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)

Responsable técnica por SINAC

Ing. María Isabel chavarría Espinoza

Octubre 2017 – abril 2018

I. TABLA DE CONTENIDO

I. TABLA DE CONTENIDO 2
II. INDICE DE CUADROS 6
III. INDICE DE FIGURAS 13
IV. ACRÓNIMOS UTILIZADOS 21
1. INTRODUCCIÓN 22
1.1 Antecedentes 22
1.2 Información del INF. 22
2 Primer Producto. Metodología de identificación de tipos de ecosistemas forestales (zonificación forestal) enfocada en el manejo sostenible de recursos forestales. 24
2.1 Resumen de pasos para la Metodología a proponer. 24
2.1.1 Definiciones de tipo de bosque. 24
2.1.1.1 Definición establecida en la Ley Forestal 7575. 24
2.1.1.2 Definiciones establecidas para el INF. 25
2.1.1.3 Definiciones incluidas en fuentes ubicadas en la página web de SIREFOR. 26
2.1.1.4 Definiciones establecidas en informe FRA elaborado por SINAC para la FAO en el año 2010 y año 2015. 28
2.1.2 Revisión y justificación de metodologías para la utilización de parámetros ambientales (temperatura, precipitación) y fisiográficos (altitud, suelos) para zonificación forestal. 28
2.1.2.1 Zonas de Vida de Holdridge. 29
2.1.2.2 Macrotipos de Vegetación. 29
2.1.2.3 Unidades bióticas. 29
2.1.2.4 Regiones Botánicas o Florísticas. 30
2.1.2.5 Unidades fitogeográficas para la clasificación de ecosistemas terrestres en Costa Rica. 30
2.1.3 Estudios locales para la Clasificación de Tipos de Bosques. 32
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. 35
2.2.1 Definición de la zona de estudio. 35
2.2.2 Recolección de datos. 36
2.2.3 Estandarización de la información florística. 36
2.2.4 Índice de Valor de Importancia de las Especies 38
2.2.5 Clasificación de Zonas Forestales. 39
2.2.5.1 Técnicas aplicadas para definir Zonas Forestales 41
2.3 Resultados obtenidos para el producto 1. 43
2.3.1 Resultados generales. 43
2.3.2 Determinación de las Zonas Forestales. 44
2.3.2.1 Análisis estadístico inicial a nivel país 44
2.3.2.2 Regionalización del análisis. 48
2.3.2.2.1 101.Ecorregión Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque 51
2.3.2.2.2 102.Serranías de la Península de Nicoya 53
2.3.2.2.3 105.Ecorregión Pacifico Central 55
2.3.2.2.4 106. Ecorregión Alta de Talamanca 57
2.3.2.2.5 108.Ecorregión Pacifico Sur 59
2.3.2.2.6 109.Ecorregión 109.Zona Caribe 61
2.3.2.2.7 110.Ecorregión Cordillera Volcánica Central y 113. Cordillera De Guanacaste 63

2.3.2.2.8 111.Ecorregión Zona Norte 65
2.3.2.2.9 112.Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso 69
2.3.2.2.10 Rodales De Mangles 71
2.3.2.2.11 Bosques de Palmas 73
2.3.2.3 Análisis posterior a la delimitación de las Zonas Forestales. 74
2.3.2.3.1 101.Ecorregión Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque 75
2.3.2.3.2 106.Ecorregión Alta de Talamanca 77
2.3.2.3.3 111.Ecorregión Zona Norte 79
2.3.2.3.4 110.Ecorregión Cordillera Volcánica Central y 113.Cordillera de Guanacaste 82
2.3.2.3.5 Propuesta de clasificación de rodales de mangle y bosques de palma 82
2.3.2.4 Análisis estadístico para las Zonas Forestales con información. 83
3 Segundo Producto. Mapa de delimitación de los ecosistemas forestales conteniendo las áreas de cada uno y su caracterización. 91
3.1 Aplicación de la metodología desarrollada en el primer producto. 91
3.2 Caracterización de las Zonas Forestales presentes en cada Ecorregión. 91
3.2.1 Ecorregión 101.Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque 96
3.2.2 Ecorregión 102.Serranías de la Península de Nicoya 99
3.2.3 Ecorregión 110.Cordillera Volcánica Central y Cerros de Escazú 102
3.2.4 Ecorregión 113.Cordillera de Guanacaste y Tilarán 105
3.2.5 Ecorregión 105.Pacifico Central 108
3.2.6 Ecorregión 108.Pacífico Sur 111
3.2.7 Ecorregión 106.Alta de Talamanca 114
3.2.8 Ecorregión 109.Zona Caribe 117
3.2.9 Ecorregión 111.Zona Norte 120
3.2.10 Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso. 123
3.3 Valores de producción obtenidos 126
3.3.1 Bosque maduro 126
3.3.2 Bosque secundario y bosque deciduo 128
3.3.3 Rodales de mangle 130
3.3.4 Bosque de palmas 132
4 Tercer Producto. Documento sobre el estado Poblacional de las especies arbóreas, principalmente sobre aquellas contenidas en el Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE. 134
4.1 Aspectos por considerar para definir el estado Poblacional de una especie forestal. 134
4.2 Detalle del Estado Poblacional para las 50 especies arbóreas, principalmente sobre aquellas contenidas en el Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE. 137
4.2.1 Anthodiscus chocoensis Prance 137
4.2.2 Astronium graveolens Jacq 139
4.2.3 Brosimum alicastrum Sw. 141
4.2.4 Buchenavia tetraphylla (Aubl.) R.A. Howard 143
4.2.5 Carapa guianensis Aubl. 145
4.2.6 Caryocar costarricense Donn. Sm. 147
4.2.7 Caryodaphnopsis burgeri N. Zamora & Poveda 149
4.2.8 Cedrela odorata L. 151
4.2.9 Cedrela Salvadorensis Standl. 153
4.2.10 Ceiba pentandra (l.) Gaertn. 155
4.2.11 Copaifera aromatica Dwyer 157
4.2.12 Copaifera camibar Poveda, Zamora & P.E. Sánchez 159
4.2.13 Cordia gerascanthus L. 161