*, según información procedente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

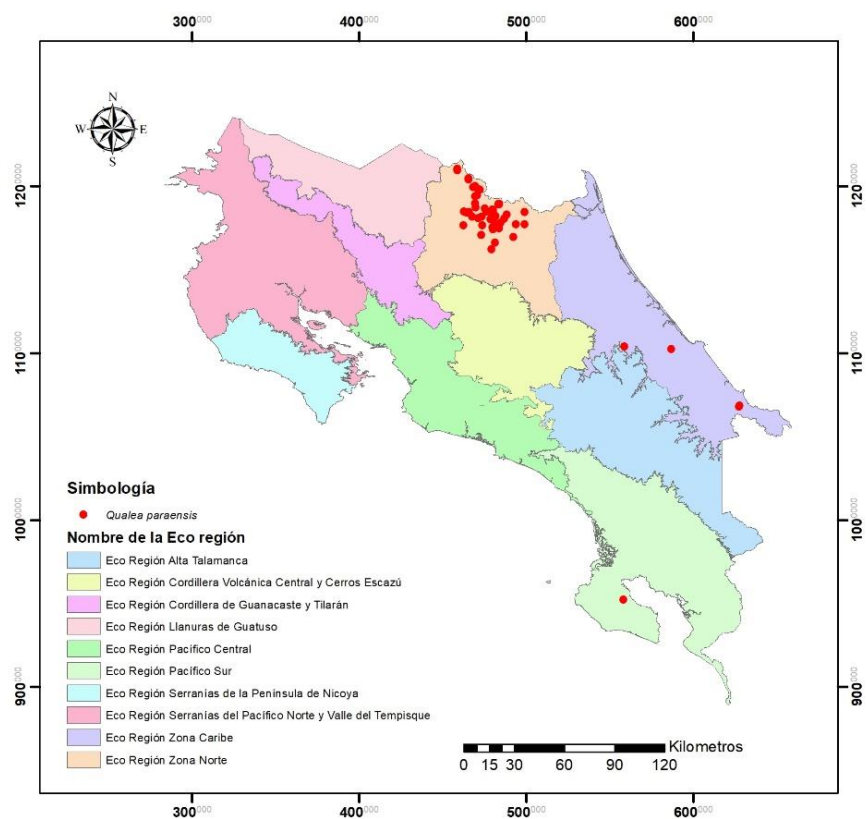


Figura 123. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Qualea paraensis*.

4.2.39 *Ruptiliocarpon caracolito* Hammel & n. Zamora

Nombre vernáculo: Caracolito, Cedro caracolito.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 110.Cordillera Volcánica Central y Cerros Escazú; Ecorregión 108.Pacífico Sur; Ecorregión 102.Serranías de la Península de Nicoya; Ecorregión 109.Zona Caribe; Ecorregión 111.Zona Norte**, más específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.08) Cerros del Centro de la Península de Nicoya; (ZF.23) Cerros El Jardín y Chaparrón y otros; (ZF.29) Cordillera Volcánica Central; (ZF.14)Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Golfito, hasta los 500 msnm; (ZF.25) Llanuras de San Carlos; (ZF.24) Llanuras de Sarapiquí; (ZF.21) Llanuras del Caribe; (ZF.20) Tierras Elevadas del Caribe, entre 100 y 700 msnm.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *R. caracolito* corresponde a 1 170 848.3 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie dioica.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Zoócora.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 113. Abundancia total de la especie *Ruptiliocarpon caracolito* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Ruptiliocarpon caracolito</i>	0.31	1 170 848.3	24 748

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *R. caracolito* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, sin embargo, debe tomarse en cuenta el grado de fragmentación de los bosques donde se encuentra esta especie según su condición de especie dioica.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *R. caracolito* expresada de forma gráfica, presenta la tendencia de un comportamiento estructural de “J” invertida, con presencia de individuos en casi todas las clases diamétricas principalmente en las menores. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

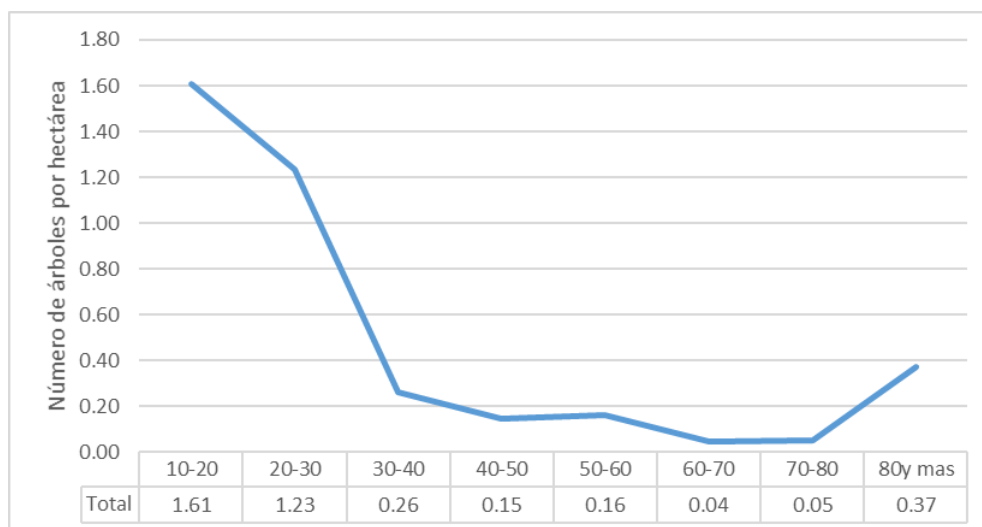


Figura 124. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Ruptiliocarpon caracolito*, según información procedente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

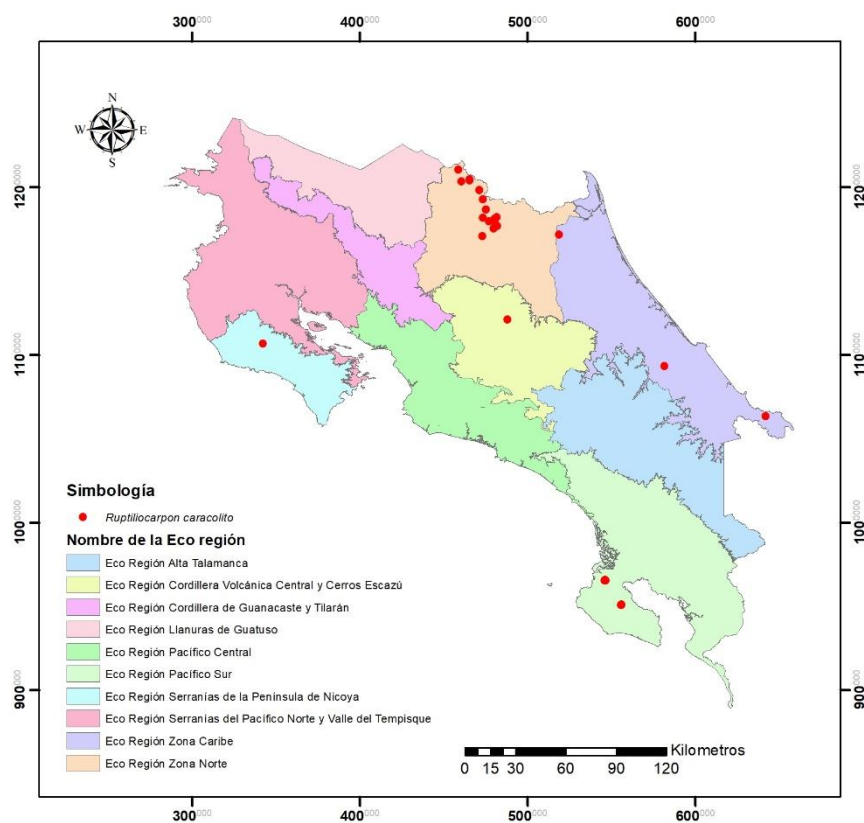


Figura 125. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Ruptiliocarpon caracolito*.

4.2.40 *Sacoglottis trichogyna* Cuatrec.

Nombres vernáculos: Titor, danto plumillo, campana, campano, colmena, colmillo, cucaracho danto, erizo, lorito, rosita, terciopelo.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 109.Zona Caribe; Ecorregión 111.Zona Norte**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.23) *Cerros El Jardín y Chaparrón y otros*; (ZF.25) *Llanuras de San Carlos*; (ZF.110) *Llanuras de San Carlos, Tierras elevadas*; (ZF.24) *Llanuras de Sarapiquí*; (ZF.21) *Llanuras del Caribe*; (ZF.109) *Llanuras del Gaspar*; (ZF.22) *Tierras Elevadas de la Zona Norte, entre 100 y 700 msnm*; (ZF.20) *Tierras Elevadas del Caribe, entre 100 y 700 msnm*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *S. trichogyna* corresponde a 559 357.5 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Aves y roedores.

Otro: Alimento para fauna (*Ara ambigua*) y mamíferos.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 114. Abundancia total de la especie *Sacoglottis trichogyna* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Sacoglottis trichogyna</i>	1.13	559 357.5	74 516

Cabe destacar que esta especie no se encuentra en ninguna categoría de amenaza descrita a nivel nacional ni por otras organizaciones.

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *S. trichogyna* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados, aunque depende de aves y roedores como su agente dispersor.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *S. trichogyna* expresada de forma gráfica, presenta gran cantidad de individuos en todas las clases diamétricas, formando un comportamiento estructural típico de “J” invertida, con mayor cantidad de individuos en las clases diamétricas menores. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

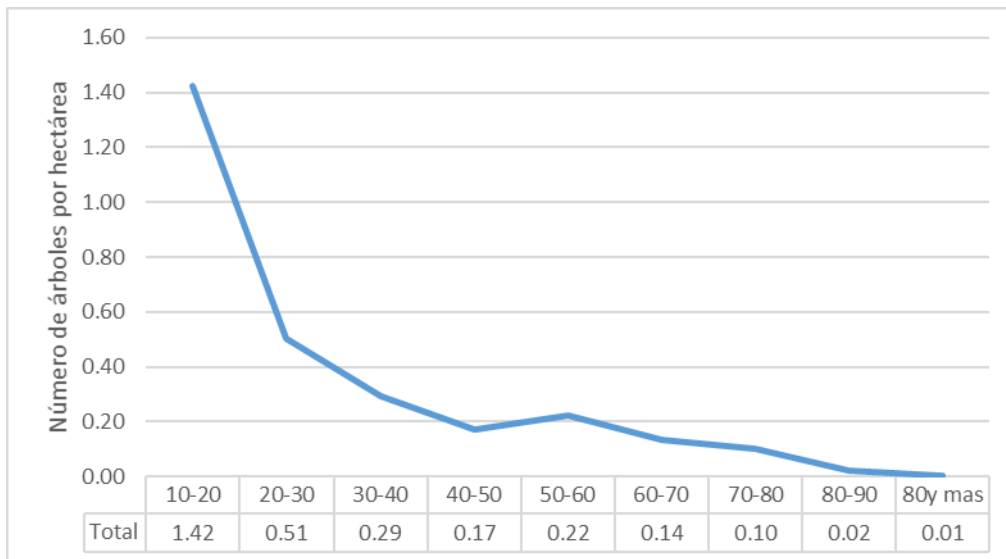


Figura 126. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Sacoglottis trichogyna*, según información procedente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

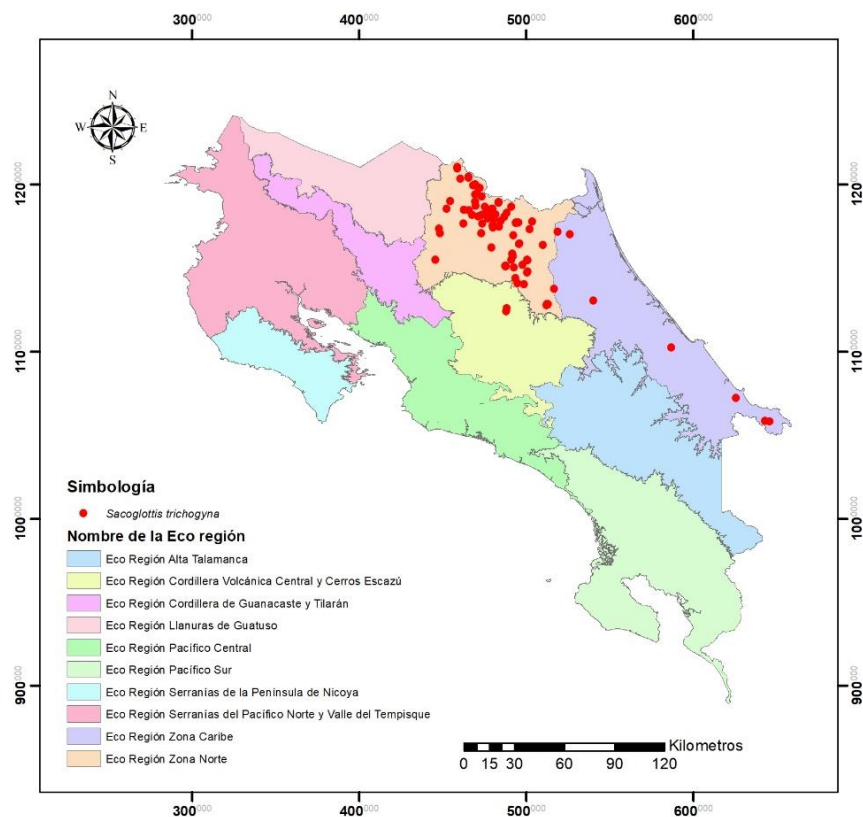


Figura 127. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Sacoglottis trichogyna*.

4.2.41 *Sideroxylon capiri* (A.Dc.) Pittier

Nombres vernáculos: Tempisque, danto amarillo.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 110.Cordillera Volcánica Central y Cerros Escazú; Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso; Ecorregión 101.Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque; Ecorregión 111.Zona Norte**, más específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.23) *Cerros El Jardín y Chaparrón y otros*; (ZF.29) *Cordillera Volcánica Central*; (ZF.112) *Cuenca del río Tempisque-Lomas*; (ZF.2) *Laderas y Cerros de Guanacaste-Laderas Altas de la Cordillera de Guanacaste*; (ZF.03) *Laderas y Cerros de Guanacaste-Laderas bajas Cordillera de Guanacaste y Nicoya*; (ZF.26) *Llanuras de Guatuso*; (ZF.25) *Llanuras de San Carlos*; (ZF.110) *Llanuras de San Carlos, Tierras elevadas*; (ZF.24) *Llanuras de Sarapiquí*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *S. capiri* corresponde a 845 332.3 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Abejas pequeñas.

Modo de dispersión de semillas: Desconocido.

Otro: Alimento para guatusas, venado cola blanca y monos.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 115. Abundancia total de la especie *Sideroxylon capiri* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Sideroxylon capiri</i>	0.27	845 332.3	31 325

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *S. capiri* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados, aunque depende de las abejas como su agente polinizador.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *S. capiri* expresada de forma gráfica, presenta un comportamiento estructural tendiendo a la formación de una “J” invertida, con presencia de individuos en casi todas las clases diamétricas principalmente las menores y un pico de árboles en las clases diamétricas a partir de 60 cm. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

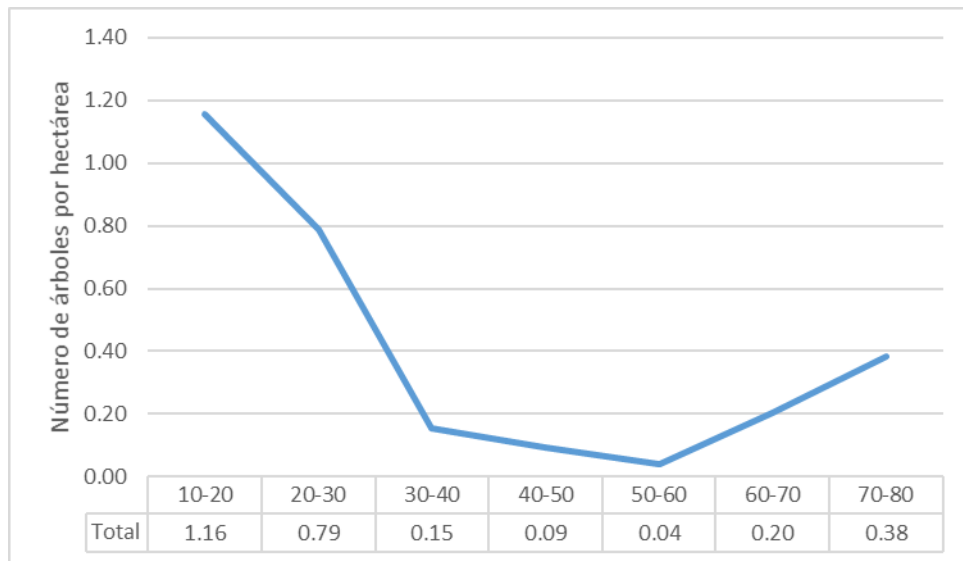


Figura 128. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Sideroxylon capiri*, según información procedente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

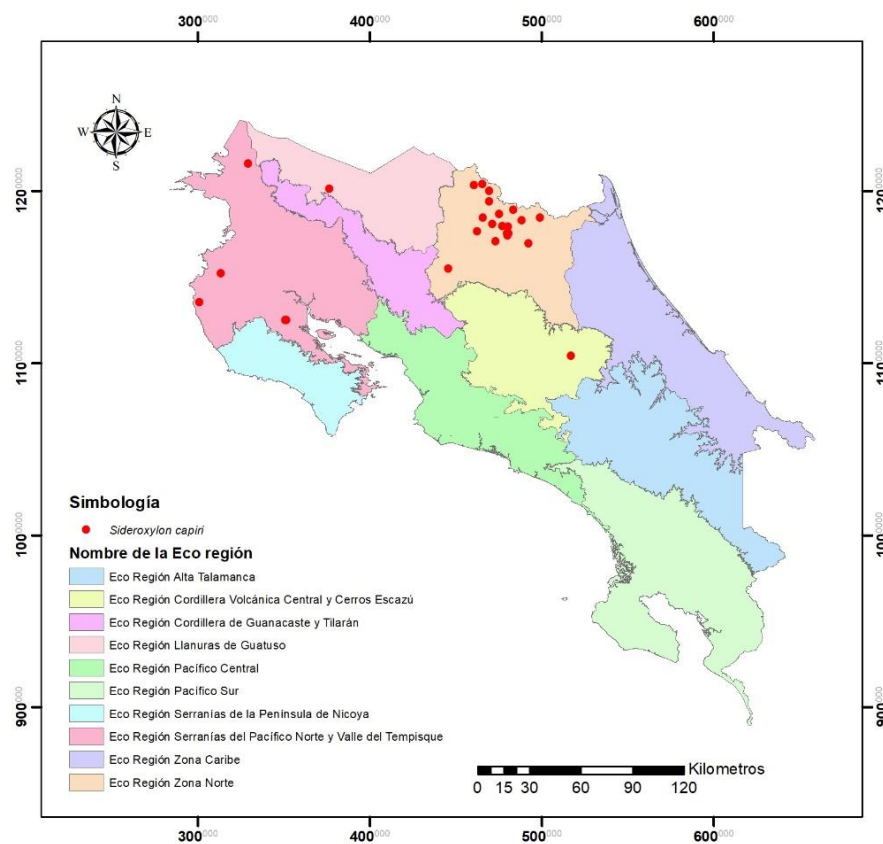


Figura 129. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Sideroxylon capiri*.

4.2.42 *Swietenia macrophylla king*

Nombres vernáculos: Caoba, cahoa.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 105. Pacífico Central; Ecorregión 102. Serranías de la Península de Nicoya; Ecorregión 101. Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.11) *Bosque submontano del Pacífico Central*; (ZF.08) *Cerros del Centro de la Península de Nicoya*; (ZF.05) *Laderas y Cerros de Guanacaste-Cerros del Norte de la Península Nicoya*; (ZF.2) *Laderas y Cerros de Guanacaste-Laderas Altas de la Cordillera de Guanacaste*; (ZF.01) *Península de Santa Elena*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *S. macrophylla* corresponde a 770 202.1 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie monoica, con flores hermafroditas (monoclino-monoicas).

Polinización: Abejas.

Modo de dispersión de semillas: Anemocora.

Otro: Semillas consumidas por roedores, problemas con la larva de la mariposa *Hypsipyla grandella*, que se alimenta de tallos jóvenes.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 116. Abundancia total de la especie *Swietenia macrophylla* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Swietenia macrophylla</i>	0.83	770 202.1	109 489

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *S. macrophylla* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser una especie monoclino-monoicas y tener una estrategia de dispersión anemócora tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados, aunque depende de las abejas como su agente polinizador.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *S. macrophylla* expresada de forma gráfica, presenta individuos en varias clases diamétricas sin tener tendencia a un comportamiento estructural típico de “J” invertida. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

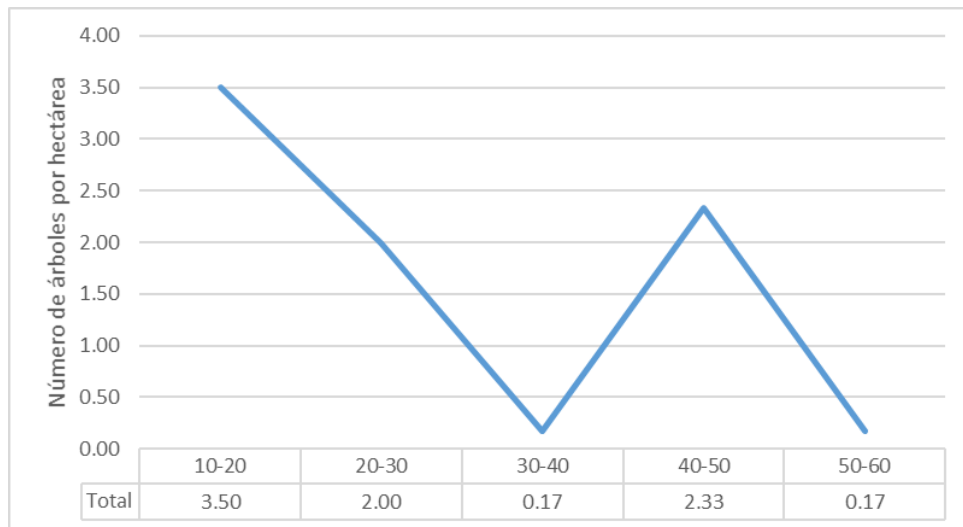


Figura 130. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Swietenia macrophylla*, según información procedente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

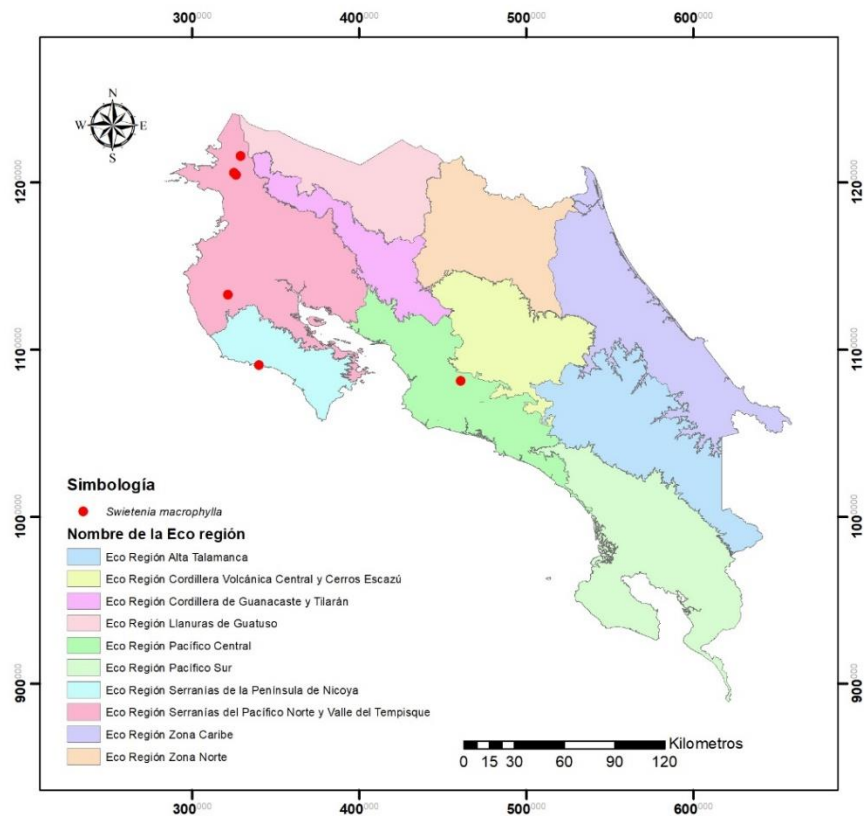


Figura 131. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Swietenia macrophylla*.

4.2.43 *Tachigali costaricensis* (N. Zamora & Poveda) N. Zamora & Van Der Werff

Nombre vernáculo: Tostado.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 110.Cordillera Volcánica Central y Cerros Escazú; Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso; Ecorregión 105.Pacífico Central; Ecorregión 109.Zona Caribe; Ecorregión 111.Zona Norte**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.23) *Cerros El Jardín y Chaparrón y otros*; (ZF.29) *Cordillera Volcánica Central*; (ZF.26) *Llanuras de Guatuso*; (ZF.25) *Llanuras de San Carlos*; (ZF.24) *Llanuras de Sarapiquí*; (ZF.21) *Llanuras del Caribe*; (ZF.10) *Muy Húmedo premontano transición a basal del Pacífico Central*; (ZF.22) *Tierras Elevadas de la Zona Norte, entre 100 y 700 msnm*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *T. costaricensis* corresponde a 1 048 665.8 ha y algunas de las características ecológicas son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 117. Abundancia total de la especie *Tachigali costaricensis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Tachigali costaricensis</i>	0.75	1 048 665.8	62 868

La especie *T. costaricensis* está en el Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE, sin embargo, esta especie es abundante en la Ecorregión 111.Zona Norte referida a su nombre anterior (*Sclerolobium costaricense*), pero más aún en la Zona forestal 23. Cerros El Jardín, Chaparrón y otros. Este es un caso en que el manejo de una especie forestal que es abundante en una zona forestal o ecorregión se puede definir un lineamiento técnico para su aprovechamiento y para el resto de las zonas forestales o ecorregiones una restricción de corta (no aprovechar)

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *T. costaricensis* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita y tener una estrategia de dispersión anemócora, tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *T. costaricensis* expresada de forma gráfica, presenta gran cantidad de individuos en todas las clases diamétricas inferiores, tendiendo a formar un comportamiento estructural típico de “J” invertida. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

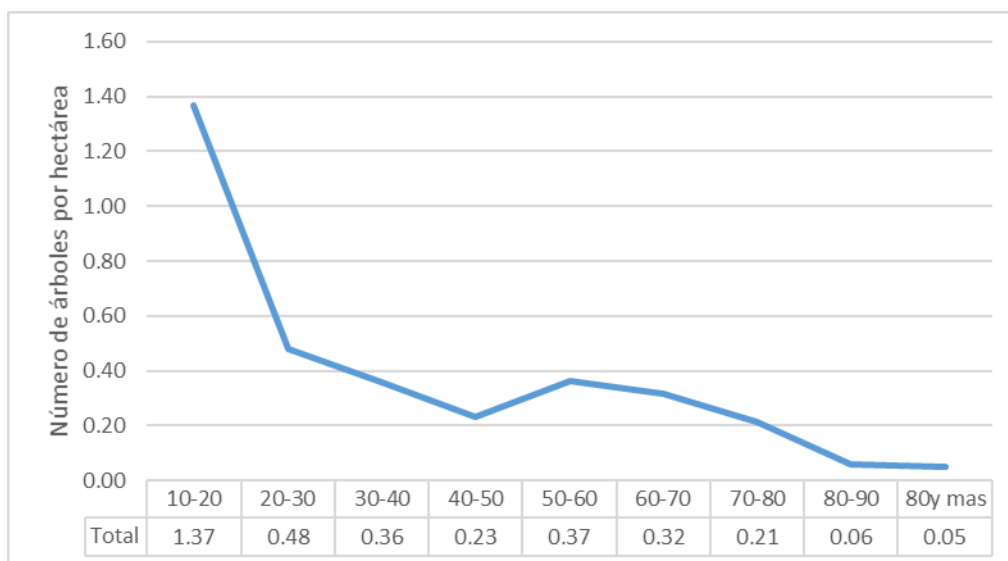


Figura 132. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Tachigali costaricensis*, según información procedente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

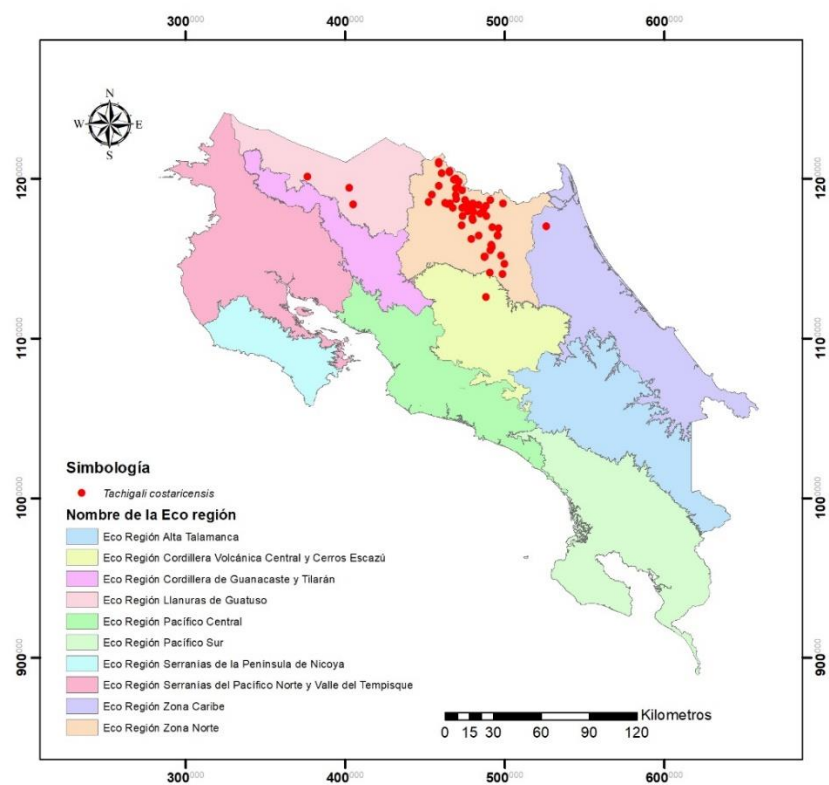


Figura 133. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Tachigali costaricensis*.

4.2.44 *Tachigali versicolor* Standl. & L.O. Williams

Nombres vernáculos: Alazán, pellejo de toro, plomo, reseco.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 105. Pacífico Central; Ecorregión 108. Pacífico Sur**, se localiza principalmente en la parte sur del país, más específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.12) *Bosque lluvioso del Pacífico Central*; (ZF.13) *Filas Costera, Cruces y Cal, Punta Burica*; (ZF.14) *Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Golfito, hasta los 500 msnm*; (ZF.106) *Tierras bajas inundables de la zona sur*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *T. versicolor* corresponde a 537 913.5 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 118. Abundancia total de la especie *Tachigali versicolor* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Tachigali versicolor</i>	0.39	537 913.5	40 666

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *T. versicolor* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita y tener una estrategia de dispersión anemócora, tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *T. versicolor* expresada de forma gráfica, presenta un comportamiento estructural tendiendo a formar una “J” invertida. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

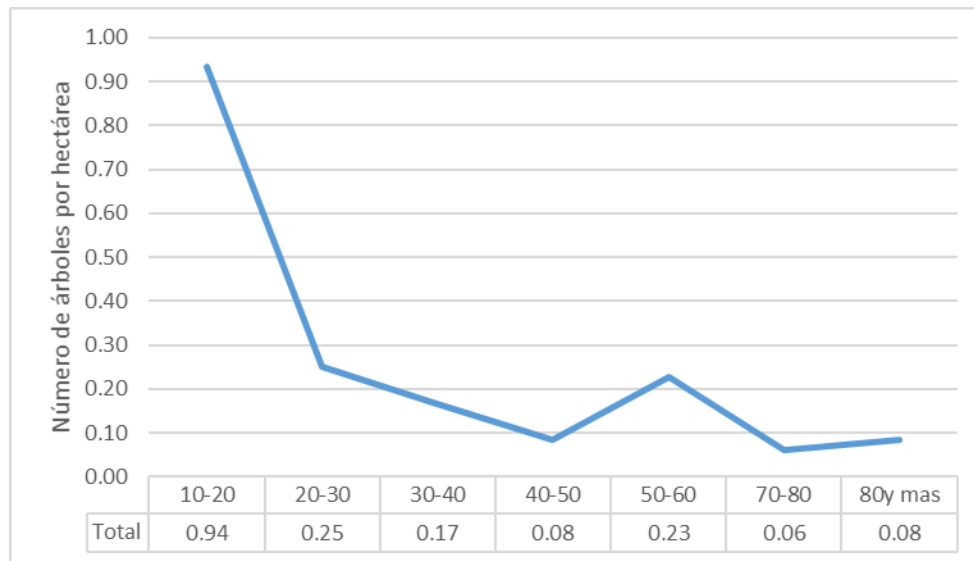


Figura 134. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Tachigali versicolor*, según información procedente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

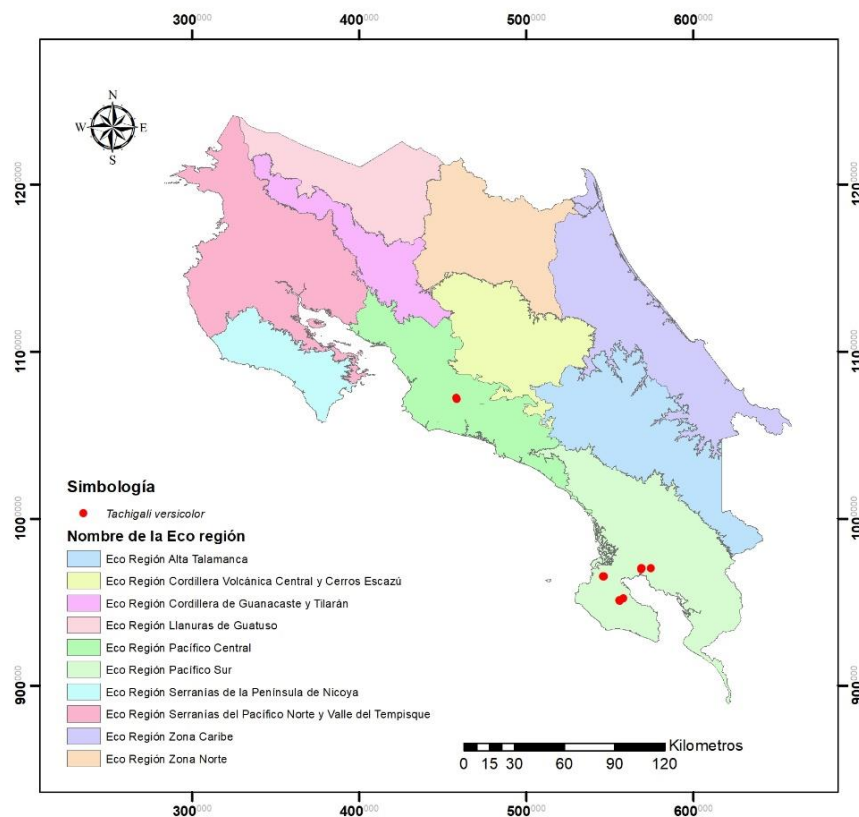


Figura 135. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Tachigali versicolor*.

4.2.45 *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel.) Exell

Nombres vernáculos: Roble coral, amarillo, amarillón, carbonero, cascarillo, escobo.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 110.Cordillera Volcánica Central y Cerros Escazú; Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso; Ecorregión 105.Pacífico Central; Ecorregión 108.Pacífico Sur; Ecorregión 109.Zona Caribe; Ecorregión 111.Zona Norte**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.12) *Bosque lluvioso del Pacífico Central*; (ZF.23) *Cerros El Jardín y Chaparrón y otros*; (ZF.29) *Cordillera Volcánica Central*; (ZF.15) *Cuenca media de los ríos Térraba y Coto Brus*; (ZF.13) *Filas Costera, Cruces y Cal, Punta Burica*; (ZF.14) *Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Golfito, hasta los 500 msnm*; (ZF.26) *Llanuras de Guatuso*; (ZF.25) *Llanuras de San Carlos*; (ZF.110) *Llanuras de San Carlos, Tierras elevadas*; (ZF.24) *Llanuras de Sarapiquí*; (ZF.21) *Llanuras del Caribe*; (ZF.109) *Llanuras del Gaspar*; (ZF.106) *Tierras bajas inundables de la zona sur*; (ZF.22) *Tierras Elevadas de la Zona Norte, entre 100 y 700 msnm*; (ZF.20) *Tierras Elevadas del Caribe, entre 100 y 700 msnm*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *T. amazonia* corresponde a 1 358 564.3 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Polinización entomófila, los agentes polinizadores son abejas de mediano tamaño.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

Otro: Alimento para fauna, loras, pericos, se alimentan de frutos inmaduros, oropéndola comen frutos, semillas. Los troncos huecos tienen colonias del género *Azteca*.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 119. Abundancia total de *Terminalia amazonia* y área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Terminalia amazonia</i>	0.94	1 358 564.3	77 945

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *T. amazonia* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita y tener una estrategia de dispersión anemócora, tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados, aunque depende de insectos y abejas como agentes polinizadores

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *T. amazonia* expresada de forma gráfica, presenta gran cantidad de individuos en todas las clases diamétricas, formando un comportamiento estructural típico de “J” invertida, lo cual destaca una buena recuperación en sus Poblaciones en los ecosistemas estudiados. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

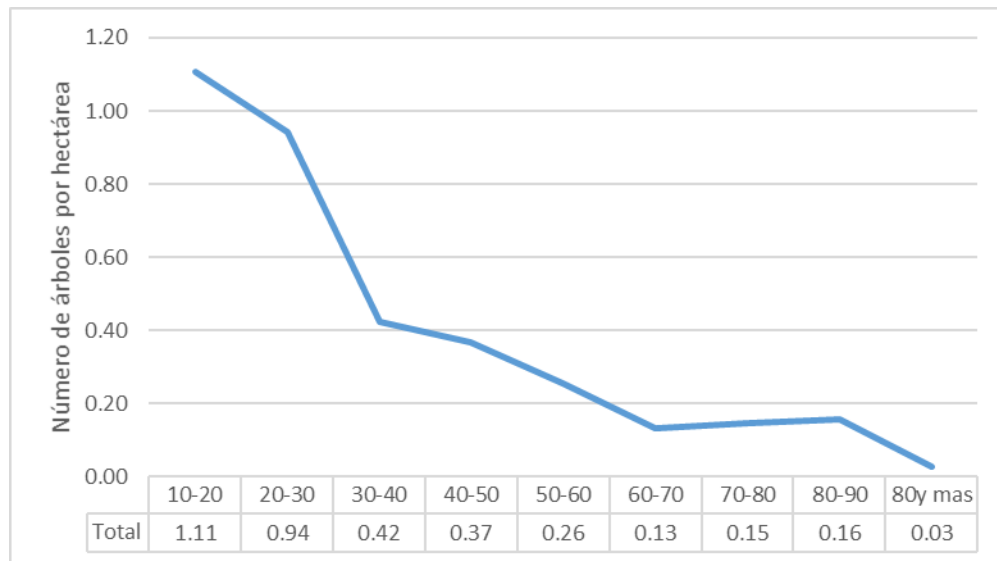


Figura 136. Distribución diamétrica de la abundancia total *Terminalia amazonia*, según información procedente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

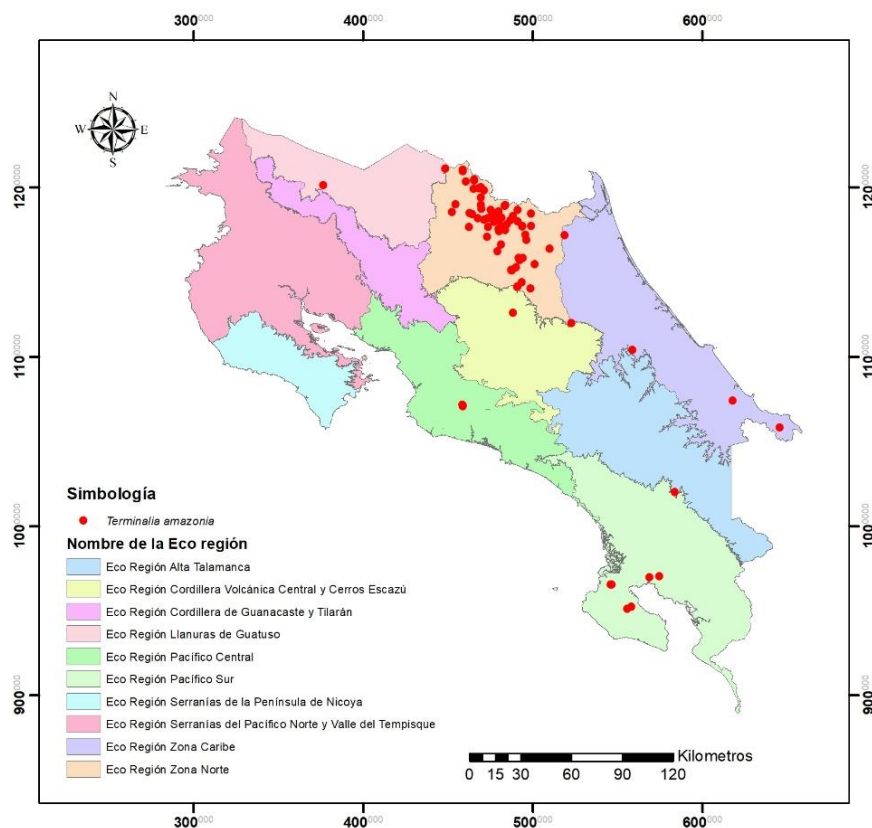


Figura 137. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Terminalia amazonia*.

4.2.46 *Vantanea occidentalis* cuatrec.

Nombre vernáculo: Lorito, chiricano.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 106.Zona Alta Talamanca; Ecorregión 110.Cordillera Volcánica Central y Cerros Escazú; Ecorregión 111.Zona Norte**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.23) Cerros El Jardín y Chaparrón y otros; (ZF.29) Cordillera Volcánica Central; (ZF.17) Estribaciones Bajas de la Cordillera de Talamanca, Vertiente Atlántica; (ZF.25) Llanuras de San Carlos; (ZF.24) Llanuras de Sarapiquí; (ZF.109) Llanuras del Gaspar; (ZF.22) Tierras Elevadas de la Zona Norte, entre 100 y 700 msnm.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *V. occidentalis* corresponde a 839 876.6 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Hermafrodita.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Desconocido.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 120. Abundancia total de la especie *Vantanea occidentalis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Vantanea occidentalis</i>	0.44	839 876.6	39 645

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *V. occidentalis* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita, tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *V. occidentalis* expresados de forma gráfica, presenta individuos en todas las clases diamétricas, tendiendo a formar un comportamiento estructural de “J” invertida. En las clases diamétricas 20-30 cm y 30-40 cm se esperaba contar con mayor de registros. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

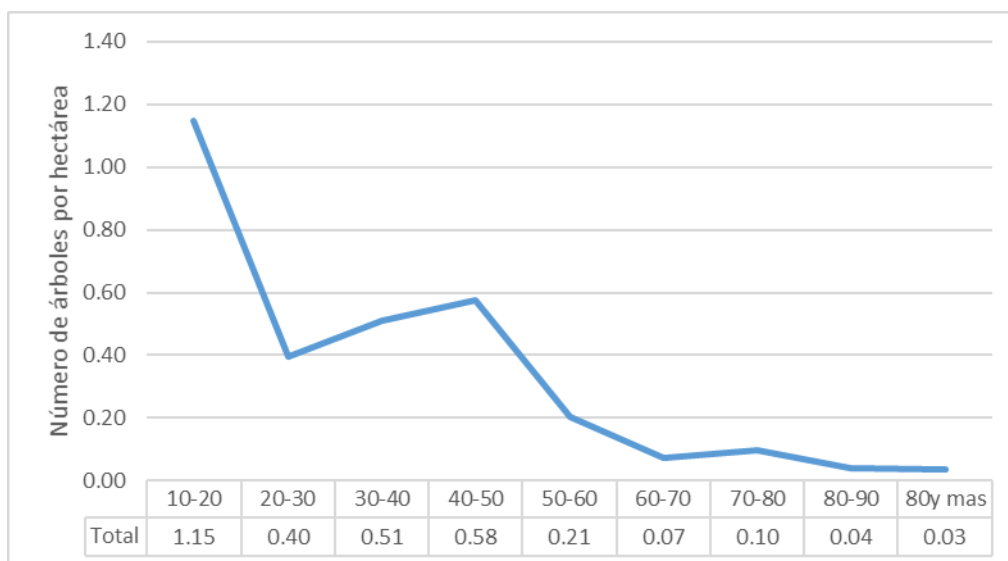


Figura 138. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Vantanea occidentalis*, según información procedente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

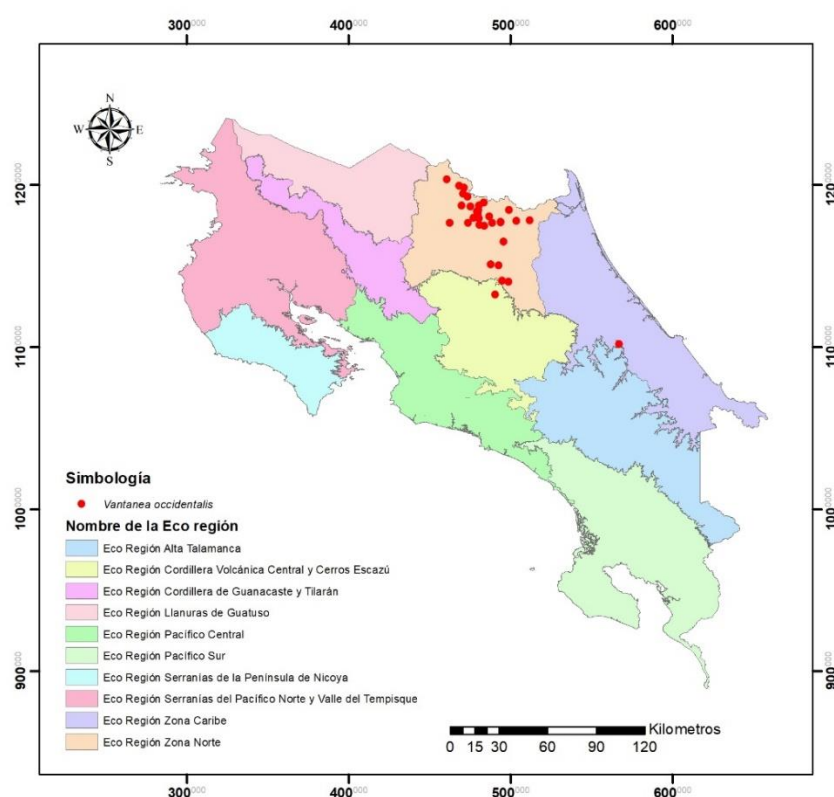


Figura 139. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Vantanea occidentalis*.

4.2.47 *Vatairea lundellii* (Standl.) Killip Ex Record

Nombres vernáculos: Cocobolo de San Carlos, amargo.

Esta especie se distribuye en la Ecorregión: **Ecorregión 111.Zona Norte**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.23) Cerros El Jardín y Chaparrón y otros; (ZF.25) Llanuras de San Carlos; (ZF.110) Llanuras de San Carlos, Tierras elevadas; (ZF.24) Llanuras de Sarapiquí.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *V. lundellii* corresponde a 180 298.6 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 121. Abundancia total de la especie *Vatairea lundellii* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Vatairea lundellii</i>	1.24	180 298.6	115 759

Cabe destacar que esta especie no se encuentra en ninguna categoría de amenaza descrita a nivel nacional ni por otras organizaciones.

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *V. lundellii* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita y tener una estrategia de dispersión anemócora, tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *V. lundellii* expresada de forma gráfica, presenta gran cantidad de individuos en todas las clases diamétricas, formando un comportamiento estructural tendiente a una “J” invertida. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

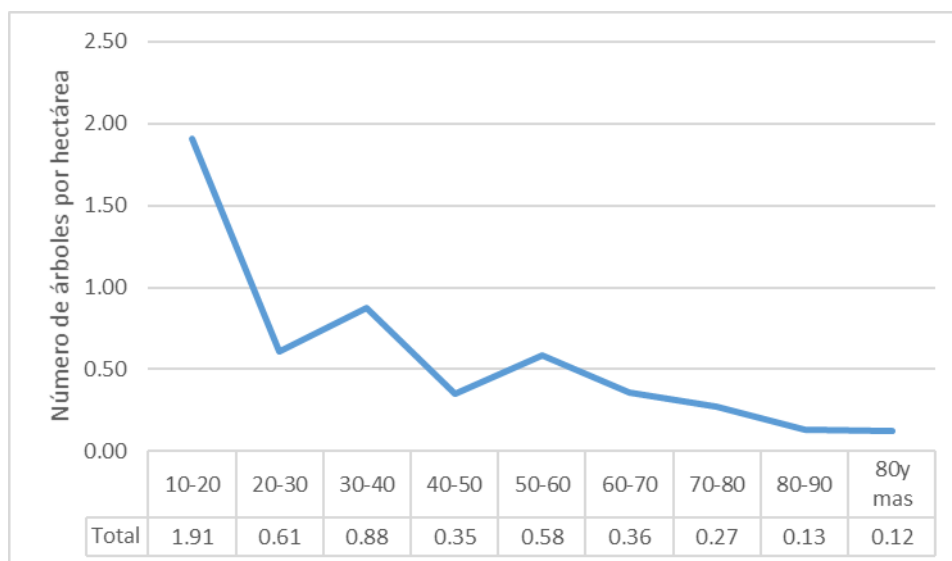


Figura 140. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Vatairea lundellii*, según información procedente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

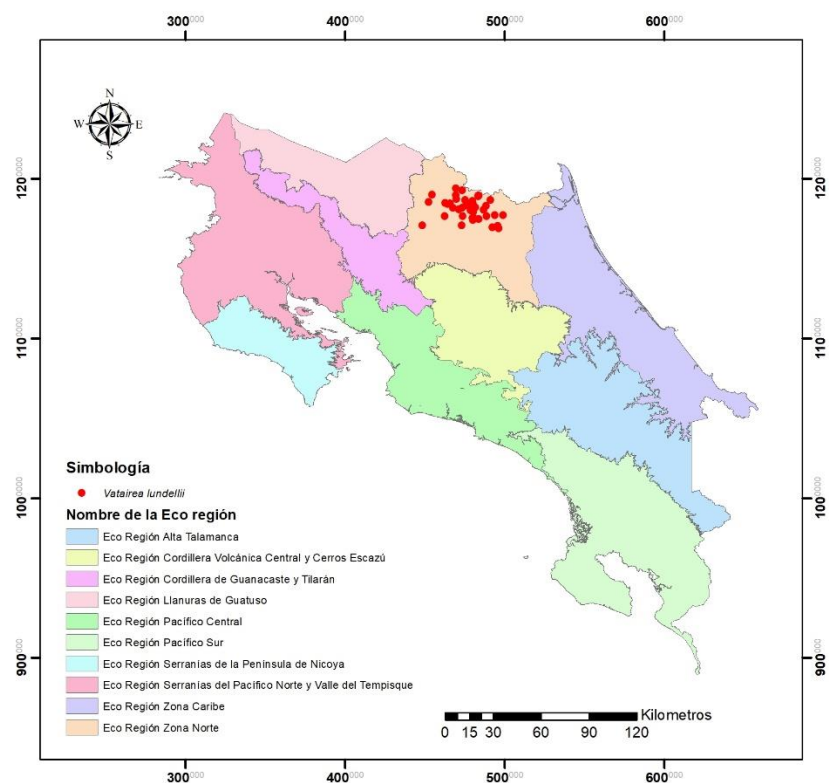


Figura 141. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Vatairea lundellii*.

4.2.48 *Virola sebifera* Aubl.

Nombres vernáculos: Fruta dorada, algodón, fruta, miguelario.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso; Ecorregión 105.Pacífico Central; Ecorregión 108.Pacífico Sur; Ecorregión 102.Serranías de la Península de Nicoya; Ecorregión 109.Zona Caribe; Ecorregión 111.Zona Norte**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.12) *Bosque lluvioso del Pacífico Central*; (ZF.08) *Cerros del Centro de la Península de Nicoya*; (ZF.23) *Cerros El Jardín y Chaparrón y otros*; (ZF.15) *Cuenca media de los ríos Térraba y Coto Brus*; (ZF.13) *Filas Costera, Cruces y Cal, Punta Burica*; (ZF.14) *Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Golfito, hasta los 500 msnm*; (ZF.26) *Llanuras de Guatuso*; (ZF.25) *Llanuras de San Carlos*; (ZF.110) *Llanuras de San Carlos, Tierras elevadas*; (ZF.24) *Llanuras de Sarapiquí*; (ZF.21) *Llanuras del Caribe*; (ZF.106) *Tierras bajas inundables de la zona sur*; (ZF.22) *Tierras Elevadas de la Zona Norte, entre 100 y 700 msnm*; (ZF.20) *Tierras Elevadas del Caribe, entre 100 y 700 msnm*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *V. sebifera* corresponde a 1 333 865.6 ha y algunas de las características ecológicas son:

Sistema de reproducción: Especie dioica.

Polinización: Diversos insectos pequeños.

Modo de dispersión de semillas: Lapas/aves frugívoras.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 122. Abundancia total de la especie *Virola sebifera* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Virola sebifera</i>	4.41	1 333 865.6	122 207

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *V. sebifera* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, sin embargo, debe tomarse en cuenta el grado de fragmentación de los bosques donde se encuentra esta especie según su condición de especie dioica, la cual depende de insectos para su polinización y de lapas y aves frugívoras como estrategia de dispersión.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *V. sebifera* expresada de forma gráfica, presenta gran cantidad de individuos en las clases diamétricas inferiores y una clara disminución de la abundancia en las clases diamétricas de 50 cm en adelante. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

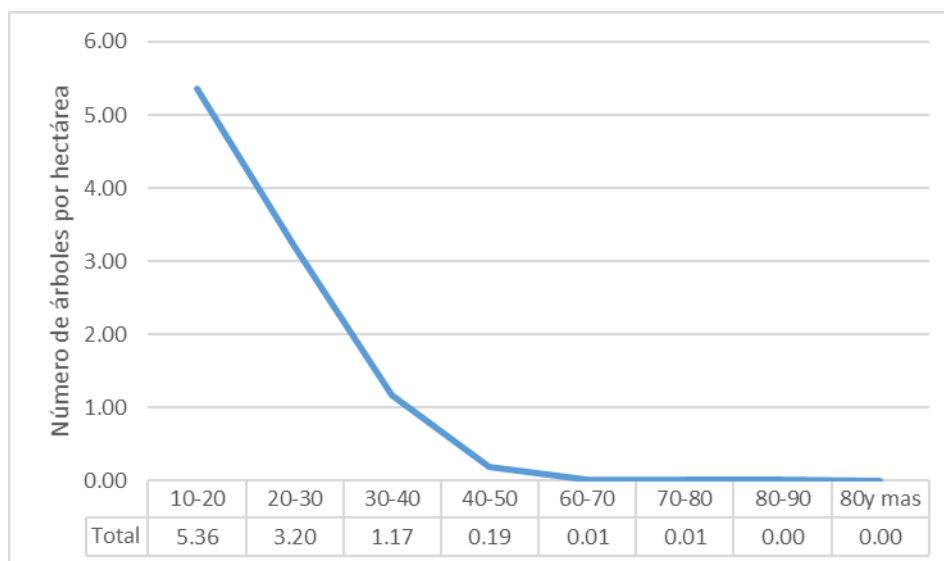


Figura 142. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Virola sebifera*, según información procedente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

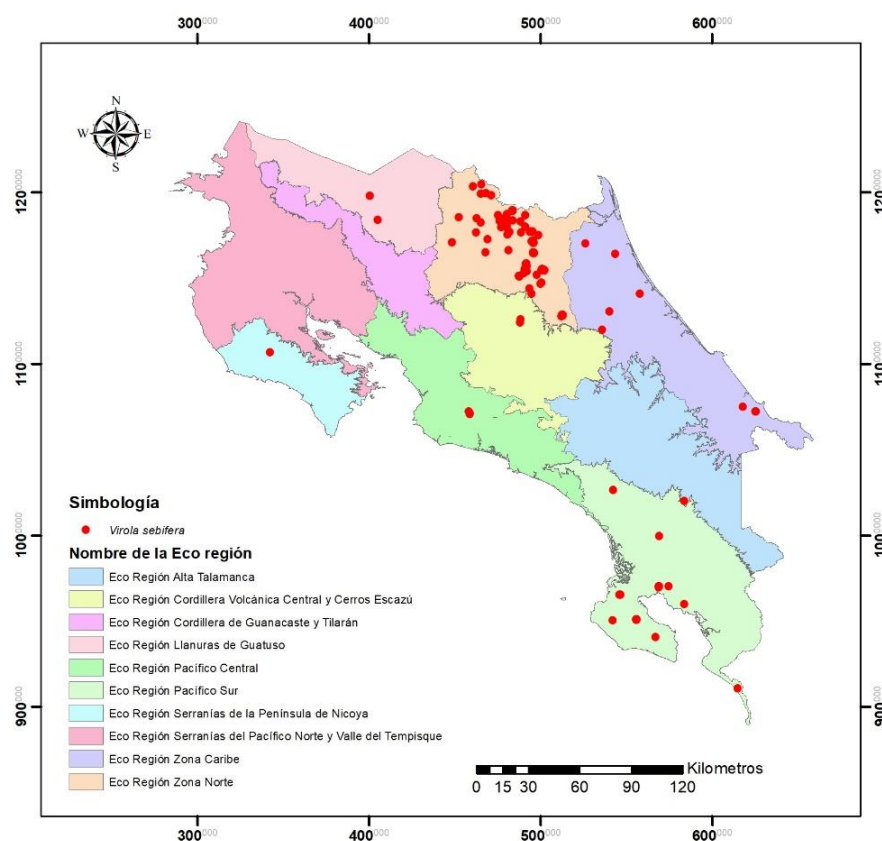


Figura 143. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Virola sebifera*.

4.2.49 *Vochysia ferruginea* Mart.

Nombres vernáculos: Botarrama, botarrama chanco, chanco colorado, flor de mayo, mayo, mayo colorado, mayo negro, palo de chanco, palo mayo, sebo.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 110.Cordillera Volcánica Central y Cerros Escazú; Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso; Ecorregión 105.Pacífico Central; Ecorregión 108.Pacífico Sur; Ecorregión 109.Zona Caribe; Ecorregión 111.Zona Norte**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.12) *Bosque lluvioso del Pacífico Central*; (ZF.23) *Cerros El Jardín y Chaparrón y otros*; (ZF.29) *Cordillera Volcánica Central*; (ZF.15) *Cuenca media de los ríos Térraba y Coto Brus*; (ZF.13) *Filas Costera, Cruces y Cal, Punta Burica*; (ZF.14) *Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Golfito, hasta los 500 msnm*; (ZF.26) *Llanuras de Guatuso*; (ZF.25) *Llanuras de San Carlos*; (ZF.110) *Llanuras de San Carlos, Tierras elevadas*; (ZF.24) *Llanuras de Sarapiquí*; (ZF.109) *Llanuras del Gaspar*; (ZF.106) *Tierras bajas inundables de la zona sur*; (ZF.22) *Tierras Elevadas de la Zona Norte, entre 100 y 700 msnm*; (ZF.20) *Tierras Elevadas del Caribe, entre 100 y 700 msnm*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *V. ferruginea* corresponde a 1 358 564.3 ha y algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita.

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 123. Abundancia total de la especie *Vochysia ferruginea* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Vochysia ferruginea</i>	7.08	1 358 564.3	499 270

Cabe destacar que esta especie no se encuentra en ninguna categoría de amenaza descrita a nivel nacional ni por otras organizaciones.

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *V. ferruginea* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser hermafrodita y tener una estrategia de dispersión anemócora, tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *V. ferruginea* expresada de forma gráfica, presenta gran cantidad de individuos en todas las clases diamétricas, formando un comportamiento estructural típico de “J” invertida. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

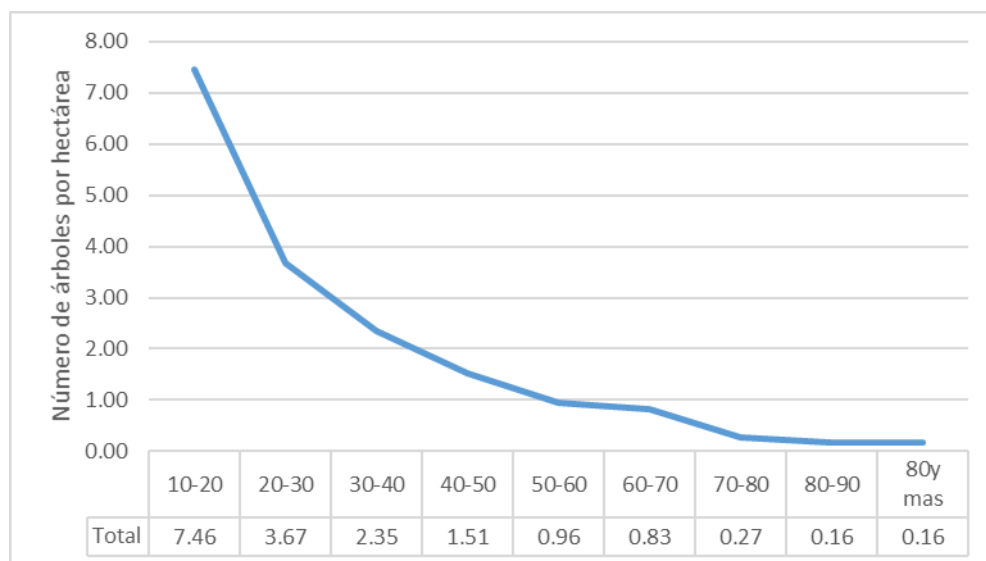


Figura 144. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Vochysia ferruginea*, según información procedente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

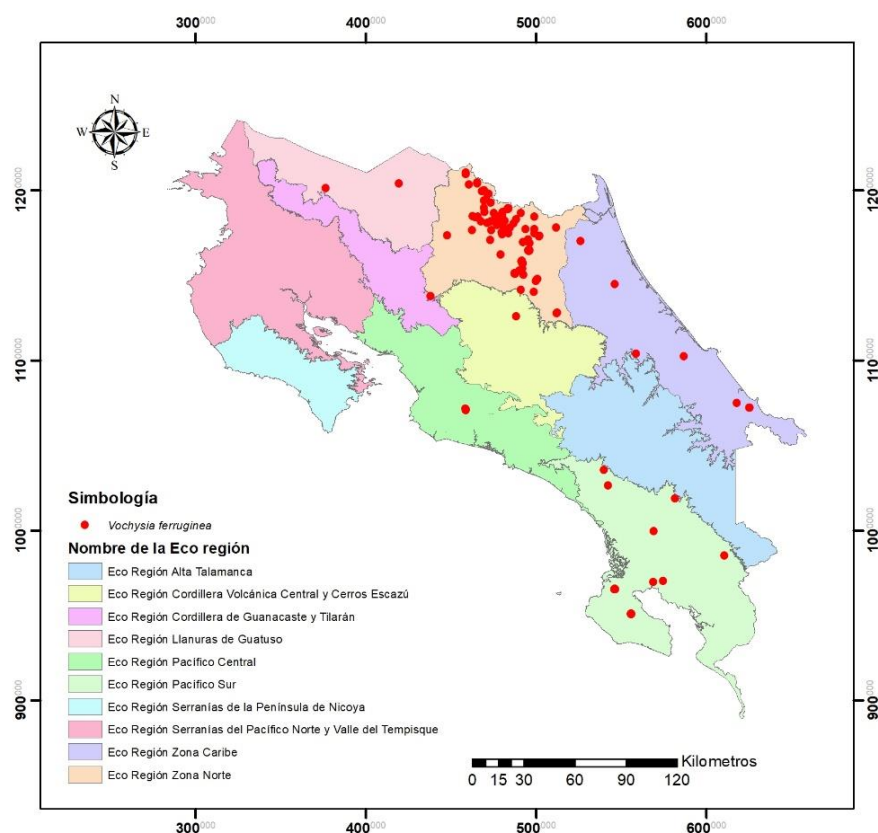


Figura 145. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Vochysia ferruginea*.

4.2.50 *Vochysia guatemalensis* Donn. Sm.

Nombres vernáculos: Chanco, cebo, barbachele, barbaschele, botarrama, chanco blanco, ira de agua, magnolia, mayo, mayo blanco, mayo negro, palo de mayo, palo de San Juan.

Esta especie se distribuye en las siguientes Ecorregiones: **Ecorregión 110.Cordillera Volcánica Central y Cerros Escazú; Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso; Ecorregión 108.Pacífico Sur; Ecorregión 109.Zona Caribe; Ecorregión 111.Zona Norte**, específicamente en las Zonas Forestales: (ZF.23) *Cerros El Jardín y Chaparrón y otros*; (ZF.29) *Cordillera Volcánica Central*; (ZF.15) *Cuenca media de los ríos Térraba y Coto Brus*; (ZF.13) *Filas Costera, Cruces y Cal, Punta Burica*; (ZF.14) *Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Golfito, hasta los 500 msnm*; (ZF.26) *Llanuras de Guatuso*; (ZF.25) *Llanuras de San Carlos*; (ZF.110) *Llanuras de San Carlos, Tierras elevadas*; (ZF.24) *Llanuras de Sarapiquí*; (ZF.22) *Tierras Elevadas de la Zona Norte, entre 100 y 700 msnm*; (ZF.20) *Tierras Elevadas del Caribe, entre 100 y 700 msnm*.

Según este estudio, el área de bosque a nivel de ecorregiones en la que se distribuye la especie *V. guatemalensis* corresponde a 1 130 549.4 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie monoica, con flores hermafroditas (monoclino-monoicas)

Polinización: Abejas (*Bombus*) y mariposas (*Riodinidae*).

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 124. Abundancia total de la especie *Vochysia guatemalensis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
<i>Vochysia guatemalensis</i>	0.50	1 130 549.4	44 453

Cabe destacar que esta especie no se encuentra en ninguna categoría de amenaza descrita a nivel nacional ni por otras organizaciones.

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *V. guatemalensis* estaría en capacidad de contener una población efectiva (> 500) de árboles reproductores no emparentados para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, además, esta especie al ser una especie monoclino-monoicas y tener una estrategia de dispersión anemócora tiene una mayor probabilidad de mantenerse en bosques fragmentados, aunque depende abejas y mariposas como su agente polinizador

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *V. guatemalensis* expresada de forma gráfica, presenta gran cantidad de individuos en todas las clases diamétricas, formando un comportamiento estructural tendiente a una “J” invertida. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

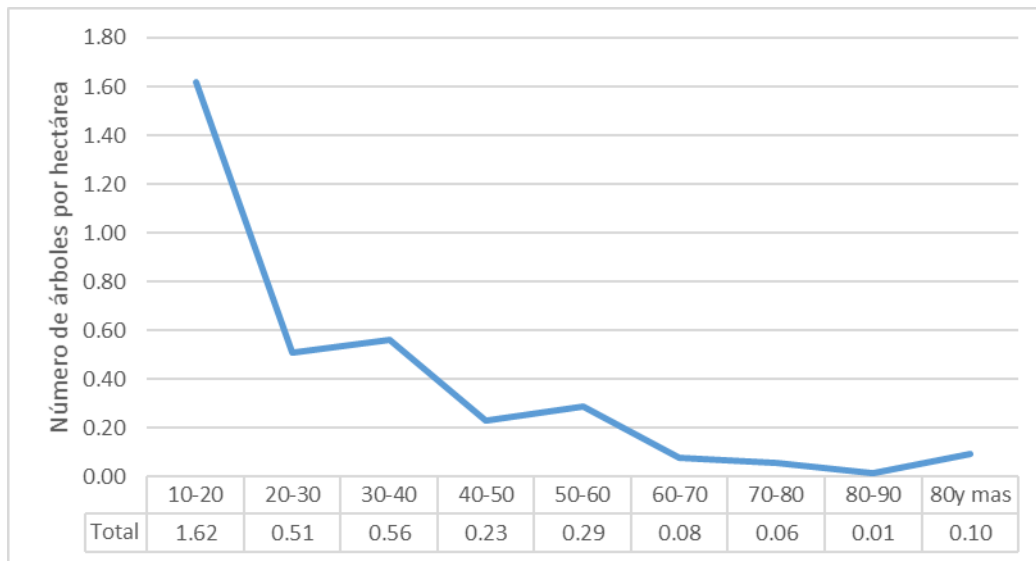


Figura 146. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Vochysia guatemalensis*, según información procedente del INF, PMF y PPM.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las parcelas en donde se registró esta especie.

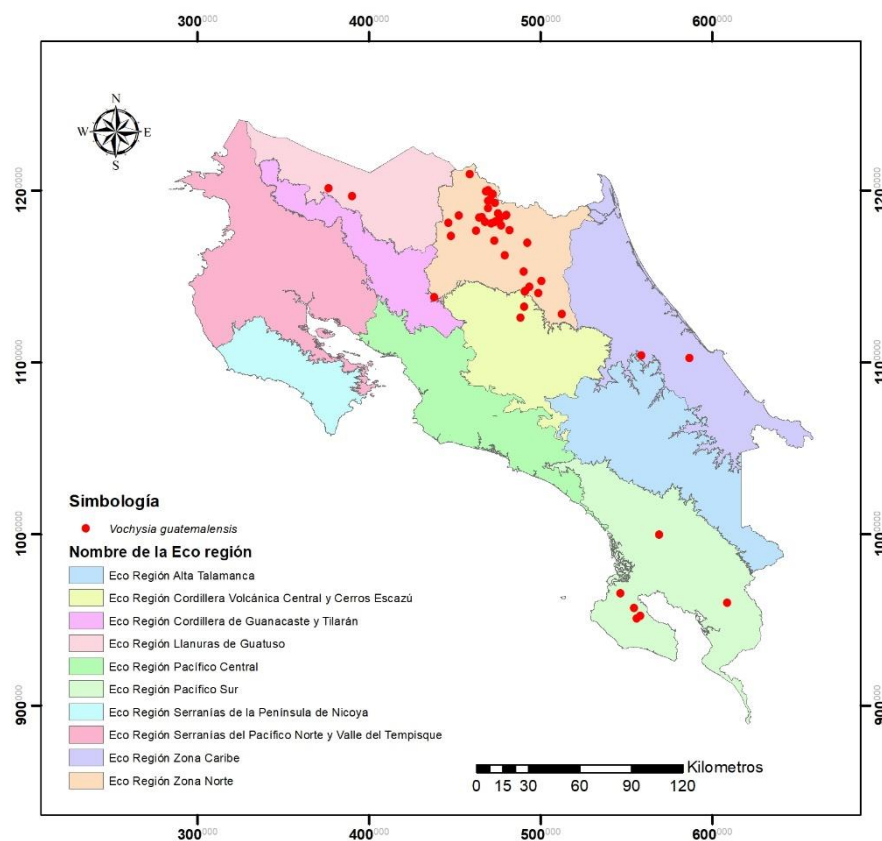


Figura 147. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Vochysia guatemalensis*.

5 Cuarto Producto. Descripción del estado de conservación de especies forestales, principalmente las declaradas en veda, las especies que se encuentran en el convenio CITES UICN y otros estudios en Costa Rica.

Se indica en el informe final del INF-CR que se encontraron 11 especies en peligro de extinción, 7 de ellas además incluidas en el Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE, lo que corresponde al 61,1% de las especies consideradas en esta categoría de conservación en la legislación de Costa Rica (18 especies); estas especies están presentes principalmente en los estratos Bosque secundario y Plantación forestal. Existen 2 especies catalogadas en peligro y 20 especies en la categoría de vulnerables, presentes principalmente en los estratos Bosque maduro y Bosque secundario. Las especies caracterizadas como amenazadas, encontradas fueron 16, presentes principalmente en Bosque de palmas y Bosque maduro. (Informe Nacional Forestal, 2014-1015)

Quesada (2001), menciona que actualmente los bosques sometidos al manejo forestal ya sean estos intervenidos o aprovechados por primera vez, el número de especies comerciales va a ser alto; teniendo como perjuicio el desconocimiento de la abundancia que tengan estas. Es importante conocer el comportamiento de las especies arbóreas que tradicionalmente han sido catalogadas como comerciales (Quesada, Castillo, Lobo y Barrantes, 2010), para tomar decisiones relacionadas al manejo forestal y la protección de estas.

En el año 1997 por medio del Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE (MINAE, 1997a), se estableció una veda total para el aprovechamiento de 18 especies arbóreas consideradas en peligro de extinción, mediante estudios de Jiménez (1993). Dicha norma hace mención que cada año la lista de especies vedadas debe ser revisada, para lograr así prolongar o revocar si se procede para algunas especies (Varela, 2002). Sin embargo, hasta la fecha esa lista nunca ha sido revisada ni actualizada, por otra parte, renovar listas para la protección de especies en lapsos de un año, es muy corto tiempo para proyectar una recuperación en los ecosistemas (Lizano, 2016).

Jiménez (1999b) incluye otras especies forestales en diferentes categorías: especie en peligro de extinción, especie amenazada, especie poco común. Seguidamente este mismo autor sugiere que es urgente vedar el aprovechamiento de por lo menos cinco maderables adicionales: *Peltogyne purpurea*, *Sideroxylon capiri*, *Minquartia guianensis*, *Lecythis ampla* y *Dalbergia retusa*, Jiménez (2015).

Quesada y Quirós (2003); y Castillo *et al.* (2007), mencionan que a nivel mundial se han realizado varias categorías para cuantificar y ubicar el grado de susceptibilidad de las especies; (The Nature Conservancy (TNC), el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUDA), la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), y (CITES) Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de Fauna y Flora Silvestre) éstas son:

Especies en peligro de extinción: Se reseña el peligro crítico de desaparición que puede tener una especie, debido a su escasez o rareza (5 o menos localidades conocidas y con muy pocos individuos); podría existir otro factor que la haga propensa a desaparecer del país, y su supervivencia es poco probable si continúan los factores causales (deforestación, explotación, etc.). Además, incluyen todas las especies reducidas numéricamente hasta un nivel crítico o cuyos hábitats han experimentado una drástica disminución (UICN 1978; TNC 1985; MINAE 1992).

Especie amenazada (vulnerable): Se refiere al peligro que sufre una especie debido a su rareza (6 a 20 localidades, pocos individuos), o por algún otro factor que la haga propensa a desaparecer del país. En el futuro esta especie podría pasar a la categoría anterior, en la que se incluyen aquellas Poblaciones que experimentan una disminución progresiva debido a una explotación excesiva, una extensa destrucción de su hábitat o a otras perturbaciones ambientales (UICN, 1978; TNC, 1985; CITES).

Jiménez (1993 y 1999), utilizó los siguientes parámetros biológicos para considerar el grado de amenaza de las especies arbóreas en Costa Rica:

- a. *Disminución del hábitat*: Deforestación, fragmentación de bosques, degradación genética.
- b. *Abundancia*: Número de individuos por cada especie.
- c. *Capacidad de regeneración*: Gremio ecológico, variabilidad genética.
- d. *Explotación actual*: Madera fina, índice de explotación.
- e. *Estado de protección*: Hábitat dentro o fuera de áreas protegidas.
- f. *Endemismo*: Distribución únicamente en el país.
- g. *Tamaño de población efectiva*: Intercambio y variabilidad genética, endogamia.
- h. *Especies dioicas o monoicas*: Una especie dioica presenta diversificación sexual, una monoica un mismo árbol produce flores femeninas y masculinas.
- i. *Polinización*: En el trópico los principales polinizadores son los insectos (abejas, abejones, abejorros, moscas y mariposas).
- j. *Dispersión*: La dispersión de semillas contribuye a uno de los mecanismos más importantes para asegurar la supervivencia de las especies.

Por otra parte, organizaciones como CITES, citado por Quesada y Quirós (2003) y Castillo *et al.* (2007), establece tres categorías para la protección de especies en sus conocidos Apéndices I, II y III, definiéndolos como:

- Apéndice I: Especies que estén bajo un peligro de extinción mayor, en parte por su utilización en el comercio.
- Apéndice II: Especies que, si bien no están amenazadas a tal grado como las que pertenecen al Apéndice I, pueden llegar a estarlo si no se toman medidas que restrinjan y condicionen su comercio internacional. Además, podrían incluirse las llamadas *especies similares*, es decir, aquellas que, a pesar de no estar amenazadas, por sus características físicas podrían confundirse con alguna que, si lo esté, salvo que se someta al estudio de algún especialista, razón por la cual se prefiere incluirla para evitar problemas de identificación.
- Apéndice III: Especies que se encuentran bajo algún régimen especial (aprovechamiento controlado o prohibición absoluta) en algunos de los países miembros de la Convención, pero que no se consideran amenazadas globalmente. Muchas especies de este Apéndice son comercializadas a lo interno de cada país.

En Costa Rica existen un decreto de veda: el Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE (MINAE, 1997) y dos decretos sobre *Dipteryx panamensis*: el Decreto Ejecutivo No. 25167-MINAE (MINAE, 1996a), relacionado a la restricción del aprovechamiento maderable y el Decreto Ejecutivo No. 25663-MINAE (MINAE, 1996b) para mantener la restricción de corta y aprovechamiento (Quesada, 2004).

En el presente cuadro se presentan las categorías de amenaza para las especies determinadas por organizaciones como UICN o el convenio CITES, así como el Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE de veda de especies a nivel nacional.

Cuadro 125. Categorías de amenaza de especies según varios entes.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	
Especies en peligro de extinción	CITES	5 o menos localidades conocidas y con muy pocos individuos
Especie amenazada (vulnerable)	CITES	6 a 20 localidades, pocos individuos
Extinto (ex)	UICN	Cuando no queda ninguna duda razonable de que el último individuo existente ha muerto
Extinto en estado silvestre (ew)	UICN	Cuando solo sobrevive en cultivo, en cautividad o como población (Poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original
En peligro crítico (cr)		
En peligro (en)	UICN	
Vulnerable (vu)	UICN	
Casi amenazado (nt)	UICN	
Preocupación menor (lc)	UICN	
Datos insuficientes (dd)	UICN	Cuando no hay datos suficientes para evaluarlo
No evaluado (ne)	UICN	Cuando no ha sido clasificado bajo los criterios
Vedada	DECRETO EJECUTIVO No. 25700-MINAE	Veda total de aprovechamiento de árboles

Para las 50 especies seleccionadas, entre ellas las especies incluidas en el Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE y otras especies consideradas maderables y de importancia a nivel nacional se presenta en resumen del número de estas que han sido catalogadas en algún momento con algún tipo de amenaza o peligro.

Cuadro 126. Número de especies por fuente de información que se encuentran categorizadas según CITES, UICN, Estrada *et al.* (2005), Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE, Jiménez (2009b).

FUENTE	CITES (2013)	UICN (2012)	ESTRADA <i>ET AL.</i> (2005)	DECRETO N°25700-MINAE	JIMÉNEZ (2009b)
INF	5	5	19	5	12
PPM	5	6	27	10	20
PMF	3	4	21	7	13
TOTAL¹⁰	5	7	31	12	22

Para el caso del INF se debe tomar en cuenta que para este estudio no se incluye los registros de Potreros Arbolados ni de Plantaciones.

Para las 50 especies seleccionadas para este análisis, los estudios de Estrada *et al.* (2005) y Jiménez (2009b) son los que más catalogan con algún tipo de amenaza para las especies seleccionadas.

Para cada una de las fuentes de información (INF, PPM, PMF) al menos una de las especies seleccionadas se encontraba en algún tipo de categoría de amenaza.

Cabe mencionar que, de los entes que han categorizado especies con algún tipo de amenaza, está totalmente prohibido su aprovechamiento en bosque natural maduro o secundario, las especies contenidas en el Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE y la especie *Dipteryx panamensis* (Pittier) Record & Mell que se

¹⁰ Total de especies encontradas para cada ente que las catalogó, las especies se pueden repetir entre las fuentes de información o entre los mismos entes, el total reportado es la cantidad de especies diferentes encontradas.

encuentra paralizado su aprovechamiento y transporte mediante la sentencia 2008-13426 de la Sala Constitucional.

En el Cuadro 127 se presenta para las especies seleccionadas, las categorías que se les ha dado por los distintos entes identificados.

En el documento de “Evaluación y Categorización del Estado de Conservación de plantas en Costa Rica” de Estrada *et al.* (2005), reportan como parte de la metodología de categorización, la población de cada especie en cuanto al número de ejemplares distintos depositados en los herbarios CR e INB.

Con base en los datos de las tres fuentes para este estudio, se presenta el número de árboles registrado por especie para cada una de ellas.

También se presenta en este cuadro las especies que no tienen ninguna categoría de amenaza actualmente, dentro de las 50 especies seleccionadas doce de ellas no tienen ninguna categoría de amenaza asociada y esto podría deberse en su mayoría a que son especies abundantes en los bosques.

Cuadro 127. Categorización de las especies identificadas con alguna amenaza, según fuentes citadas y cantidad de árboles registrados por especies por fuente de información de este estudio.

Nombre científico	Especie catalogada con amenaza	N° de Registros según Estrada <i>et al.</i> (2005)	N° de Registros en INF	N° de Registros en PMF	N° de Registros en PPM	Total, Registros por Especie	Valor total estimado de la Población (dap>30 cm)
<i>Anthodiscus chocoensis</i>	SI	No incluida	0	0	5	5	8 155
<i>Astronium graveolens</i>	SI	31	19	0	53	72	105 843
<i>Brosimum alicastrum</i>	NO	No incluida	14	420	27	461	94 461
<i>Buchenavia tetraphylla</i>	NO	No incluida	1	0	1	2	41 457
<i>Carapa guianensis</i>	NO	No incluida	29	952	365	1.346	329 765
<i>Caryocar costaricense</i>	SI	No incluida	3	3	6	12	119 368
<i>Caryodaphnopsis burgeri</i>	SI	22	0	1	5	6	2 375
<i>Cedrela odorata</i>	SI	25	16	11	15	42	48 701
<i>Cedrela salvadorensis</i>	SI	12	2	0	3	5	75 540
<i>Ceiba pentandra</i>	SI	22	4	37	6	47	18 374
<i>Copaifera aromatica</i>	SI	8	0	11	0	11	1 028
<i>Copaifera camibar</i>	SI	19	0	0	20	20	130 484
<i>Cordia gerascanthus</i>	SI	9	0	0	4	4	13 922
<i>Couratari guianensis</i>	SI	17	2	0	40	42	154 148
<i>Couratari scottmorii</i>	SI	15	0	5	1	6	2 106
<i>Dalbergia retusa</i>	SI	43	1	0	5	6	-
<i>Dialium guianense</i>	NO	No incluida	10	1.61	312	1.932	442 052
<i>Dipteryx panamensis</i>	SI	19	1	422	111	534	221 496
<i>Dussia macrophyllata</i>	SI	14	5	224	131	360	82 774
<i>Elaeoluma glabrescens</i>	SI	24	1	387	198	586	144 040
<i>Guaiaacum sanctum</i>	SI	27	0	0	0	0	-
<i>Humiriastrum diguense</i>	SI	42	0	50	48	98	45 904
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	NO	No incluida	12	118	47	177	67 506
<i>Hymenolobium mesoamericanum</i>	SI	9	0	21	10	31	6 061
<i>Manilkara chicle</i>	NO	No incluida	17	107	101	225	75 625
<i>Manilkara zapota</i>	NO	No incluida	0	6	19	25	26 572
<i>Minquartia guianensis</i>	SI	42	5	250	290	545	87 544
<i>Myroxylon balsamum</i>	SI	8	0	0	0	0	-
<i>Paramachaerium gruberi</i>	SI	5	0	0	0	0	-
<i>Parkia pendula</i>	SI	13	0	0	0	0	-

<i>Peltogyne purpurea</i>	SI	21	1	0	69	70	282 253
<i>Pentaclethra macroloba</i>	NO	No incluida	37	5.611	4.463	10.111	5 720 028
<i>Platymiscium parviflorum</i>	SI	14	1	2	0	1	-
<i>Platymiscium pinnatum</i>	SI	15	0	10	1	11	891
<i>Podocarpus costaricensis</i>	SI	7	2	0	0	2	522 561
<i>Podocarpus guatemalensis</i>	SI	20	1	14	6	23	13 064
<i>Prioria copaifera</i>	SI	22	97	0	0	97	1 263 530
<i>Qualea paraensis</i>	SI	No incluida	0	701	151	852	144 372
<i>Ruptiliocarpus caracolito</i>	SI	34	6	44	25	75	24 748
<i>Sacoglottis trichogyna</i>	SI	24	0	202	107	309	74 516
<i>Sideroxylon capiri</i>	SI	40	3	37	12	52	31 325
<i>Swietenia macrophylla</i>	SI	32	4	0	9	13	109 489
<i>Tachigali costaricensis</i>	SI	13	6	207	38	251	62 868
<i>Tachigali versicolor</i>	SI	17	0	3	18	21	40 666
<i>Terminalia amazonia</i>	SI	24	8	204	84	296	77 945
<i>Vantanea occidentalis</i>	NO	No incluida	1	95	31	127	39 645
<i>Vatairea lundellii</i>	SI	10	0	304	59	363	115 759
<i>Virola sebifera</i>	NO	No incluida	39	120	524	683	122 207
<i>Vochysia ferruginea</i>	NO	No incluida	30	1.711	591	2.332	499 270
<i>Vochysia guatemalensis</i>	NO	No incluida	5	150	25	180	44 453
TOTAL		719	383	14 049	8 036	22 469	11 534 889

Cuadro 128. Estado de conservación CITES, UICN, Estrada *et al.* (2005), Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE, Jiménez (2009b), y estado de la población para este estudio según Frankham, *et al.* (2002).

Nombre científico	Decreto Ejecutivo No. 25700- MINAE	UICN (2012)	Jiménez (2009b)	CITES (2013)	Estrada <i>et al.</i> (2005)	Ne > 500 Frankham, <i>et al.</i> (2002)
<i>Anthodiscus chocoensis</i>	Si		Especie en Peligro de Extinción			SI
<i>Astronium graveolens</i>			Especie amenazada		En Peligro	SI
<i>Brosimum alicastrum</i>						SI
<i>Buchenavia tetraphylla</i>						SI
<i>Carapa guianensis</i>						SI
<i>Caryocar costarricense</i>				APENDICE II		SI
<i>Caryodaphnopsis burgeri</i>	Si		Especie en Peligro de Extinción, Endémica.		En Peligro Crítico	SI
<i>Cedrela odorata</i>		VULNERABLE	Especie amenazada	APENDICE III	Vulnerable	SI
<i>Cedrela salvadorensis</i>	Si		Especie en Peligro de Extinción		En Peligro Crítico	SI
<i>Ceiba pentandra</i>					Vulnerable	SI
<i>Copaifera aromatica</i>			Especie amenazada con alto grado de pasar a la categoría de peligro de extinción		En Peligro	SI
<i>Copaifera camibar</i>	Si		Especie en Peligro de Extinción		En Peligro Crítico	SI
<i>Cordia gerascanthus</i>	Si		Especie en Peligro de Extinción		En Peligro Crítico	SI
<i>Couratari guianensis</i>			Especie amenazada		En Peligro	SI
<i>Couratari scottmorii</i>	Si		Especie en Peligro de Extinción		En Peligro Crítico	SI

<i>Dalbergia retusa</i>		VULNERABLE	Especie en Peligro de Extinción	APENDICE II	En Peligro	NO
<i>Dialium guianense</i>						SI
<i>Dipteryx panamensis</i>				APENDICE III	Vulnerable	SI
<i>Dussia macrophyllata</i>			Especie amenazada		Vulnerable	SI
<i>Elaeoluma glabrescens</i>					Vulnerable	SI
<i>Guaiacum sanctum</i>	Si	EN PELIGRO	Especie en Peligro de Extinción	APENDICE II	En Peligro Critico	NO
<i>Humirastrum diguense</i>			Especie amenazada		Vulnerable	SI
<i>Hyeronima alchorneoides</i>						SI
<i>Hymenolobium mesoamericanum</i>	Si		Especie en Peligro de Extinción		En Peligro Critico	SI
<i>Manilkara chicle</i>						SI
<i>Manilkara zapota</i>						SI
<i>Minquartia guianensis</i>		CASI AMENAZADA	Especie amenazada		Vulnerable	SI
<i>Myroxylon balsamum</i>	Si		Especie en Peligro de Extinción		En Peligro Critico	NO
<i>Paramachaerium gruberi</i>	Si		Especie en Peligro de Extinción		En Peligro Critico	NO
<i>Parkia pendula</i>	Si		Especie en Peligro de Extinción		En Peligro	NO
<i>Peltogyne purpurea</i>			Especie amenazada		Vulnerable	SI
<i>Pentaclethra macroloba</i>						SI
<i>Platymiscium parviflorum</i>	Si				En Peligro Critico	NO
<i>Platymiscium pinnatum</i>	Si	PREOCUPACION MENOR	Especie en Peligro de Extinción		En Peligro Critico	SI<1000
<i>Podocarpus costaricensis</i>	Si				En Peligro Critico	SI
<i>Podocarpus guatemalensis</i>	Si	PREOCUPACION MENOR			En Peligro Critico	SI
<i>Prioria copaifera</i>		VULNERABLE	Especie amenazada		Vulnerable	SI
<i>Qualea paraensis</i>			Especie amenazada			SI
<i>Ruptiliocarpum caracolito</i>					Vulnerable	SI
<i>Sacoglottis trichogyna</i>					Vulnerable	SI
<i>Sideroxylon capiri</i>			Especie amenazada		En Peligro	SI
<i>Swietenia macrophylla</i>	Si	VULNERABLE	Especie en Peligro de Extinción	APENDICE II	En Peligro Critico	SI
<i>Tachigali costaricensis</i>	Si		Especie en Peligro de Extinción, Endémica.		En Peligro	SI
<i>Tachigalia versicolor</i>			Especie amenazada		En Peligro	SI
<i>Terminalia amazonia</i>					Vulnerable	SI
<i>Vantanea occidentalis</i>						SI
<i>Vatairea lundellii</i>					Vulnerable	SI
<i>Virola sebifera</i>						SI
<i>Vochysia ferruginea</i>						SI
<i>Vochysia guatemalensis</i>						SI

Para este estudio, no se obtuvo ningún árbol registrado dentro de las fuentes para las siguientes cuatro especies: *Guaiacum sanctum*, *Myroxylon balsamum*, *Paramachaerium gruberi* y *Parkia pendula*, estas especies tienen una población muy baja a nivel nacional y por ello la probabilidad de que se hubieran registrado en el INF era muy baja y por ello no pudieron identificarse ningún individuo de estas especies.

En el producto 7 se presentará la clasificación del estado de conservación para cada una de las especies con base en los resultados obtenidos para este estudio, esta clasificación se realizará por colores con base en la abundancia por hectárea promedio para cada especie y el valor de la población total de árboles esperada según el área de la zona en que fue registrada.

Tomando en cuenta los 110 176 registros de las tres fuentes de datos (INF, PMF, PPM) para este estudio, se presenta la aparición de las especies clasificadas por Estrada 2005 y Jiménez 2009b con algún grado de amenaza. Como se indicó en el párrafo inicial de este producto, para el INF se encontraron: 11 especies en peligro de extinción, 7 de ellas además incluidas en el Decreto Ejecutivo N° 25700-MINAE, 2 especies catalogadas en peligro y 20 especies en la categoría de vulnerables y 16 especies caracterizadas como amenazadas. Se debe considerar al comparar los datos del Cuadro 129 que los datos del INF originalmente incluyen todos los tipos de uso (potreros arbolados y reforestación) y hasta el nivel de unidad de muestreo secundaria. Y para este estudio solo se utilizó información de Bosque Maduro, Bosque secundario, Bosque de Palmas y Rodales de Mangle y solo a nivel de unidad de muestreo primaria, por lo que se puede observar una reducción del número de especies en algún tipo de categoría.

Cuadro 129. Cantidad de especies con alguna categoría de conservación, encontradas en las tres fuentes (INF, PMF, PPM) para este estudio.

Categoría			Especies encontradas sólo en INF	Especies encontradas en las fuentes de este estudio (INF*, PMF, PPM)
En peligro de extinción			11	9
Decreto	Ejecutivo	No.	7	12
25700-MINAE				
En peligro crítico			0	3
En peligro			2	3
Vulnerable			20	20
Amenazada			16	17
Casi amenazada			0	1
Preocupación menor			0	1
Sin clasificación de amenaza			---	1 589

*Para el INF en este estudio se tomó la información de Bosque Maduro, Secundario, de Palmas y Rodales de Mangle y además solamente la información de la unidad de manejo primaria

**Algunas especies repiten entre alguna categoría de amenaza y estar incluida en el Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE

6 Quinto Producto. Mapeo de los índices del estado Poblacional de las especies arbóreas registradas en el INF, PPM y PMF.

Con base en la información de las 439 parcelas, las cuales contienen un total de 110 176 registros, se realizó un análisis de abundancia para bosques maduros y bosques secundarios. Los resultados de este análisis se presentan gráficamente en los mapas de la Figura 148 y Figura 149 representando para cada Ecorregión el número de árboles por hectárea (índice Poblacional).

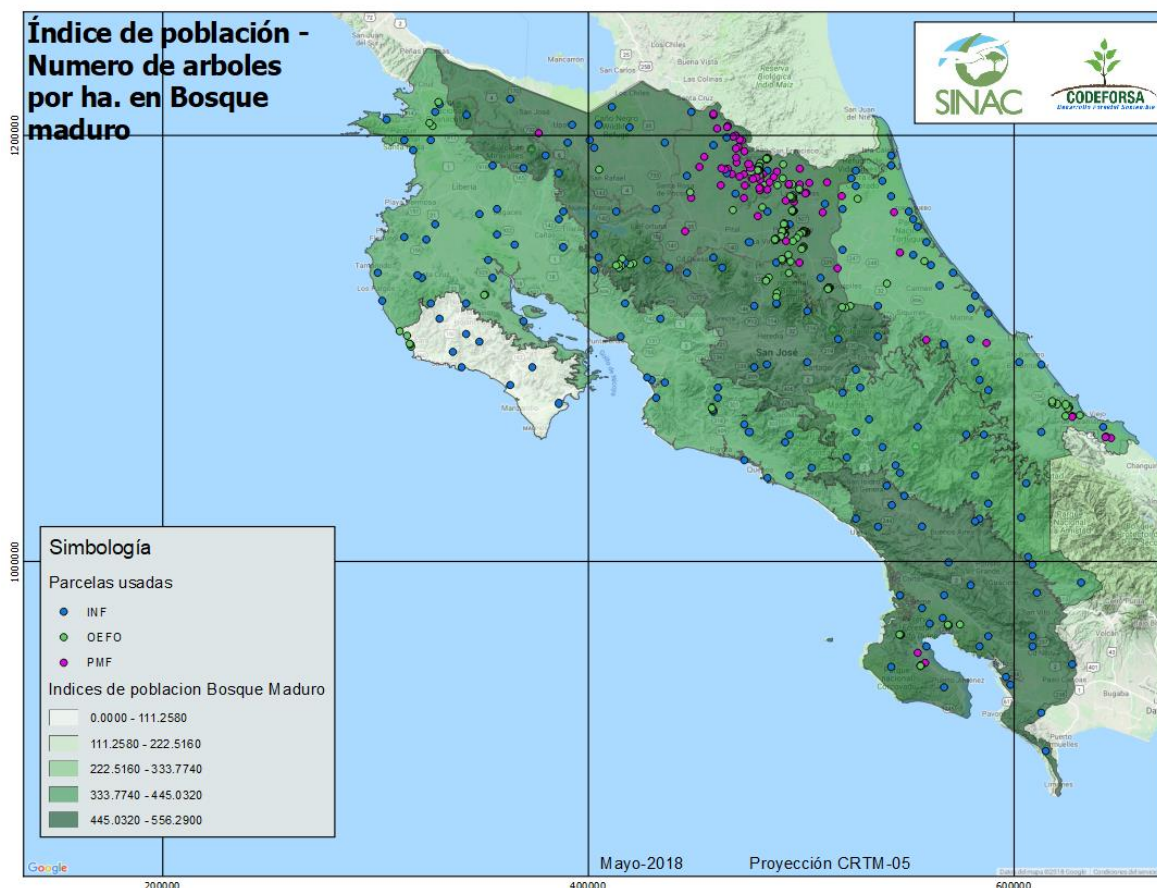


Figura 148. Mapa de Índice del estado Poblacional, en árboles por hectárea, para el estrato de Bosque Maduro.

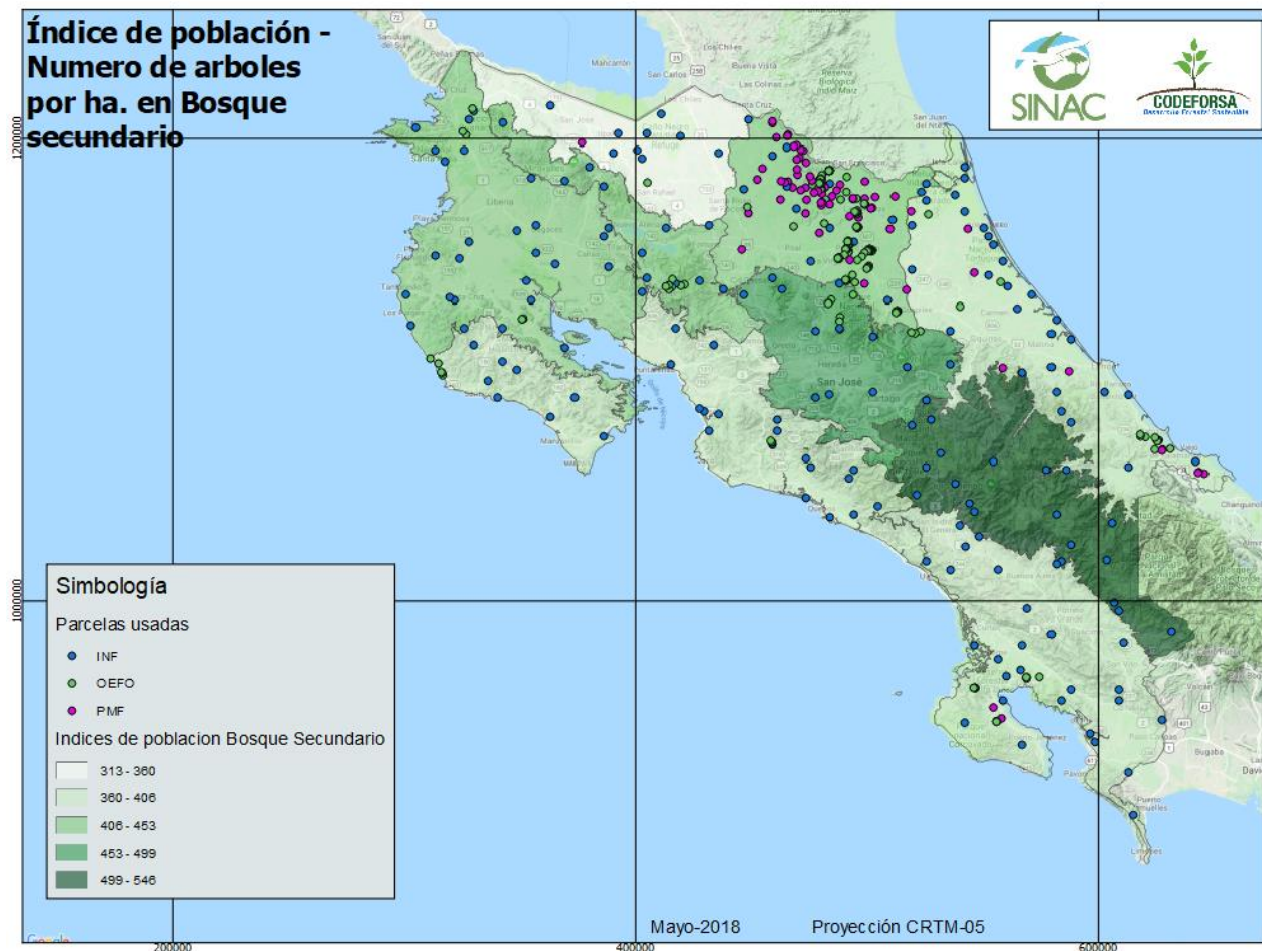


Figura 149. Mapa de Índice del estado Poblacional, en árboles por hectárea, para el estrato de Bosque Secundario.

En los mapas anteriores, los colores más oscuros representan las Ecorregiones donde la población de individuos de todas las especies con un dap mayor a 10 cm tienen un número mayor en comparación a las ecorregiones representadas con un color más claro. En el mapa de bosque maduro, era de esperar que las Ecorregiones donde las abundancias son más representativas son las Ecorregiones localizadas al Norte y Sur del país, donde las áreas de bosque maduro son mayores y las condiciones climáticas favorecen que los bosques sean más ricos en cantidad de árboles por hectárea.

En el caso del mapa de bosque secundario, el área más representativa de población se ubicó en la Ecorregión 106. Alta Talamanca, (ZF.29) Cordillera Volcánica Central y las ecorregiones: 101. Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque y 113. Cordillera de Guanacaste y Tilarán, donde se incluyó para este estudio los bosques deciduos junto con los bosques secundarios.

7 Sexto Producto. Mapeo de los índices de diversidad biológica de especies arbóreas para las ecorregiones identificados.

7.1 Análisis de información derivada del INF, PPM y PMF para la determinación de índices de diversidad biológica de especies arbóreas.

Se considera para este estudio el análisis de diversidad biológica a nivel de ecorregión, esto con el fin de contar con suficientes grados de libertad y obtener resultados más robustos.

Los índices de diversidad a utilizar son los siguientes:

7.1.1 Índice de Diversidad de Berguer – Parker.

Este índice mide la dominancia de la especie o taxón más abundante. Para obtener el valor de diversidad se debe obtener el inverso de la dominancia.

$$D_{B-P} = 1 - (N_{\text{máx}} / N)$$

en donde:

D_{B-P}: diversidad de Berguer – Parker.

N_{máx}: número de individuos del taxón más abundante.

N: número total de individuos de la muestra.

Éste corresponde a un índice de dominancia y adquiere valores entre 0 y 1. Cuanto más se acerca al valor a 1, mayor es la diversidad y menor es la dominancia en el área.

7.1.2 Índice de Diversidad de Margalef

Es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad en base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies, en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

$$D_{Mg} = (S - 1) / \ln N$$

en donde:

D_{Mg}: biodiversidad de Margalef.

S: es el número de especies presentes.

N: número total de individuos encontrados (pertenecientes a todas las especies)

El mínimo valor que puede adoptar es 0, y ocurre cuando sólo existe una especie en la muestra ($S = 1$, por lo que $S - 1 = 0$). Valores inferiores a 2 son considerados con zonas de baja diversidad (resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5 son considerados como indicativos de alta biodiversidad (Margalef, 1995).

7.1.3 Índice de Diversidad de Menhinick

Al igual que el índice de Margalef, se basa en la relación entre el número de especies y el número total de individuos observados, que aumenta al aumentar el tamaño de la muestra. A mayor valor del índice, mayor diversidad o riqueza específica.

$$D_{Mn} = S / \sqrt{N}$$

en donde:

D_{Mn}: diversidad de Menhinick.

S: especies recolectadas.

N: número total de individuos sumando todos los de las S especies.

7.1.4 Índice de Diversidad de Simpson

Es un índice de dominancia que permite medir la riqueza de organismos. En ecología, es usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Considera un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. Este índice representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Al igual que con el índice de Berger – Parker, el valor de la diversidad es el inverso del valor de dominancia.

$$D_s = 1 / (\sum_{i=1}^S n_i (n_i - 1) / (N (N - 1)))$$

En donde:

D_s: diversidad de Simpson.

S: es el número de especies.

n: número de ejemplares por especie.

N: es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas).

Si el valor se acerca a 1 la diversidad es mayor y menor la dominancia.

Índice de Diversidad de Shannon – Wiener

Se usa en ecología y otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica. Este índice se expresa con un número positivo, que varía entre 2 y 3, donde valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. Aunque en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. La ventaja de este tipo de índice es que no es necesario identificar las especies presentes, pues sólo se deben distinguir las especies para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total.

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln(p_i)$$

en donde:

H': diversidad de Shannon – Wiener.

S: número de especies (la riqueza de especies).

p_i: proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): n_i / N).

ni: número de individuos de la especie i.

N: número de todos los individuos de todas las especies.

ln: logaritmo natural.

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

Con base a los resultados de abundancia (n/ha) por cada especie en cada parcela de las 439 parcelas de muestreo (21 345 registros calculados) y clasificadas en las 10 distintas Ecorregiones definidas, se procedieron a calcular los diferentes índices de diversidad. En el siguiente cuadro se muestran los resultados obtenidos.

Cuadro 130. Índices no paramétricos de Diversidad para 10 Ecorregiones definidas.

Índices no paramétricos de diversidad	Todas las Ecorregiones	Ecorregión Forestal									
		101	102	105	106	108	109	110	111	112	113
Margaleff	164.32	32.86	22.80	53.48	37.60	70.68	73.04	68.77	93.35	41.61	55.39
Menhinick	11.22	8.64	8.47	14.10	12.17	11.86	13.69	15.45	7.55	13.16	13.48
Berger-Parker	0.99	0.97	0.94	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Simpson	0.86	0.75	0.85	0.74	0.82	0.80	0.80	0.92	0.91	0.71	0.90
Shannon y Wiener	5.80	4.35	3.98	4.59	4.63	5.20	4.57	5.46	4.81	4.22	5.02
*Cantidad de especies	1639	211	123	342	218	541	537	471	892	244	367
N	21 345	596	211	588	321	2 090	1 559	929	13 966	344	741

* Se incluyeron las especies identificadas a nivel de género, las desconocidas no fueron incluidas.

N: Cantidad de datos recolectados para todas las especies.

Según los resultados del Cuadro 130, la riqueza específica presentada por el índice de Margaleff (Figura 151) se mantiene en rangos de 22.8 – 93.35, siendo la Ecorregión 111.Zona Norte, la que presentó el valor más alto seguida por la Ecorregiones 109. Zona Caribe y 108. Pacífico Sur. Es necesario mencionar que se agregó información de PMF, PPM y parcelas del INF para realizar los cálculos en cada Ecorregión, al existir tanta información de parcelas de muestreo en la Zona Norte del país este valor aumento considerablemente debido a que la cantidad de especies registradas fue la mayor (892 especies), por otra parte, el índice de diversidad de Menhinick (Figura 152) registro el valor más bajo en esta misma Ecorregión, el mismo describe que la diversidad no es tan alta, lo cual puede resultar confuso, sin embargo este valor esta aunado al valor “N”, el cual fue muy alto (13 966), ya que sextuplicó y más el segundo registro más alto (Ecorregión 108. Pacífico Sur). Cabe mencionar que en la Ecorregión 111.Zona Norte de las 892 especies registradas, 118 fueron identificadas a nivel de género.

Según el índice Menhinick (Figura 152) la mayor diversidad o riqueza específica, está presente en la Ecorregión 110.Cordillera Volcánica Central y Cerros Escazú. Esto debido a que se obtuvieron pocos registros de “N” (929) y fue la cuarta zona del país donde se registraron más especies (471); al aplicar la formula el resultado va dar un valor alto, sin embargo, si se aumentara la cantidad de “N” el mismo va a disminuir. Cabe descartar que después de la Zona Norte del país la Ecorregión que más PPM aglomero fue esta. Por consiguiente, para estudiar diversidad el tamaño de las PPM es el ideal, y mediante una buena distribución de estas parcelas mayores posibilidades de encontrar diversidad existe. Aunque la Ecorregión

111.Zona Norte registro más PPM, las mismas fueron situadas en zonas cercanas por la tanto la variación de micrositio y clima fue mínima.

Los índices de diversidad de Berger-Parker (Figura 150) para las distintas Ecorregiones muestreadas mantuvo valores entre 0.94 – 0.99; el índice de diversidad de Simpson (Figura 153) muestra valores entre 0.71 – 0.92, siendo la Ecorregión 110.Cordillera Volcánica Central y Cerros Escazú la que registro el valor más alto. Por otra parte, el índice de diversidad de Shannon y Wiener (Figura 154) registro también el valor más alto en la Ecorregión 110.Cordillera Volcánica Central y Cerros Escazú.

Para cada índice de diversidad calculado, se presenta gráficamente en los siguientes mapas, donde se ilustra el comportamiento de uno de los índices en las diferentes Ecorregiones definidas:

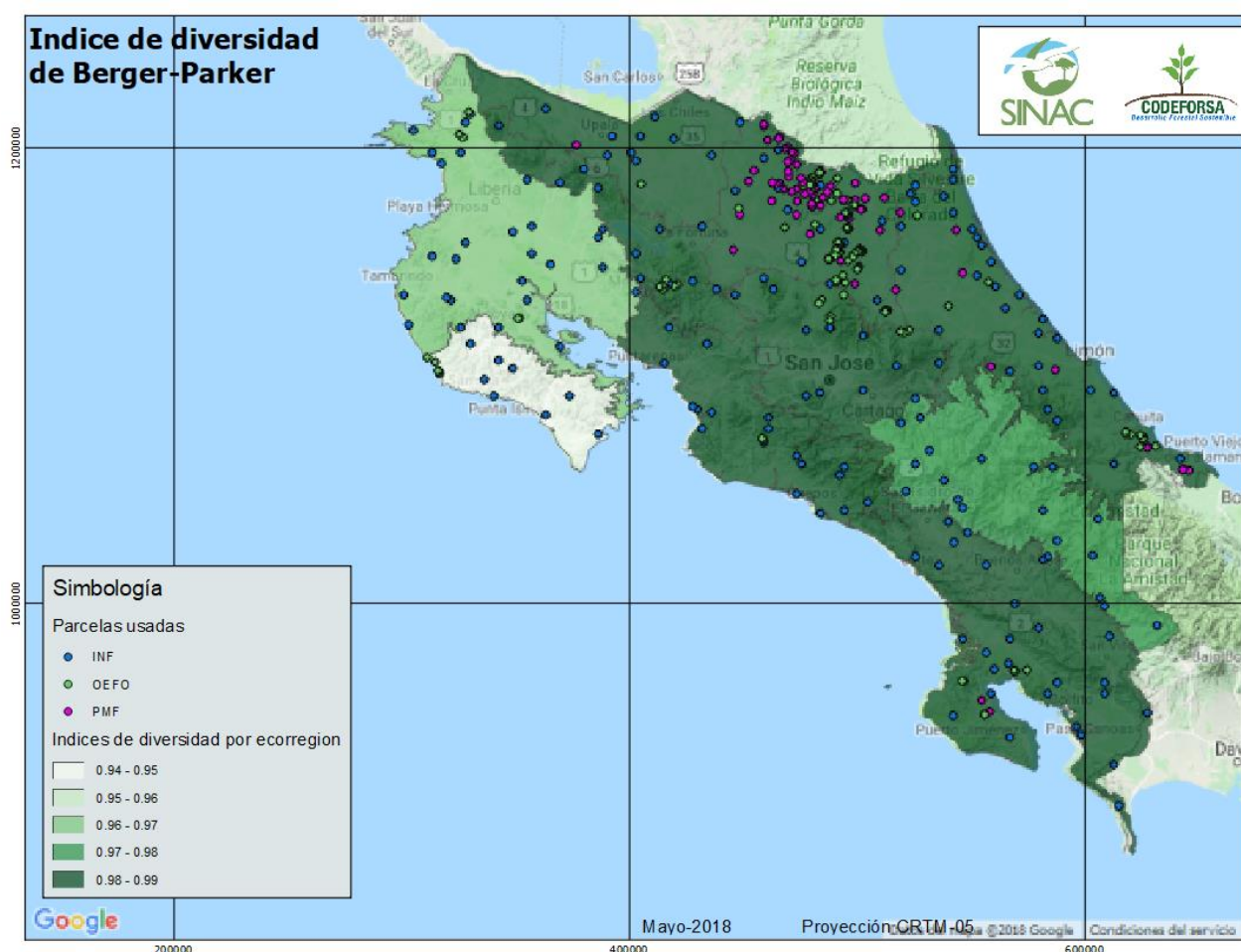


Figura 150. Mapa de Índice de Diversidad Berger - Parker.

Este índice mide la dominancia de las especies, los valores obtenidos oscilan entre 0 y 1. Era de esperar que los valores más altos estuvieran en los sitios donde es mayor la presencia de bosque maduro como se observa en el mapa. La región 106.Alta Talamanca posee valores bajos debido a que la información recopilada fue proveniente únicamente del INF, en total se contó con apenas 321 registros de especies (N). Por otra parte, las Ecorregiones: 101.Serranías del Pacífico Norte y 102.Serranías de la Península de Nicoya donde existe una menor cantidad de bosques y de especies.

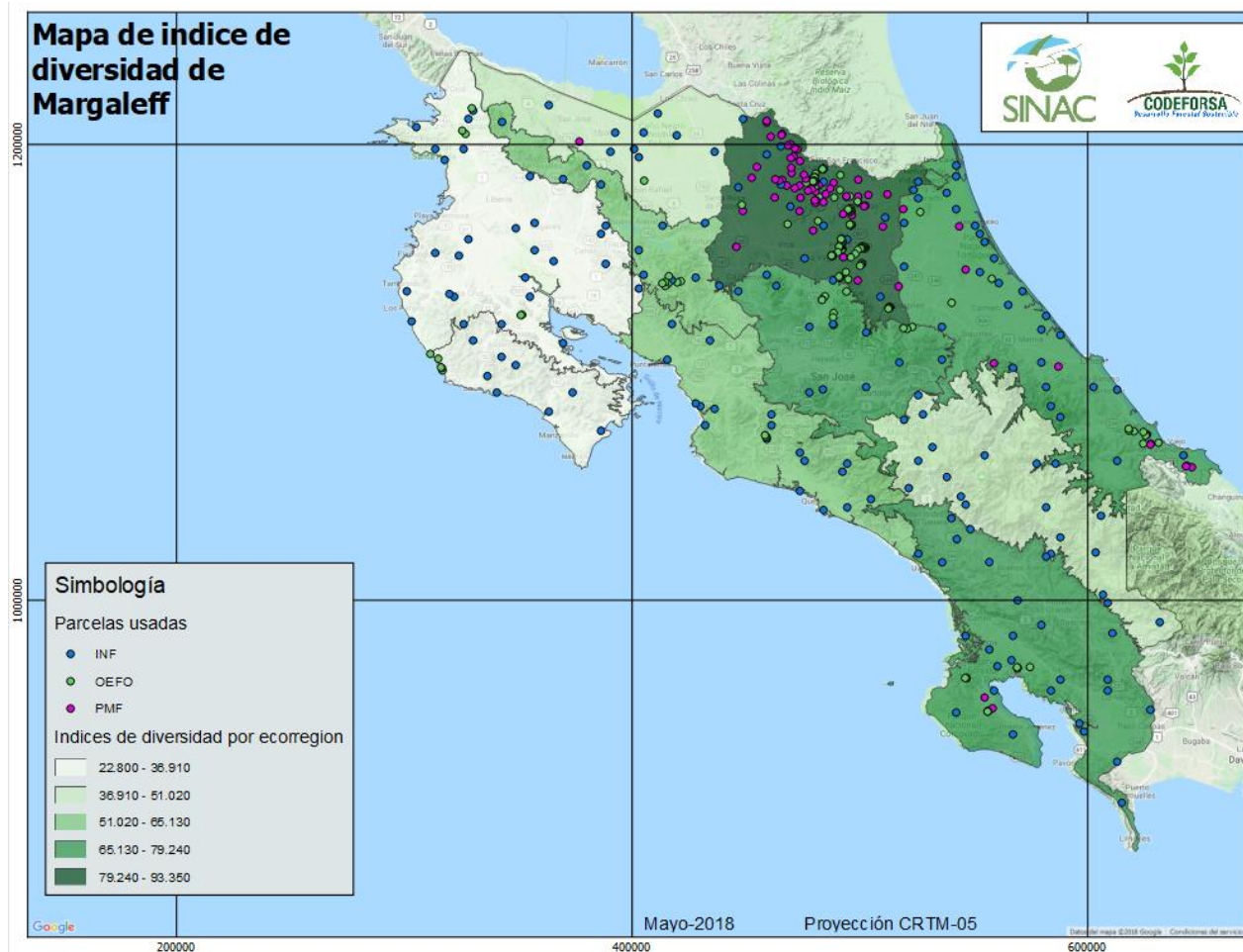


Figura 151. Mapa de Índice de Diversidad de Margaleff.

Este índice refleja la riqueza específica de las especies y entre mayor sea el valor mayor es la diversidad. Para este índice, el valor más alto está en la Ecorregión 111.Zona Norte, seguida de las Ecorregiones Caribe, (ZF.29) Cordillera Volcánica Central y Pacífico Sur. Igualmente, la menor diversidad se observa en las Ecorregiones Alta Talamanca y Pacífico Norte y Península de Nicoya. Cabe destacar que entre más cantidad de especies se registren mayor va hacer este valor, tal y como se representa en la Figura 151 y el Cuadro 130, en donde refleja que en la Zona Norte están los resultados más altos.

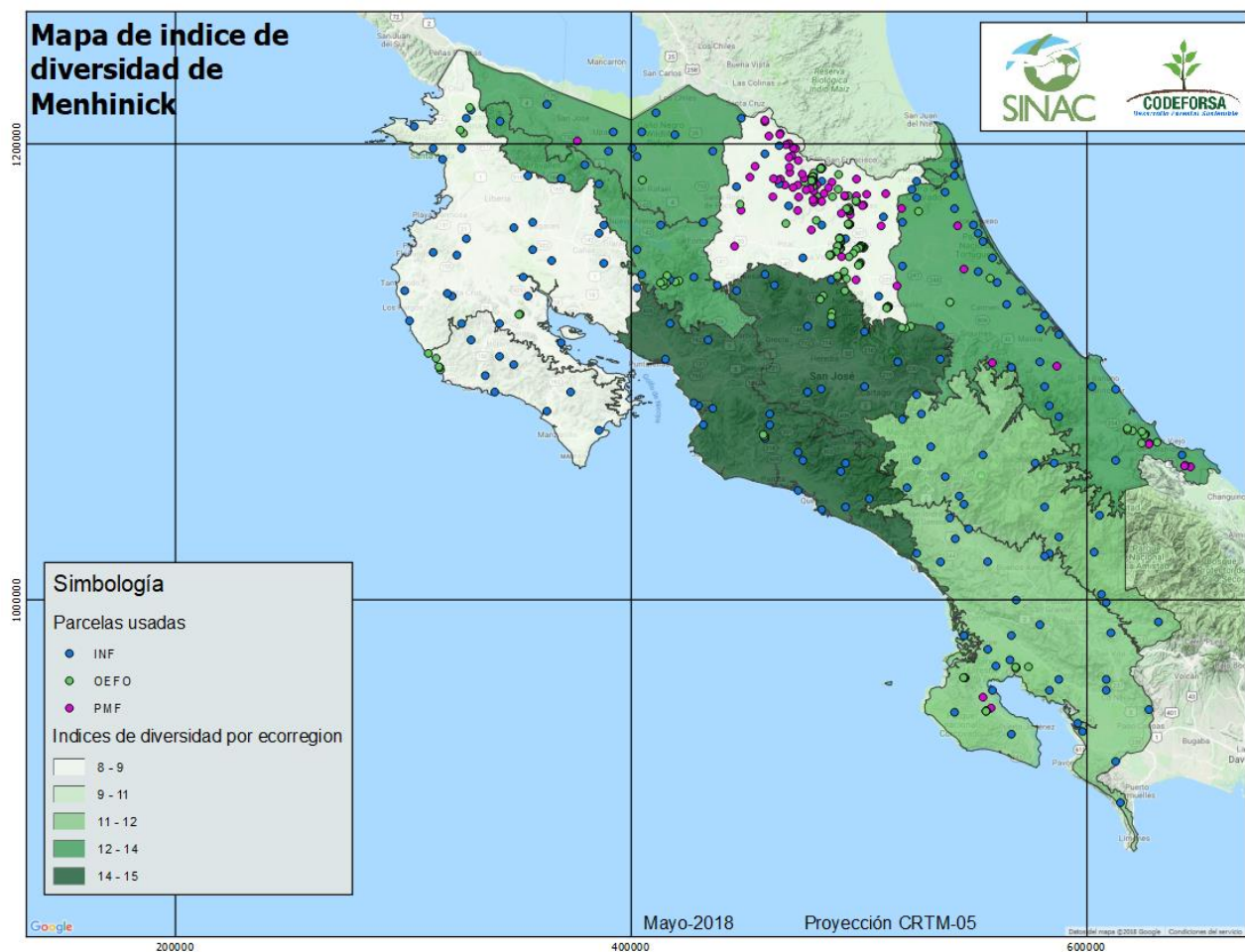


Figura 152. Mapa de Índice de Diversidad de Menhinick.

La interpretación de este índice puede resultar un poco confusa si se compara con las de los índices anteriores, ya que cambian las Ecorregiones según su diversidad. En este caso propone que la Ecorregión 110.Cordillera Volcánica Central y Cerros Escazú y Cerros de Escazú es la más diversa y la Ecorregión 111.Zona Norte la menos diversa. Cabe destacar que la fórmula para calcular este índice relaciona el número de especies encontradas con la cantidad de registros recopilados para todas las especies, dado así que en la Ecorregión 111.Zona Norte al existir tanta cantidad de registros (N) este valor disminuyó considerablemente.

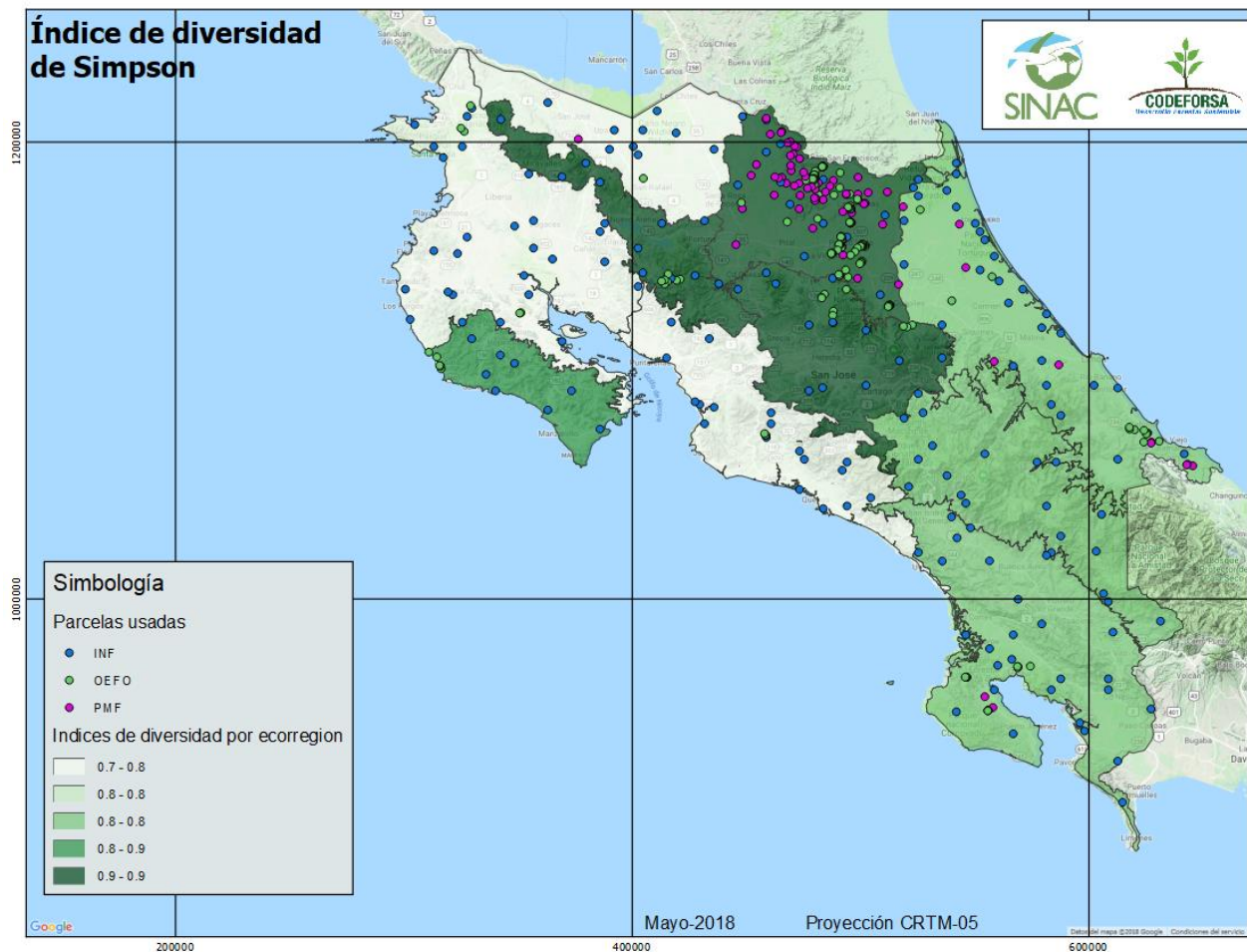


Figura 153. Mapa de Índice de Diversidad de Simpson.

Este índice mide la dominancia de la especie más abundante. Para este índice se encuentran valores altos de dominancia de especies en las Ecorregiones 111.Zona Norte y 113.Cordillera de Guanacaste y Tilarán. Cabe destacar que en ambas Ecorregiones mencionadas la cantidad de PPM es considerable, ya que albergan la mayor cantidad. Sin embargo, resulta, dudoso ver que Ecorregión 102.Serranías de la Península de Nicoya de también un valor alto ya que es la Ecorregión que menos especies registro y menor cantidad de información de las mismas aportó.

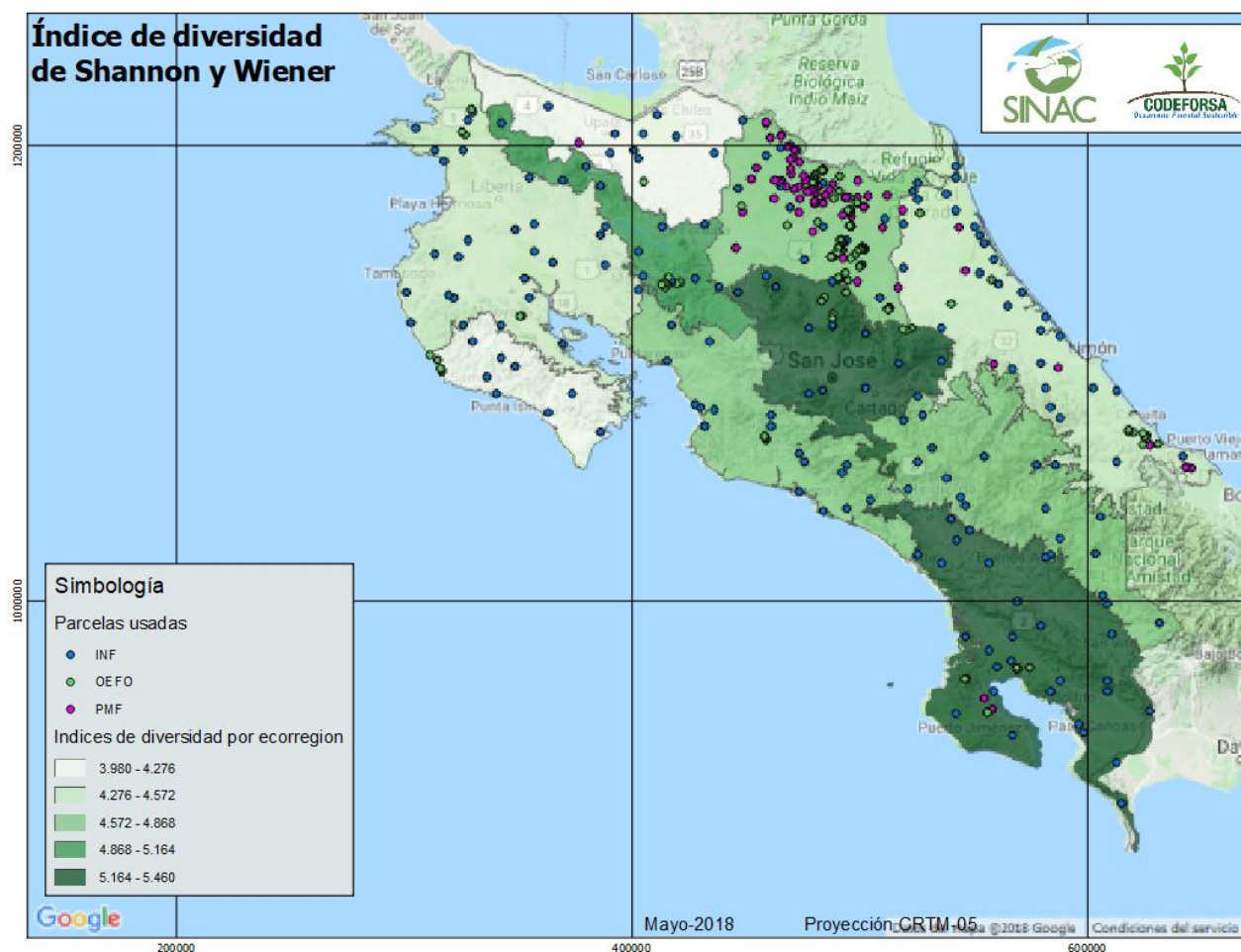


Figura 154. Mapa de Índice de Diversidad de Shannon y Wiener.

Este índice presenta una descripción de la diversidad del país menos compleja y más sencilla de relacionar con resultados de otros estudios efectuados en Costa Rica. Como bien se sabe en la Zona Sur la diversidad de Flora y Fauna es bastante rica, este índice así lo interpreta. Por otra parte, en las Ecorregiones 102 y 112, fueron algunas en donde menor cantidad de especies y registros de las mismas se recopilaron; por lo tanto, se tiene claro en estas dos Ecorregiones mencionadas la cantidad de bosques maduros es pobre y la cantidad de información de parcelas recopiladas de las diversas fuentes, fueron establecidas en bosques secundarios.

7.2 Interpretación del uso de diferentes índices de diversidad

Para este estudio se obtuvieron resultados contradictorios al usar diferentes índices de diversidad calculados para cada Ecorregión. Las razones de esta situación se dan por:

1. El uso de parcelas de diferente tamaño, donde las parcelas del INF, tienen una menor cantidad de árboles registrados y especies por parcela, que las PPM y PMF
2. La diferencia en la cantidad de parcelas utilizadas por Ecorregión.
3. Los dos factores anteriores afectan los resultados según la fórmula utilizada para cada índice

Por lo anterior concluimos que según los datos de entrada requeridos el Índice de Shannon y Wiener podrían representar mejor la comparación entre Ecorregiones, debido a que este índice utiliza la cantidad de especies presentes en una Ecorregión y la abundancia relativa para cada especie y no considerando directamente el área de las parcelas y la diferencia entre el tamaño de estas.

8 Sétimo Producto. Estado de conservación de 50 especies arbóreas, basado en la información del INF, PPM y PMF.

Con la información recopilada para este trabajo no se obtienen los elementos suficientes para aplicar las metodologías, tales como: reducción del tamaño de la población observada o reducción del área de presencia u ocupación de las especies para poder clasificar las especies según la metodología de UICN.

En el documento final del Proyecto piloto de conservación y manejo de recursos genéticos forestales en la zona norte de Costa Rica, Murillo et al. (2011), se menciona que *“Bajo la premisa de que los árboles fueron identificados correctamente en todos estos inventarios, estos valores permiten argumentar que estas especies denominadas como amenazadas, realmente son especies con una baja abundancia o raras dentro del ecosistema natural, sin mediar causas antropogénicas. Argumentos a favor de esta hipótesis son los valores consistentes de abundancia en los distintos inventarios, realizados por personas y momentos diferentes, en bosques con poco disturbio. Así también, a pesar de registrarse valores relativamente altos de desviación estándar en la abundancia promedio de las especies tostado, titor y carey, los valores absolutos de abundancia no llegan a sobrepasar el 3% dentro de las Poblaciones naturales. Lo cual confirma su condición de especies raras y de abundancia baja en los bosques naturales de la zona norte”*. En esta cita, concluyen los autores que no existe el término Amenaza para algunas especies de bosque, sino que de manera natural algunas especies tienen Poblaciones bajas en los bosques naturales.

Lo anterior se estará aplicando a las especies denominadas amenazadas y reportadas en el producto 4. Las especies incluidas en Murillo et al. (2011) son: (*Copaifera camibar*), Titor (*Sacoglottis trichogyna*), Cola de Pavo (*Hymenolobium mesoamericanum*), Tostado (*Tachigali costaricense*), Carey (*Elaeoluma glabrescens*), Cristóbal (no se indica el nombre científico de la especie utilizada), Manú (*Minquartia guianensis*), Jícaro (*Lecythis ampla*) y Cocobolo (*Vatairea lundellii*).

Para establecer un parámetro numérico para definir cuando el tamaño de una población representa un riesgo para su conservación, se propone usar un valor de población efectiva (N_e) que según (Frankham et al., 2002), Población Efectiva (N_e) es una población mínima de 50 individuos no emparentados para asegurar la existencia de la especie y que la (N_e) equivale al 10% de la población total, por lo que Poblaciones totales mínimas de 500 individuos por especie son capaces de asegurar la reproducción y supervivencia de la misma, en este caso se referirá para cada Ecorregión determinada del país.

Se debe considerar cuando una especie está debidamente protegida, si está presente en Áreas Silvestres Protegidas, las cuales contienen el 50% aproximadamente del área total de bosque natural y donde el riesgo se reduce significativamente.

Para los bosques en propiedad privada, se aplica desde el 16 de junio del 2008, cuando se publicó en la Gaceta N°115, el Decreto Ejecutivo No. 34559-MINAE, correspondiente a los actuales Estándares de Sostenibilidad para manejo de bosques naturales: Principios, Criterios e indicadores y el miércoles 22 de abril del 2009 en la Gaceta N°77 se publicaron las Resoluciones (MINAE, 2008) (SINAC, 2009) y las resoluciones 021 que corresponde al Código de Prácticas, que define la forma de intervenir el bosque, cumpliendo un objetivo privado, pero salvaguardando el recurso forestal, mediante un conjunto de normas técnicas que garanticen la integridad ecológica del bosque y minimizando el impacto del aprovechamiento forestal y 020 que corresponde al Código de Prácticas, que marca las pautas que la administración forestal de El Estado debe considerar para la tramitación de los permisos de aprovechamiento forestal, según esta normativa en el Criterio 2.2 *“De mantenimiento de la condición disetánea del bosque natural”*, indica que, para seleccionar árboles a cosechar, debe cumplir con el criterio, de que el árbol debe pertenecer a una especie con una abundancia mayor o igual a 0.3 árboles por hectárea (valores menores a este son consideradas especies poco abundantes) según lo estimado en el inventario preliminar con los

árboles con un dap mayor o igual a 30 cm. Además no se pueden incluir las especies vedadas según el decreto No. 25700-MINAE.

El criterio anterior se aplica dentro de una Unidad de Manejo Forestal (UMF) y solamente al área de bosque que se consideran como bosques productivos y donde técnicamente se realiza el censo forestal sobre el Diámetro mínimo de Corta (60 cm.). Por lo tanto, en bosques privados donde se aplica el manejo forestal, se mantendrían como Poblaciones inalteradas, las áreas en zonas de protección (hasta un 50% del área en terrenos quebrados), los individuos con dimensiones menores al diámetro mínimo de corta (60 cm), el área de bosque productivo no impactado (mayor a un 85%) y las especies poco abundantes (menor a 0.3 árboles por hectárea), las especies sin interés comercial y los individuos huecos que frecuentemente son sitios de refugio para la vida silvestre.

Sin embargo, no hay que obviar la problemática de la tala ilegal, la cual es generada por diferentes condiciones, como mercado de madera, falta de claridad de los requisitos para la población civil, trabas burocráticas para el trámite de solicitudes de permisos de aprovechamiento, lo cual encarece la intención de manejo sostenible dl recurso forestal, tenencia de la tierra. Además, la falta de recurso humano en el SINAC, debido a su vez por la merma de la actividad formal forestal, impide la debida supervisión en campo de actividades ilegales. Por lo que se recomienda analizar técnicamente la reactivación de la actividad forestal como una herramienta de conservación.

Tomando en cuenta los criterios de abundancia, es decir, si una especie es abundante y a la vez si es capaz de asegurar su permanencia en el bosque natural y que no presenta ningún tipo de amenaza, se elaboran los siguientes dos cuadros: El Cuadro 131 presenta la abundancia media por hectárea a partir de 10 cm de dap por especie y Ecorregión. El Cuadro 132 presenta la población total estimada arriba de 30 cm de dap para cada una de las 50 especies seleccionadas en los productos 3 y 4.

En el Cuadro 132, los resultados de cada especie por Ecorregión se muestran con colores, si los valores son mayores al mínimo requerido para asegurar la permanencia de la especie (1 000 individuos totales o mayor a 0,3 arb/ha), el color de la celda será verde. Si los valores son menores a los mínimos requeridos (menor o igual a 500 individuos), el valor de la celda será rojo y por tanto la especie podría mostrar algún tipo de riesgo, al igual que las especies con una población total estimada de 500 a 1 000 individuos (color amarillo)

El Cuadro 131, presenta el valor de abundancia arriba de 10 cm. de dap encontrada por especie en cada una de las Ecorregiones definidas. Este cuadro no se presenta con colores ya que los topes definidos para este producto están para la abundancia a partir de 30 cm de Dap y la población total de individuos por Ecorregión.

De las 50 especies comerciales y de importancia ecológica seleccionadas, el valor para las especies *Myroxylon balsamum*, *Paramachaerium gruberi*, *Parkia pendula*, *Guaiacum sanctum*, es 0, ya que no se registró ningún individuo en las fuentes de información para este estudio.

De las 50 especies comerciales y de importancia ecológica seleccionadas, el valor para las especies *Myroxylon balsamum*, *Paramachaerium gruberi*, *Parkia pendula*, *Guaiacum sanctum*, es 0, ya que no se registró ningún individuo en las fuentes de información para este estudio.

Cuadro 131: Número de árboles por hectárea con un dap mayor a 10 cm para las especies comerciales y de importancia ecológica seleccionada.

Nombre científico	ECORREGIÓN FORESTAL										TOTAL
	101	102	105	106	108	109	110	111	112	113	
<i>Anthodiscus chocoensis</i>					0.132						0.132
<i>Astronium graveolens</i>	2.093	0.103	0.103		0.206						2.505
<i>Brosimum alicastrum</i>	0.237		0.113		0.063	0.314		0.613	0.092		1.432
<i>Buchenavia tetraphylla</i>			0.182		0.018						0.200
<i>Carapa guianensis</i>		0.132	0.061		0.241	1.327	0.044	1.675	0.244	0.005	3.727

Nombre científico	ECORREGIÓN FORESTAL										TOTAL
	101	102	105	106	108	109	110	111	112	113	
<i>Caryocar costaricense</i>					0.407	0.011					0.418
<i>Caryodaphnopsis burgeri</i>			0.004		0.015			0.005			0.024
<i>Cedrela odorata</i>	0.107		0.003	0.027	0.080	0.021		0.232	0.027		0.497
<i>Cedrela salvadorensis</i>	0.071	0.476									0.548
<i>Ceiba pentandra</i>	0.027	0.027	0.030		0.007	0.033		0.086	0.003		0.214
<i>Copaifera aromatica</i>								0.002	0.020		0.022
<i>Copaifera camibar</i>					0.526						0.526
<i>Cordia gerascanthus</i>	0.138										0.138
<i>Couratari guianensis</i>			0.364		0.727						1.091
<i>Couratari scottmorii</i>					0.011	0.020					0.031
<i>Dalbergia retusa</i>	0.517										0.517
<i>Dialium guianense</i>	0.036		0.007		0.140			3.641	0.100		3.925
<i>Dipteryx panamensis</i>						0.004		1.691			1.695
<i>Dussia macrophyllata</i>			0.003	0.026	0.101	0.117	0.028	0.704	0.023	0.013	1.015
<i>Elaeoluma glabrescens</i>				0.031	0.125	0.004		1.950	0.003		2.112
<i>Humiriastrum diguense</i>					0.093	0.121		0.149			0.363
<i>Hyeronima alchorneoides</i>			0.041	0.027	0.185	0.140	0.054	0.384	0.028		0.860
<i>Hymenolobium mesoamericanum</i>								0.182	0.004		0.187
<i>Manilkara chicle</i>	0.772					0.115	0.031	0.103	0.001		1.022
<i>Manilkara zapota</i>					0.053			0.116			0.169
<i>Minquartia guianensis</i>	0.025	0.051	0.025		0.046	0.120	0.068	1.272	0.015		1.623
<i>Peltogyne purpurea</i>			0.200		1.236						1.436
<i>Pentaclethra macroloba</i>						8.814		40.272			49.087
<i>Platymiscium parviflorum</i>	0.345										0.345
<i>Platymiscium pinnatum</i>								0.057			0.057
<i>Podocarpus costaricensis</i>				1.053							1.053
<i>Podocarpus guatemalensis</i>				0.526	0.004			0.071			0.601
<i>Prioria copaifera</i>			0.290			13.768					14.058
<i>Qualea paraensis</i>					0.008	0.049		2.413			2.469
<i>Ruptiliocarpon caracolito</i>		0.030			0.066	0.095	0.060	0.062			0.312
<i>Sacoglottis trichogyna</i>						0.062		1.066			1.128
<i>Sideroxylon capiri</i>	0.117						0.037	0.107	0.007		0.268
<i>Swietenia macrophylla</i>	0.492	0.169	0.169								0.831
<i>Tachigali costaricensis</i>			0.032			0.003	0.021	0.639	0.053		0.749
<i>Tachigali versicolor</i>			0.036		0.358						0.395
<i>Terminalia amazonia</i>			0.060		0.127	0.029	0.028	0.697	0.001		0.942
<i>Vantanea occidentalis</i>				0.040			0.008	0.393			0.441
<i>Vatairea lundellii</i>								1.241			1.241
<i>Virola sebifera</i>		0.030	0.059		0.828	0.128		3.292	0.071		4.408
<i>Vochysia ferruginea</i>			0.046		0.989	0.007	0.009	5.882	0.144		7.077
<i>Vochysia guatemalensis</i>					0.077	0.037	0.033	0.318	0.031		0.495
Total	4.979	1.018	1.826	1.729	6.873	25.338	0.422	69.316	0.868	0.018	112.386

Ecorregiones definidas:

Ecorregión 101.Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque
Ecorregión 102.Serranías de la Península de Nicoya
Ecorregión 105.Pacífico Central
Ecorregión 106.Zona Alta Talamanca
Ecorregión 108.Pacífico Sur
Ecorregión 109.Zona Caribe

Ecorregión 110.Cordillera Volcánica Central y Cerros Escazú
Ecorregión 111.Zona Norte
Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso
Ecorregión 113.Cordillera de Guanacaste y Tilarán

Con la información del área de bosque por Ecorregión tomada a partir del mapa del INF por tipo de uso, y la abundancia promedio de especie, se construyó el Cuadro 132 de los valores de población total estimada para cada una de las 50 especies y por Ecorregión. Igualmente, se asignó el color verde a las especies con Poblaciones superiores a 500 individuos y con rojo las Poblaciones totales de individuos con Dap superior a 30 cm con valores menores a 500 individuos.

Cuadro 132. Población total estimada de individuos con un dap mayor a 30 cm para las especies comerciales y de importancia ecológica seleccionadas, datos por Ecorregión.

Especie	Ecorregión Forestal										Total
	101	102	105	106	108	109	110	111	112	113	
<i>Anthodiscus chocoensis</i>	-	-	-	-	8 155	-	-	-	-	-	8 155
<i>Astronium graveolens</i>	91 570	14 273	-	-	-	-	-	-	-	-	105 843
<i>Brosimum alicastrum</i>	29 653	-	12 882	-	5 609	20 629	-	24 091	1 598	-	94 461
<i>Buchenavia tetraphylla</i>	-	-	41 457	-	-	-	-	-	-	-	41 457
<i>Carapa guianensis</i>	-	10 930	6 000	-	29 057	159 164	5 724	112 627	5 510	752	329 765
<i>Caryocar costaricense</i>	-	-	-	-	119 368	-	-	-	-	-	119 368
<i>Caryodaphnopsis burgeri</i>	-	-	-	-	2 375	-	-	-	-	-	2 375
<i>Cedrela odorata</i>	28 143	-	611	-	8 308	565	-	11 074	-	-	48 701
<i>Cedrela salvadorensis</i>	9 613	65 927	-	-	-	-	-	-	-	-	75 540
<i>Ceiba pentandra</i>	-	-	621	-	625	7 919	-	9 209	-	-	18 374
<i>Copaifera aromatica</i>	-	-	-	-	-	-	-	384	643	-	1 028
<i>Copaifera camibar</i>	-	-	-	-	130 484	-	-	-	-	-	130 484
<i>Cordia gerascanthus</i>	13 922	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13 922
<i>Couratari guianensis</i>	-	-	41 457	-	112 690	-	-	-	-	-	154 148
<i>Couratari scottmorii</i>	-	-	-	-	-	2 106	-	-	-	-	2 106
<i>Dalbergia retusa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Dialium guianense</i>	1 337	-	755	-	22 993	-	-	412 896	4 070	-	442 052
<i>Dipteryx panamensis</i>	-	-	-	-	-	1 469	-	220 027	-	-	221 496
<i>Dussia macropophyllata</i>	-	-	591	12 861	15 254	7 394	4 227	40 421	545	1 481	82 774
<i>Elaeoluma glabrescens</i>	-	-	-	15 181	10 425	-	-	118 434	-	-	144 040
<i>Humiriastrum diguense</i>	-	-	-	-	19 543	13 660	-	12 701	-	-	45 904
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	-	-	1 849	13 417	12 812	16 761	-	22 541	126	-	67 506
<i>Hymenolobium mesoamericanum</i>	-	-	-	-	-	-	-	6 061	-	-	6 061
<i>Manilkara chicle</i>	44 722	-	-	-	-	17 125	-	13 634	144	-	75 625
<i>Manilkara zapota</i>	-	-	-	-	7 620	-	-	18 951	-	-	26 572
<i>Minquartia guianensis</i>	-	-	-	-	11 040	13 794	-	61 985	725	-	87 544
<i>Myroxylon balsamum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Paramachaerium gruberi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Parkia pendula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Peltogyne purpurea</i>	-	-	45 603	-	236 650	-	-	-	-	-	282 253
<i>Pentaclethra macroloba</i>	-	-	-	-	-	1 649 272	-	4 070 755	-	-	5 720 028
<i>Platymiscium parviflorum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Platymiscium pinnatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	891	-	-	891
<i>Podocarpus costaricensis</i>	-	-	-	522 561	-	-	-	-	-	-	522 561
<i>Podocarpus guatemalensis</i>	-	-	-	-	1 270	-	-	11 794	-	-	13 064
<i>Prioria copaifera</i>	-	-	-	-	-	1 263 530	-	-	-	-	1 263 530
<i>Qualea paraensis</i>	-	-	-	-	-	4 726	-	139 646	-	-	144 372
<i>Ruptiliocarpum caracolito</i>	-	-	-	-	6 475	13 372	-	4 900	-	-	24 748
<i>Sacoglottis trichogyna</i>	-	-	-	-	-	14 024	-	60 492	-	-	74 516
<i>Sideroxylon capiri</i>	29 578	-	-	-	-	-	-	1 747	-	-	31 325
<i>Swietenia macrophylla</i>	109 489	-	-	-	-	-	-	-	-	-	109 489
<i>Tachigali costaricensis</i>	-	-	7 285	-	-	-	1 737	52 681	1 165	-	62 868
<i>Tachigali versicolor</i>	-	-	4 146	-	36 520	-	-	-	-	-	40 666
<i>Terminalia amazonia</i>	-	-	3 248	-	6 605	5 914	4 648	57 397	133	-	77 945
<i>Vantanea occidentalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	39 645	-	-	39 645
<i>Vatairea lundellii</i>	-	-	-	-	-	-	-	115 759	-	-	115 759
<i>Virola sebifera</i>	-	4 096	2 024	-	22 921	5 732	-	87 434	-	-	122 207
<i>Vochysia ferruginea</i>	-	-	9 744	-	102 417	694	-	380 690	5 726	-	499 270
<i>Vochysia guatemalensis</i>	-	-	-	-	13 574	9 647	3 256	17 836	140	-	44 453

En este cuadro se puede apreciar como la expectativa de sobrevivencia a largo plazo de las especies analizadas puede ser satisfactoria ya que la mayoría de las especies poseen una cantidad de individuos suficiente para garantizar su perpetuidad y evitar problemas de deriva genética.

Murillo, et al. (2011) hace la salvedad para estos resultados que se debe tener cuidado y junto con estos resultados tomar en cuenta también la fragmentación de las áreas de bosque. Además, otro factor a tomar en cuenta es el Sistema de reproducción de las especies, si son flores dioicas o monoicas, o si las flores son hermafroditas.

8.1 Propuesta para la clasificación del estado de conservación de las 50 especies forestales, según la información del INF, PPM y PMF.

De la presencia de las especies en Areas Silvestres Protegidas (ASP):

En el Cuadro 133, se muestra por especie la proporción de individuos registrados en el INF, PPM y PMF, ubicados en Areas Silvestres protegidas. Se considera que una especie está en riesgo alto si la proporción de individuos ubicadas en estas áreas es menor a un 20% (color rojo), si la proporción esta entre un 20% y un 50%, se considera un riesgo medio para la especie (color amarillo) y si la proporción es igual o mayor al 50% el riesgo es bajo (color verde).

Además en este cuadro se muestra el riesgo de las especies vedadas, siempre bajo el mismo código de colores, donde llama la atención que las especies *Couratari scottmorii*, *Guaiacum sanctum*, *Myroxylon balsamum*, *Paramachaerium gruberi*, *Parkia pendula* y *Platymiscium parviflorum*, especies que según los registros del INF, PPM y PMF no tienen individuos en ASP y que podría presumir la inexistencia de una estrategia de protección de sus hábitats. Igual para el caso de *Hymenolobium mesoamericanum* y *Tachigali costaricensis* que tienen una proporción menor al 30% de individuos en ASP.

Cuadro 133. Presencia de individuos registrados de las 50 especies en el INF, PPM y PMF, dentro de Areas Silvestres Protegidas

Especie	PN, RB, ZP, HH y otras	RF y RVS	Total en ASP	Fuera de ASP	Total	Decreto 25700-MINAE
<i>Anthodiscus chocoensis</i>	0.0%	100%	100%	0.0%	100.0%	Vedada
<i>Astronium graveolens</i>	73.6%	0%	22%	78.2%	100.0%	
<i>Brosimum alicastrum</i>	3.7%	20%	20%	80.1%	100.0%	
<i>Buchenavia tetraphylla</i>	0.0%	100%	100%	0.0%	100.0%	
<i>Carapa guianensis</i>	2.7%	33%	35%	64.7%	100.0%	
<i>Caryocar costaricense</i>	0.0%	67%	18%	81.5%	100.0%	
<i>Caryodaphnopsis burgeri</i>	16.7%	83%	100%	0.0%	100.0%	Vedada
<i>Cedrela odorata</i>	31.0%	10%	14%	85.9%	100.0%	
<i>Cedrela fissilis</i>	0.0%	0.0%	0%	0.0%	0.0%	Vedada
<i>Cedrela salvadorensis</i>	60.0%	0%	13%	87.0%	100.0%	Vedada
<i>Ceiba pentandra</i>	2.1%	19%	9%	91.5%	100.0%	
<i>Copaifera aromatica</i>	0.0%	0%	0%	100.0%	100.0%	
<i>Copaifera camibar</i>	0.0%	100%	100%	0.0%	100.0%	Vedada
<i>Cordia gerascanthus</i>	100.0%	0%	100%	0.0%	100.0%	Vedada
<i>Couratari guianensis</i>	0.0%	100%	100%	0.0%	100.0%	
<i>Couratari scottmorii</i>	0.0%	17%	35%	64.7%	100.0%	Vedada
<i>Dalbergia retusa</i>	83.3%	0%	33%	66.7%	100.0%	
<i>Dialium guianense</i>	0.7%	37%	52%	47.9%	100.0%	
<i>Dipteryx panamensis</i>	0.0%	55.1%	58%	41.6%	100.0%	Restringida
<i>Dussia macrophyllata</i>	6.9%	46.4%	51%	49.4%	100.0%	
<i>Elaeoluma glabrescens</i>	1.4%	72.9%	72%	28.1%	100.0%	
<i>Guaiacum sanctum</i>	0.0%	0.0%	0%	0.0%	0.0%	Vedada
<i>Humiriastrum diguense</i>	0.0%	45.9%	42%	58.2%	100.0%	
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	4.5%	34.5%	27%	73.5%	100.0%	
<i>Hymenolobium mesoamericanum</i>	3.2%	35.5%	27%	73.1%	100.0%	Vedada
<i>Manilkara chicle</i>	48.0%	27.1%	61%	39.3%	100.0%	
<i>Manilkara zapota</i>	0.0%	76%	90%	10.4%	100.0%	
<i>Minquartia guianensis</i>	6.4%	37%	34%	66.4%	100.0%	
<i>Myroxylon balsamum</i>	0.0%	0.0%	0%	0.0%	0.0%	Vedada

<i>Paramachaerium gruberi</i>	0.0%	0.0%	0%	0.0%	0.0%	Vedada
<i>Parkia pendula</i>	0.0%	0.0%	0%	0.0%	0.0%	Vedada
<i>Peltogyne purpurea</i>	1.4%	99%	100%	0.0%	100.0%	
<i>Pentaclethra macroloba</i>	1.8%	33%	25%	75.2%	100.0%	
<i>Platymiscium parviflorum</i>	0.0%	0%	0%	100.0%	100.0%	Vedada
<i>Platymiscium pinnatum</i>	0.0%	55%	30%	69.6%	100.0%	Vedada
<i>Podocarpus costaricensis</i>	100.0%	0%	100%	0.0%	100.0%	Vedada
<i>Podocarpus guatemalensis</i>	4.3%	87%	93%	7.1%	100.0%	Vedada
<i>Prioria copaifera</i>	7.2%	15%	23%	77.3%	100.0%	
<i>Qualea paraensis</i>	0.0%	58%	68%	31.5%	100.0%	
<i>Ruptiliocarpus caracolito</i>	2.7%	73%	55%	45.5%	100.0%	
<i>Sacoglottis trichogyna</i>	7.4%	38%	48%	51.7%	100.0%	
<i>Sideroxylon capiri</i>	25.0%	19%	43%	57.3%	100.0%	
<i>Swietenia macrophylla</i>	69.2%	0%	18%	81.6%	100.0%	Vedada
<i>Tachigali costaricensis</i>	1.2%	30%	28%	72.4%	100.0%	Vedada
<i>Tachigali versicolor</i>	9.5%	76%	83%	17.1%	100.0%	
<i>Terminalia amazonia</i>	3.7%	41%	41%	58.6%	100.0%	
<i>Vantanea occidentalis</i>	2.4%	56%	52%	47.7%	100.0%	
<i>Vatairea lundellii</i>	0.0%	47%	64%	35.8%	100.0%	
<i>Virola sebifera</i>	5.0%	40%	30%	69.5%	100.0%	
<i>Vochysia ferruginea</i>	0.3%	57%	64%	35.7%	100.0%	
<i>Vochysia guatemalensis</i>	2.2%	23%	21%	78.9%	100.0%	

Del número mínimo de individuos por especie:

En el Cuadro 127 y Cuadro 132 se muestran los valores obtenidos del total de individuos estimados de la población de cada una de las 50 especies con un dap>30 cm. Estas Poblaciones son categorizadas de 0 a 500 individuos se considera una especie con riesgo alto (en rojo), de 500 a 1000 individuos es una especie con riesgo medio (en amarillo) y más de 1000 individuos es una especie con bajo riesgo (en verde)

De la fragmentación de los bosques y el sistema de reproducción de las especies:

La fragmentación de los bosques fuera de ASP es un factor que aumenta el riesgo de reproducción de las especies forestales, por ende su sostenibilidad a largo plazo. Así como las estrategias de dispersión y agentes polinizadores. Se considera que las especies dioicas tienen un riesgo alto (color rojo), pues se requiere identificar adecuadamente los individuos hembra y machos, dificultando los procesos de polinización. Las especies monoicas, hermafroditas o monoclino-monoicas, tienen un riesgo bajo (color verde) pues el proceso polinización se lleva a cabo en un entorno más cerrado.

Los tres aspectos anteriores nos permiten considerar entonces la conservación de las especies en ASP, la población total estimada para parametrizar el riesgo de degradación genética de la población y el riesgo por fragmentación según el sistema reproductivo de las especies.

Se presenta en el siguiente cuadro la evaluación combinada de estos 3 factores y proponer el estado de conservación de esas especies según estos y una propuesta de acciones para las especies con algún nivel de riesgo.

La clasificación resultante es una adaptación a los criterios de UICN, en su terminología, pero no así en la metodología de evaluación. Las categorías usadas son las siguientes:

- Riesgo menor
- Preocupación menor
- Preocupación mayor
- Vulnerable
- En peligro crítico

Cada categoría es asignada según el nivel de riesgo o combinación de los riesgos calculados según lo indicado anteriormente tal como se muestra el siguiente cuadro:

Especie	Riesgo o amenaza a la especie				
	Su hábitat está protegido en ASP	Población genéticamente abundante (dap>30 cm)	Estrategia de reproducción	Estado de Conservación definido para este estudio	Recomendación
<i>Anthodiscus chocoensis</i>	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
<i>Astronium graveolens</i>	MEDIO	BAJO	ALTO	PREOCUPACION MAYOR	Incorporar criterios técnicos al manejo de esta especie en función de su estrategia de reproducción
<i>Brosimum alicastrum</i>	ALTO	BAJO	ALTO	EN PELIGRO CRITICO	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga. Incorporar criterios técnicos al manejo de esta especie en función de su estrategia de reproducción
<i>Buchenavia tetrphylla</i>	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
<i>Carapa guianensis</i>	MEDIO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
<i>Caryocar costaricense</i>	ALTO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MAYOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
<i>Caryodaphnopsis burgeri</i>	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
<i>Cedrela odorata</i>	ALTO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MAYOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
<i>Cedrela fissilis</i>	ALTO	ALTO	BAJO	EN PELIGRO CRITICO	Hacer estudios de hábitat
<i>Cedrela salvadorensis</i>	ALTO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MAYOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
<i>Ceiba pentandra</i>	ALTO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MAYOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
<i>Copaifera aromatica</i>	ALTO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MAYOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
<i>Copaifera camibar</i>	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
<i>Cordia gerascanthus</i>	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
<i>Couratari guianensis</i>	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
<i>Couratari scottmorii</i>	MEDIO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
<i>Dalbergia retusa</i>	MEDIO	ALTO	BAJO	PREOCUPACION MAYOR	Establecer acciones para proteger esta especie debido a su Población
<i>Dialium guianense</i>	BAJO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
<i>Dipteryx panamensis</i>	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
<i>Dussia macrophyllata</i>	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
<i>Elaeoluma glabrescens</i>	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
<i>Guaiacum sanctum</i>	ALTO	ALTO	BAJO	EN PELIGRO CRITICO	Hacer estudios de hábitat

Especie	Riesgo o amenaza a la especie				
	Su hábitat está protegido en ASP	Población genéticamente abundante (dap>30 cm)	Estrategia de reproducción	Estado de Conservación definido para este estudio	Recomendación
<i>Humiriastrum diguense</i>	MEDIO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	MEDIO	BAJO	MEDIO	PREOCUPACION MAYOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga. Incorporar criterios técnicos al manejo de esta especie en función de su estrategia de reproducción
<i>Hymenolobium mesoamericanum</i>	MEDIO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
<i>Manilkara chicle</i>	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
<i>Manilkara zapota</i>	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
<i>Minquartia guianensis</i>	MEDIO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
<i>Myroxylon balsamum</i>	ALTO	ALTO	BAJO	EN PELIGRO CRITICO	Hacer estudios de hábitat
<i>Paramachaerium gruberi</i>	ALTO	ALTO	BAJO	EN PELIGRO CRITICO	Hacer estudios de hábitat
<i>Parkia pendula</i>	ALTO	ALTO	BAJO	EN PELIGRO CRITICO	Hacer estudios de hábitat
<i>Peltogyne purpurea</i>	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
<i>Pentaclethra macroloba</i>	MEDIO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
<i>Platymiscium parviflorum</i>	ALTO	ALTO	BAJO	EN PELIGRO CRITICO	Hacer estudios de hábitat
<i>Platymiscium pinnatum</i>	MEDIO	MEDIO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Establecer acciones para proteger esta especie debido a su Población. Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
<i>Podocarpus costaricensis</i>	BAJO	BAJO	ALTO	PREOCUPACION MAYOR	Incorporar criterios técnicos al manejo de esta especie en función de su estrategia de reproducción
<i>Podocarpus guatemalensis</i>	BAJO	BAJO	ALTO	PREOCUPACION MAYOR	Incorporar criterios técnicos al manejo de esta especie en función de su estrategia de reproducción
<i>Prioria copaifera</i>	MEDIO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
<i>Qualea paraensis</i>	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
<i>Ruptiliocarpus caracolito</i>	BAJO	BAJO	ALTO	PREOCUPACION MAYOR	Incorporar criterios técnicos al manejo de esta especie en función de su estrategia de reproducción
<i>Sacoglottis trichogyna</i>	MEDIO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
<i>Sideroxylon capiri</i>	MEDIO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
<i>Swietenia macrophylla</i>	ALTO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MAYOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
<i>Tachigali costaricensis</i>	MEDIO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga

Especie	Riesgo o amenaza a la especie				
	Su hábitat está protegido en ASP	Población genéticamente abundante (dap>30 cm)	Estrategia de reproducción	Estado de Conservación definido para este estudio	Recomendación
<i>Tachigali versicolor</i>	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
<i>Terminalia amazonia</i>	MEDIO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
<i>Vantanea occidentalis</i>	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
<i>Vatairea lundellii</i>	BAJO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
<i>Virola sebifera</i>	MEDIO	BAJO	ALTO	VULNERABLE	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga. Incorporar criterios técnicos al manejo de esta especie en función de su estrategia de reproducción
<i>Vochysia ferruginea</i>	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
<i>Vochysia guatemalensis</i>	MEDIO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4. Este trabajo no pretende hacer una propuesta definitiva de zonificación forestal, sino una propuesta de zonificación para someterla a un proceso de mejora continua, mediante el establecimiento o incorporación de otras fuentes de información recolectada mediante instrumentos en campo.
5. Las definiciones bosque natural y bosque secundario analizadas, todas tienen similitudes generales entre sí con algunas variables técnicas solamente. Sin embargo, la metodología a diseñar para la zonificación forestal se pretende que sea una herramienta útil en la toma de decisión sobre el manejo de los recursos forestales, por lo que se debe tomar muy en cuenta la definición legalmente establecida y vigente en la Ley Forestal 7575 normativa técnica vinculada a esta ley.
6. La base de datos para el análisis de la información provino de tres fuentes: información recolectada del INF, plantillas digitales de planes de manejo presentados en las oficinas regionales de SINAC e información de PPM aportada por los miembros de OEFO.
7. De las 446 parcelas recibidas, se excluyeron 7 parcelas del INF (IMG20068, IMG05885, IMG17663, IMG04070, IBM17830, IBS17149, IBS18506), que se tenían dudas sobre su ubicación, ya fuese porque tenían coordenadas duplicadas o la ubicación no correspondía con su composición florística o porque no tenían registros florísticos. Para efectos de los análisis de producción y de conservación se utilizan 439 parcelas.
8. La información del INF consistió en la base de datos de 174 parcelas de bosque maduro, bosque secundario, bosque de palmas y rodales de mangle. Los registros obtenidos fueron 7.505.
9. La información de Planes de manejo fue recopilada en las oficinas regionales de SINAC: Siquirres, Limón, San Carlos-Los Chiles, Pital, Upala, Guápiles, Sarapiquí, Osa. En las mismas es en donde se han presentado solicitudes de aprovechamiento de bosque desde el año 2010. En total se recolectaron 71 archivos digitales de las plantillas aportadas por los profesionales forestales y la base de datos consta de 46.209 registros.
10. La información de las PPM fue aportada por los miembros de OEFO: CATIE, UNA – ITCR. OET, FUNDECOR y CODEFORSA. La información aportada fue la última medición realizada a las parcelas, entre los años 2004 y 2017, para un total de 194 PPM y 56 462 registros a partir de 10 cm de Dap.
11. El número total de registros de la base de datos a utilizar es de 110 176 a partir de 10 cm de Dap. La cantidad de especies total encontrada es de 1 639 nombre científicos, la mayoría con género y especie determinado.
12. De las cinco metodologías para la clasificación de vegetación en Costa Rica revisadas, unas de ellas como Zonas de Vida, utilizan únicamente parámetros ambientales, otras como Unidades Fito geográficas analiza el comportamiento de la composición florística junto con factores ambientales y geográficos para regionalizar el país.
13. Las metodologías para la clasificación de vegetación en Costa Rica revisadas comparten ciertas características y otros factores son exclusivos, sin embargo, todas pueden ser utilizadas como herramientas complementarias para la toma de decisiones en el campo forestal y ambiental.
14. Para la clasificación de las Zonas Forestales en este estudio, se siguieron distintas metodologías desarrolladas en investigaciones para identificar y caracterizar bosques en Costa Rica (Ramos 2004; Murrieta 2006; Sesnie, Finegan, Gessler & Ramos 2009; Chain, Finegan, Vélchez & Casanoves 2012; Veintimilla 2013, Granda 2015), Centroamérica (Doblado, 2011) y otros lugares del trópico (Albesiano, Rangel & Cadena 2003; Sánchez, Mata 2003; Villacorta, Reátegui & Zumaeta 2003; Ruiz, Téllez & Luna 2012).

15. De los estudios sobre clasificación de tipos de vegetación realizados en algunas regiones del territorio nacional, los análisis de resultados en casi todos los casos se circunscribieron a la parte estadística para definir los tipos de bosque y muy pocos llegaron a crear los mapas de los tipos de bosque identificados.
16. Se realizaron diversas pruebas de análisis de conglomerados a nivel de todo el país, utilizando todas las parcelas de las tres fuentes de información en una sola matriz. Con ello se obtuvieron entre 18 y 30 Zonas Forestales, sin embargo, se presentaron problemas para obtener un número considerable de especies indicadoras en cada Zona Forestal definida.
17. Otro problema que se presentó fue que a nivel país geográficamente resultó difícil interpretar como se ubicaban algunas agrupaciones a nivel de mapa, ya que contenían parcelas situadas en varios lugares geográfica y ambientalmente distintos. Al compararlos con las capas de variables físicas y ambientales, se confirmó que los resultados generados no eran confiables.
18. El análisis mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-métrico (Non-metric Multidimensional Scaling) NMS, aplicado a este procesamiento inicial dio como resultado un valor de Stress mayor 20, el cual es considerado como un valor riesgoso para realizar clasificaciones de bosques Clarke (1993).
19. Se recomienda que a nivel país la identificación de zonas forestales, sea a nivel de ecorregión, con el objetivo de reducir la variabilidad de los datos florísticos y con ello los resultados estadísticos sean más precisos y se encuentren entre los rangos estadísticamente válidos. Además, que facilite la interpretación de los conglomerados relacionados a características ambientales y geográficas para mejorar o identificar nuevas zonas forestales en una ecorregión.
20. Las fuentes de información para este estudio tenían características distintas en el tamaño de la parcela de medición, lo que provoca que las parcelas de una hectárea tengan un mayor número de especies, factor que influye a la hora de hacer los cálculos estadísticos para la determinación de las Zonas Forestales, por lo que se tomó la decisión de realizar la zonificación forestal con los datos del INF y hacerlo por ecorregiones.
21. Se recomienda que para estudios florísticos en el futuro se considere la utilización de parcelas de mayor tamaño, para poder capturar un mayor número de especies. Las parcelas del INF son pequeñas y registran un número muy bajo de especies.
22. Para la ecorregión 111.Zona Norte se tomó como fuente para el análisis, los datos de los PMF que son muy abundantes en la región y una importante fuente de información.
23. La normativa actual de manejo de bosques naturales está diseñada para monitorear el estado del bosque en periodos de 15 años, por lo que el uso e impulso de este instrumento a nivel del país, garantiza la generación de información del estado de nuestros bosques, por lo que se recomienda incorporar esta información a los esquemas nacionales de monitoreo forestal.
24. Se recomienda continuar y mejorar la utilización de las herramientas planteadas para el manejo sostenible de bosques naturales incluidas en la normativa legal actual, para capturar y utilizar la información y diseñar políticas de manejo basadas en información.
25. Los análisis de conglomerados para las parcelas ubicadas en rodales de mangles o bosques de palmas arrojan resultados no concluyentes, debido a dos factores: hay un número de parcelas muy reducido para estos tipos de bosque y la metodología no funciona adecuadamente para sitios monoespecíficos. Por lo que se clasificaron estos tipos de bosque según la ecorregión donde se

- localizan. Para esto se utilizó el mapa de tipos de bosque generando en el proceso del INF en el 2013 ubicando 5 zonas de mangle (códigos del 40 al 44) y 4 zonas de palmas (códigos del 50 al 53).
26. Se identificaron 13 zonas forestales con vacíos de información florística, las cuales fueron delimitadas según características ambientales y geográficas. Estas zonas se les asignó un código a partir del número 100.
 27. De las 52 zonas forestales clasificadas, 13 zonas forestales no tienen información florística suficiente para su clasificación, 5 son zonas de mangle y 4 son zonas de palmas. Por lo que solo 30 zonas forestales tenían información florística suficiente para su análisis estadístico de conglomerados.
 28. De las 30 Zonas Forestales clasificadas, 26 presentaron resultados de especies indicadoras con un p valor $< 0,05$. Por otra parte, considerando un p valor < 0.1 para clasificar especies indicadoras, dos Zonas Forestales más mostraron resultados de estas, las mismas son la ZF.26 (ZF.26) Llanuras de Guatuso y la ZF.29 (ZF.29) Cordillera Volcánica Central.
 29. Dos Zonas Forestales no registraron especies indicadoras (p valor $< 0,1$), las mismas son la ZF.13 Filas Costera, Las Cruces y Fila de Cal y Punta Burica y la ZF.28 (ZF.28) Cordillera de Tilarán.
 30. Se recomienda incluir dentro de futuros trabajos de monitoreo la ubicación de parcelas en las 4 zonas forestales indicadas en los puntos anteriores y en las 13 zonas forestales sin información florística dentro de este estudio.
 31. De las 439 parcelas, para los análisis de conglomerados se hace una primera corrida para todo el país y que consideran 417 parcelas, se excluyen las especies que solo están presentes en una parcela y las parcelas que solo contenían una especie)
 32. Para el análisis por ecorregión solo se consideran 166 parcelas, la mayoría son del INF, a excepción de la Ecorregión 111. Zona Norte, en donde se utilizan planes manejo para la zonificación forestal.
 33. La gráfica de ordenación (NMS) de las 166 parcelas utilizadas para la clasificación de las 30 Zonas Forestales con información florística, describieron un comportamiento no definido en la distribución geográfica de las parcelas (ZF.26) Llanuras de Guatuso, la ZF.29 Cordillera Volcánica Central, ZF.13 Filas Costera, Las Cruces y Fila de Cal y Punta Burica y la ZF.28 Cordillera de Tilarán. Cabe destacar que las Zonas mencionadas fueron las que no mostraron especies indicadoras (p valor > 0.05), por lo que es preciso agregar más parcelas de muestreo con el objetivo de lograr interpretar más información de estas.
 34. De las 3 ZF descritas en la ecorregión 108. Pacífico Sur, solo dos presentaron especies indicadoras (ZF.14) Filas en Península de Osa, Mogos y sector de Golfito, hasta los 500 msnm y ZF.15 Cuenca media de los ríos Térraba y Coto Brus). La ZF 15 registro especies indicadoras del género Miconia, el cual es característico de bosques secundarios. Por otra parte, las especies que registraron mayor IVI en las Zonas Forestales 13 y 15 son características de bosques secundarios. Cabe destacar que para clasificar de esta Ecorregión la mayor cantidad de parcelas utilizadas fueron montadas en ese tipo de bosque.
 35. Se recomienda que en la Ecorregión 108. Pacífico Sur es necesario registrar, recolectar o generar más información para realizar una mejor clasificación debido a que es una de las ecorregiones de Costa Rica donde debe implementarse las herramientas de manejo forestal, por lo que se debe contar con información valida como base para la toma de decisiones
 36. Se recomienda para las zonas forestales: ZF 1. (ZF.01) Península de Santa Elena, ZF 9. (ZF.09) Tierras bajas del Sur de la Península de Nicoya, ZF 17. (ZF.17) Estribaciones Bajas de la Cordillera de Talamanca, Vertiente Atlántica, ZF 19. Estribaciones bajas de la Cordillera de Talamanca, ZP Río

Banano y ZF 30. (ZF.30) Cerros de Escazú y Turrubares, el establecimiento o recolección de más parcelas, dado que estas Zonas Forestales se clasificaron en grupo que solo conglomeraron dos parcelas.

37. El análisis mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-métrico (Non-metric Multidimensional Scaling) NMS, para el corrido final de las 30 Zonas Forestales con información florística dio como resultado un valor de Stress de 27.4 (NMS <20), pero la gráfica de la proporción de varianza de los ejes explica un 67 % de los resultados, lo cual se considera como bueno. Según la literatura los valores mayores al 50 % son considerados apropiados para realizar clasificaciones de bosque.
38. Los análisis estadísticos de producción forestal (número de árboles y área basal) son presentados por Tipo de bosque (según el mapa de Tipos de bosque del INF,2013) en cada zona forestal con información de parcelas (439 parcelas)
39. Se recomienda establecer más parcelas en bosque maduro en la ecorregión 112. Zona Norte, Llanuras de Guatuso, Los Chiles, Upala, dado que el error de muestreo es de un 72%.
40. Se recomienda incorporar información o establecer parcelas en los Rodales de Mangle ubicados en las ecorregiones 102. Serranías de la Península de Nicoya y 109. Zona Caribe, dado que para este ejercicio no se contó con información de parcelas ubicadas en estos rodales.
41. Autores como Frankham, *et al.* (2002) y (Murillo 1992; citado por Jiménez 1999b) mencionan el concepto de población efectiva (N_e), que se refiere al número total de individuos que constituye una determinada población con capacidad reproductiva para engendrar progenies viables y no emparentados entre sí. Indican que el N_e , corresponde a un 10% de la población total. Por lo que 50 individuos que es el mínimo de individuos necesarios para la supervivencia de una especie equivalen a 500 de población total mínima por especie.
42. Se seleccionaron 50 especies, 17 especies según el Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE, 18 especies de mayor uso forestal según la ONF, 11 especies mencionadas por Jiménez (1999b), 4 especies de interés en la zona de Osa y en la zona Norte.
43. No se incluyó la especie *Cedrela fissilis*, debido a que no hubo registros en este estudio y que en otras fuentes de información no existen registros recientes.
44. Para determinar la población total de las 50 especies seleccionadas se tomó la abundancia de cada especie y se multiplicó por el área de bosque tanto maduro como secundario de cada Ecorregión en donde se registró la presencia de esa especie.
45. De las 50 especies a las que se determinó su estado Poblacional las especies *Dalbergia retusa* y *Platymiscium parviflorum* no contabilizan un solo individuo arriba de los 30 cm. de dap.
46. Para la especie *Platymiscium pinnatum*, se estima su población total en 891 individuos, número superior, pero muy cercano a los 500 individuos necesarios para garantizar su supervivencia según Frankham, *et al.* (2002)
47. Se recomienda considerar la implementación de nuevas políticas de manejo y conservación por Ecorregiones y Zonas Forestales para aprovechar el potencial de algunas especies en función de sus niveles Poblaciones a nivel regional y que sin embargo se ven disminuidas cuando se les evalúa a nivel de todo el territorio nacional.
48. Se recomienda para las especies con una Población estimada cercana a 1000 individuos, tales como *Copaifera aromatica*, *Couratari scottmorii*, *Dalbergia retusa*, *Guaiaecum sanctum*, *Myroxylon balsamum*, *Paramachaerium gruberi*, *Parkia pendula*, *Platymiscium parviflorum*,

Platymiscium pinnatum, se planteen acciones para el aumento y manejo de sus Poblaciones, tales como: plantaciones de árboles, reducción o restricción de cosecha, promover corredores biológicos que garanticen entre otros la acción de polinizadores y dispersores para colaborar en la permanencia de las especies en los hábitats donde se encuentran.

49. Se recomienda solicitar a las organizaciones encargadas de la protección de la lapa verde (*Ara ambigua*) cual es la Población óptima requerida de *D. panamensis* para sostener la Población actual y Población futura proyectada de *A. ambigua*, y determinar cuál es ese número en proporción a los 221 árboles en edad reproductiva de *D. panamensis* y establecer definitivamente las políticas y acciones de conservación y manejo de *D. panamensis* en la Ecorregión 111. Zona Norte.
50. Se recomienda para la próxima revisión de los Principios Criterios e indicadores para el manejo de bosques naturales la incorporación del manejo forestal según Ecorregión o zona forestal, en lo relacionado a las especies potenciales abundantes que lo son solo en una o algunas de estas.
51. La especie que presenta una población total estimada más alta fue *Pentaclethra macroloba*, la cual presenta una abundancia media de 26.93 individuos por ha, un área de distribución de 559 357.5 ha, para un total estimado de 5 618 439 individuos a partir de 30 cm de Dap.
52. El resultado de la población total, al ser una estimación, no puede tomarse como un dato contundente de la población de cada especie, además debe tomarse en cuenta el grado de fragmentación de los bosques donde se registró cada especie para asegurar la presencia de una cantidad de individuos suficiente por fragmento de bosque para asegurar la sobrevivencia de la especie.
53. De la estructura horizontal para las 50 especies analizadas en su estado Poblacional, un 60 % de las mismas presentaron una forma de “J” invertida típica con mayor cantidad de individuos en las clases diamétricas inferiores y la cantidad de individuos disminuyendo conforme aumenta el diámetro.
54. El resto 40 % de las especies no presentó una forma de “J” invertida sino un comportamiento irregular. Murillo *et al.* (2001) argumenta para un estudio realizado en la Zona Norte que algunas especies poseen una baja abundancia o se pueden considerar especies raras dentro de un ecosistema natural sin que medien causas antropogénicas. Por ello, la falta de individuos en algunas clases diamétricas no necesariamente debe considerarse como una especie amenazada.
55. Analizando las tres fuentes de información, se encontraron más cantidad de especies clasificadas con algún grado de amenaza en los estudios de Estrada (31) *et al.* (2005) y Jiménez 2009b (22).
56. Los resultados del INF 2013 se presentan con base a todos los tipos de uso (estratos) descritos. Para este estudio se está tomando en cuenta solamente la información de las Unidades de manejo primarias, para los estratos Bosque maduro, Bosque secundario, Bosque de Palmas y Rodales de mangle.
57. Cuatro especies catalogadas como vedadas en Costa Rica según el Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE, no fueron reportadas en ninguna de las tres fuentes de información, estas fueron: *Guaicum sanctum*, *Myroxylon balsamum*, *Paramachaerium gruberi* y *Parkia pendula*.
58. Se recomienda elaborar un nuevo decreto para derogar el Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE, en donde se manejen criterios de abundancia regionales basados en estudios numéricos respaldados por:
 - la academia y

- el Estado mediante el uso de la información recopilada en los instrumentos de manejo forestal (SIPLAMA, SICAF u otros) para establecer políticas de manejo (como tasa de cosecha, o una restricción de corta, u otras) por especie y ecorregión en vez del estado de veda nacional.
59. Los datos de abundancia estimados de la población total por especie tienden a ser altos, muy lejos del mínimo de los 500 árboles necesarios para garantizar su supervivencia según Frankham, *et al.* (2002), esto pudo deberse al tamaño de las parcelas del INF, donde cada individuo encontrado tiene un peso de 10 árboles por hectárea. Al hacer uso de otras fuentes como PPM el peso de cada árbol va de 1 a 3 árboles por hectárea y el uso de PMF, tiende a fraccionar el peso de cada árbol a menos de 1 por hectárea.
 60. Según las metodologías de CITES o UICN, para catalogar las especies con algún grado de amenaza, se consideran entre otros factores la reducción del hábitat, uso de la especie, abundancia entre otros, de los cuales no contamos con una fuente de información homologada metodológicamente consistente en el tiempo, por lo que se optó por estimar las Poblaciones totales considerando el área de bosque de las ecorregiones donde se presentan estas especies.
 61. Al comparar los individuos registrados en las parcelas del INF, PPM y PMF con los registros reportados por Estrada *et al.* (2005), no se evidencia consistencia en la información debido a la metodología de registro de los datos.
 62. En el Mapa de Índice del estado de población para bosque maduro, las Ecorregiones donde las abundancias son más representativas son las Ecorregiones 111.Zona Norte y 108.Zona Sur del país, donde las condiciones climáticas favorecen que los bosques sean más ricos y diversos.
 63. En el caso del Mapa de Índice del estado de población para bosque secundario, las ecorregiones con más abundancia son la 106.Zona Alta Talamanca, 110.(ZF.29) Cordillera Volcánica Central y Cerros de Escazú y la 113. Cordillera de Guanacaste y Tilarán, todas ubicadas en las zonas montañosas del país.
 64. Para la estimación de los índices de diversidad se utilizó la base total de 110 176 individuos, resumidos en una base de datos constituida por 21 345 registros correspondientes a la abundancia absoluta de una especie en una parcela. Cabe mencionar que los individuos indicados como especies desconocidos no fueron incluidas para estos cálculos, sin embargo, las especies identificadas a nivel de género si fueron incluidas
 65. Los resultados de índices de diversidad fueron calculados mediante la combinación de tipos de parcelas de muestreo (INF, PMF, PPM), lo cual causo que en algunas Ecorregiones las cantidades de datos “N” fuera mayor que en otras y también en el número de especies.

Para este estudio se obtuvieron resultados contradictorios al usar diferentes índices de diversidad dado que estos se calcularon por ecorregión. Las razones de esta situación se dan por:

- El uso de parcelas de diferente tamaño, donde las parcelas del INF, tienen una menor cantidad de árboles registrados y especies por parcela, que las PPM y PMF
- La diferencia en la cantidad de parcelas utilizadas por ecorregión.
- Los dos factores anteriores afectan los resultados según la fórmula utilizada para cada índice

Por lo anterior concluimos que según los datos de entrada requeridos el Índice de Shannon y Wiener podrían representar mejor la comparación entre Ecorregiones, debido a que este índice utiliza la cantidad de especies presentes en una ecorregión y la abundancia relativa para cada especie, no considerando directamente el área de las parcelas y la diferencia entre el tamaño de estas.

66. Según la estimación de la población total, se obtienen resultados muy positivos para las 50 especies evaluadas. Se recomienda evaluar el valor de 0.3 árboles por hectárea de abundancia como un parámetro para indicar si una especie es poco frecuente debido a que los resultados a nivel de ecorregión muestran en la mayoría de los casos un valor menor a 0.3 árboles por hectárea.
67. Se recomienda que para efectos de manejo forestal a nivel de especie forestal se siga analizando la abundancia a nivel de Unidad de Manejo, con el inventario preliminar para el plan de manejo, y que, a nivel de finca, los resultados del muestreo preliminar indiquen cuales son las especies con abundancia suficiente para ser sujetas a cosecha forestal y cuales especies son poco abundantes.
68. Murillo *et al.* (2011) indica que muchas de las especies catalogadas como amenazadas son realmente son especies con una baja abundancia o raras dentro del ecosistema natural, sin mediar causas antropogénicas. Por ello, es necesario que las políticas de manejo y conservación de las especies se realice a partir de la realidad regional (Ecorregiones) o Zonas Forestales y no generalizarlas para todo el país.
69. Este estudio sirve como fuente de información para que sea revalorada la sentencia 2008-13426 de la Sala Constitucional para el caso de la especie *Dipteryx panamensis* (Pittier) Record & Mell que se encuentra en estos momentos restringida su aprovechamiento, transporte y comercialización y que los resultados para este estudio muestran que es una especie muy abundante en la Ecorregión 111.Zona Norte y que es necesario volver a permitir, de manera restringida tal como lo establece el Decreto N° 25663-MINAE (MINAE, 1996).
70. Para el caso de *Tachigali costaricensis* es una especie que está vedada en el Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE referida a su nombre anterior (*Sclerolobium costaricense*), que esa abundante en la Ecorregión 111. Zona Norte, pero más aún en la Zona forestal 23. Cerros El Jardín, Chaparrón y otros. Este es un caso que el manejo de una especie forestal que es abundante en una zona forestal o ecorregión se puede definir un lineamiento técnico para su aprovechamiento y para el resto de las zonas forestales o ecorregiones una restricción de corta (no aprovechar)
71. Se recomienda analizar técnicamente la reactivación de la actividad forestal como una herramienta de conservación como una política para reducir la tala ilegal y disminuir el riesgo sobre especies comerciales valiosas.
72. Se recomienda, dado el estado de conservación PREOCUPACION MAYOR, establecer acciones para proteger la especie *Dalbergia retusa* debido a su tamaño de población.
73. Se recomienda, dado el estado de conservación PREOCUPACION MENOR, establecer acciones para proteger la especie *Platymiscium pinnatum* debido a su tamaño de población además hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
74. Se recomienda, dado el estado de conservación EN PELIGRO CRITICO, Hacer estudios de hábitat para las siguientes especies: *Cedrela fissilis*, *Guaiacum sanctum*, *Myroxylon balsamum*, *Paramachaerium gruberi*, *Parkia pendula*, *Platymiscium parviflorum*, dado que no se encontraron registros en este estudio.
75. Se recomienda, dado el estado de conservación: PREOCUPACION MAYOR, hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que contenga las siguientes especies *Caryocar costarricense*, *Cedrela odorata*, *Cedrela salvadorensis*, *Ceiba pentandra*, *Copaifera aromatica*, *Swietenia macrophylla*, debido a que la proporción de individuos dentro de las ASP es baja comparada a las Poblaciones fuera de ASP

76. Se recomienda, dado el estado de conservación: PREOCUPACION MENOR, hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que contenga las siguientes especies *Carapa guianensis*, *Couratari scottmorii*, *Dialium guianense*, *Humiriastrum diguense*, *Hymenolobium mesoamericanum*, *Minquartia guianensis*, *Pentaclethra macroloba*, *Prioria copaifera*, *Sacoglottis trichogyna*, *Sideroxylon capiri*, *Tachigali costaricensis*, *Terminalia amazonia*, *Vatairea lundellii*, *Vochysia guatemalensis*, debido a que la proporción de individuos dentro de las ASP es medio comparada a las Poblaciones fuera de ASP
77. Se recomienda, dado el estado de conservación: EN PELIGRO CRITICO hacer estudios de hábitat de la especie *Brosimum alicastrum* y recomendar la creación de ASP que la contenga. Además incorporar criterios técnicos al manejo de esta especie en función de su estrategia de reproducción
78. Se recomienda, dado el estado de conservación: PREOCUPACION MAYOR, hacer estudios de hábitat de la especie *Hyeronima alchorneoides* y recomendar la creación de ASP que la contenga. Además incorporar criterios técnicos al manejo de esta especie en función de su estrategia de reproducción
79. Se recomienda, dado el estado de conservación: VULNERABLE, hacer estudios de hábitat de la especie *Virola sebifera* y recomendar la creación de ASP que la contenga. Además incorporar criterios técnicos al manejo de esta especie en función de su estrategia de reproducción.
80. Se recomienda, dado el estado de conservación: PREOCUPACION MAYOR, Incorporar criterios técnicos al manejo de en función de la estrategia de reproducción de las siguientes especies: *Astronium graveolens*, *Podocarpus costaricensis*, *Podocarpus guatemalensis*, *Rupitiliocarpon caracolito*
81. Las siguientes especies presentan estado de conservación RIESGO MENOR, ya que los riesgos identificados son bajos: *Anthodiscus chocoensis*, *Buchenavia tetraphylla*, *Caryodaphnopsis burgeri*, *Copaifera camibar*, *Cordia gerascanthus*, *Couratari guianensis*, *Dipteryx panamensis*, *Dussia macrophyllata*, *Elaeoluma glabrescens*, *Manilkara chicle*, *Manilkara zapota*, *Peltogyne purpurea*, *Qualea paraensis*, *Tachigali versicolor*, *Vantanea occidentalis*, *Vochysia ferruginea*.

10 BIBLIOGRAFIA.

- Badii, M. H., Landeros, J., & Cerna, E. (2008). Patrones de asociación de especies y sustentabilidad. *Revista Daena (International Journal of Good Conscience)*, 3(1). 632-660 p.
- Barrantes, A., Ugalde, S., (2016). Usos y aportes de la madera en Costa Rica. ONF.
- Campo, A. M., & Duval, V. S. (2014, July). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina) 1. In *Anales de Geografía de la Universidad Complutense* (Vol. 34, No. 2, p. 25). Universidad Complutense de Madrid.
- Castillo, M., Fallas, A., & Quesada, R. (2007). Distribución y abundancia de árboles de dosel del bosque húmedo tropical en la Península de Osa. Instituto Nacional de Biodiversidad-CTCBO-Critical Ecosystem Partnership Fund-Conservación Internacional, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Informe Final, Cartago, CR.
- Clarke, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austral ecology*, 18(1), 117-143 p.
- Ecobiosis. 2017. Base datos Museo Nacional de Costa Rica (descargado 1 de junio del 2017. <http://ecobiosis.museocostarica.go.cr/>)
- Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005). Evaluación y categorización del estado de conservación de plantas en Costa Rica. Museo Nacional de Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad. Sistema Nacional de Áreas de Conservación. 228 p.
- Fallas, J. (2011). Ecorregiones y ecosistemas de Costa Rica: un enfoque ecosistémico. Capa de información en formato shape. En <http://ceniga.sinac.go.cr/geonetwork/srv/eng/main.home?uuid=cecabc7a-0971-40ad-b245-c9d49d0e5909>
- Finegan, B; Palacios, W; Zamora, N; Delgado, D. 2001. Ecosystem-Level Forest Biodiversity and Sustainability Assessments for Forest Management. In Raison, RJ; Brown, AG; Flinn, DW. *Criteria and indicators for Sustainable Forest Management*. CABI Publishing/IUFRO. Vienna, Austria. P. 341-378 p.
- Gómez, L. D. (1986). *Vegetación y Clima de Costa Rica*, Vol. 1. Universidad Estatal A Distancia, San José, Costa Rica. 1. 327 p.
- Herrera, W; Gómez, LD. 1993. Mapa de unidades bióticas de Costa Rica. San José, CR, US Fish & Wildlife Service / The Nature Conservancy / Incafo / Centro de Datos para la Biología de la Conservación de Costa Rica / INBio / Fundación Gómez-Dueñas. Escala 1: 685.000. Color.
- Holdridge, L. R. (1967). Life zone ecology. *Life zone ecology.*, (rev. ed.). 206 p.
- Jiménez Madrigal, Q. (1999a). Árboles maderables en peligro de extinción en Costa Rica (No. 634.97097286 J61 1999). INBio. 187 p.
- Jiménez, Q. (1999b). Consideraciones sobre el manejo y conservación de 18 especies forestales vedadas en Costa Rica. *Guaiacum sanctum*. 153 p.
- Jiménez, Q., (2015). El camino a la extinción de los árboles en Costa Rica. *Ambientico* N° 253, Artículo 4. Ecologismo y cobertura forestal en Costa Rica. Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia, Costa Rica, 23 - 30 p.
- Lamprecht, H. 1990. *Silvicultura en los trópicos*. Trad. A. Carrillo. Eschborn, GE, GTZ. 335 p.
- INBio. (04 de noviembre de 2017). Estudio Nacional de Biodiversidad de Ecosistemas : Capitulo II. Obtenido de www.inbio.ac.cr: <http://www.inbio.ac.cr/es/biod/estrategia/Páginas/ecosistema01.html>

- Instituto Nacional de Biodiversidad. (9 de 11 de 2017). www.inbio.ac.cr. Obtenido de Inbio: <http://www.inbio.ac.cr/es/biod/estrategia/Páginas/ecosistema01.html>
- Ley N° 7575. del 13 de febrero de 1996. Ley Forestal.
- Liu, Bing & Yang, Yong & Ma, Keping. (2013). A new species of *Caryodaphnopsis* Airy Shaw (Lauraceae) from southeastern Yunnan, China. *Phytotaxa*. 118. 10.11646/phytotaxa.118.1.1.
- Lizano-López, M. V. (2017). Estructura horizontal de seis especies de árboles maderables en bosques intervenidos de la Zona Norte de Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 15(36), 02-08 p.
- Lozada, J. (2010). Consideraciones metodológicas sobre los estudios de comunidades forestales. *Revista Forestal Venezolana*. vol. 54, 77-88 p.
- Maldonad, G., Montero, W., & Hernandez, G. (2013). Propuesta Metodologica para la clasificación de Especies por Gremio Ecológico. Costa Rica: INISEFOR.
- Matteucci, SD; Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. USA, OEA. 163 p.
- MINAE. (2 de nov de 1998). Decreto Ejecutivo No. 27388. La Gaceta No.212. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica. (2015). Marco conceptual y metodológico para Inventario Nacional Forestal de Costa Rica Vol (4). San José, Costa Rica: Sistema de Áreas de Conservación de Costa Rica.
- Morales-Salazar, M., Vilchez-Alvarado, B., Chalzdón, R., Ortega-Gutierrez, M., Ortiz-Malavassi, E., & Guevara-Bonilla, M. (2012). Diversidad y Estructura horizontal en los bosques del Corredor Biológico de Osa. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú* (Costa Rica), 9 (23).
- Murillo-Gamboa, O., Badilla-Valverde, Y., & Rojas-Parajeles, F. (2011). Piloto de conservación y manejo de recursos genéticos forestales en la zona norte de Costa Rica.
- Naciones Unidas. (2010). Objetivos de desarrollo del Milenio. Avances en la Sostenibilidad Ambiental del Desarrollo en América latina y el Caribe. Obtenido de <http://www.cinu.or>
- Noss, RF; O`Connell; Murphy, D. 1997. The science of conservation planning: hábitat conservation under the endangered species act. Island Press. Washington, D.C. 246 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2010. Evaluación De Los Recursos Forestales Mundiales, FRA2010/047. Informe Nacional Costa Rica. Roma. 80 p.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico . (2001).
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). (2001). Indicadores Medioambientales para la Agricultura. OCDE.
- Programa REDD/CCAD-GIZ - SINAC. 2015. Inventario Nacional Forestal de Costa Rica 2014-2015. Resultados y Caracterización de los Recursos Forestales. Preparado por: Emanuelli, P., Milla, F., Duarte, E., Emanuelli, J., Jiménez, A. y Chavarría, M.I. Programa Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal en Centroamérica y la República Dominicana (REDD/CCAD/GIZ) y Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) Costa Rica. San José, Costa Rica. 380 p.
- Quesada Monge, R., & Quiros-Brenes, K. (2003). Estudio de especies forestales con Poblaciones reducidas o en peligro de extinción. Informe Final. Cartago, CR: ITCR: Escuela de Ingeniería Forestal. 167 p.
- Quesada, R. 2004a. Consideraciones silviculturales de ocho especies forestales con Poblaciones reducidas o en peligro de extinción en la provincia de Guanacaste, Costa Rica. *Kurú* 1(1). 1-15 p.

- Quesada, R. 2004b. Especies forestales vedadas y bajo otras categorías de protección en Costa Rica. *Kurú* (1(2). 1-5 p.
- Ramos, Z. (2004). Estructura y composición de un paisaje boscoso fragmentado: Herramienta: Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica: Centro Científico Tropical (CATIE).
- REDD/CCAD-GIZ_SINAC, P. (2015). Inventario Nacional Forestal de Costa Rica 2014-2015. Resultados y Caracterización de los Recursos Forestales. San José, Costa Rica : Sistemas de Áreas de Conservación (SINAC) Costa Rica.
- Rivera, D.; Viquez, H. 2010. Proyecto de Investigación: EVALUACIÓN DEL ESTADO POBLACIONAL Y EL COMERCIO DE *Cedrela odorata* L. (MELIACEAE) Y *Dalbergia retusa* Hemsl. (FABACEAE) EN COSTA RICA.
- Sesnie, S. (2006). A geospatial data integration framework for mapping and monitoring tropical landscape diversity in Costa Rica's San Juan-La Selva biological corridor. University of Idaho, College of Graduate Studies. PhD dissertation.
- SINAC-Programa REDD-CCAD-GIZ, 2015. Inventario Forestal Nacional de Costa Rica 2013-2014: Marco conceptual y metodológico para las fases de muestreo y muestreo. Compilado por el Ing. Jorge Fallas Gamboa para el Inventario Forestal Nacional de Costa Rica, ejecutado por el Sinac dentro del marco del Programa REDD/CCAD/GIZ. San José, Costa Rica. 134 p.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2017). Grúas II. Propuesta de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica: Vol 1. Análisis de vacíos en la representatividad e integridad de la biodiversidad terrestre. San José- Costa Rica: Minae.
- Tuomisto, H. 1993. La vegetación de terrenos no inundables (tierra firme) en la selva baja de la Amazonía peruana. In Kalliola, R; Puhakka, M; Danjoy, W. (eds). Amazonía peruana. PAUT y ONERN, Jyväskylä, Finlandia. 139-153 p.
- UICN. (2012). Categorías y criterios de la List ROja de la UICN. versión 3.1 Segunda Edición. Suiza: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
- Vilchez, S. CATIE 2018. Laboratorio de bioestadística. CATIE. Comunicación Personal.
- Vegetación y Clima de Costa Rica. Luis D. Gómez (1986 y Herrera y Gómez 1993).
- Zamora, 2008. Revista Recursos Naturales y Ambiente. No. 54, CATIE. Pag. 14-20.
- Zamora, N., Hammel, B., & Grayum, M. (2004). Manual de Plantas de Costa Rica. vol (1) . Missouri: Missouri Botanical Garden.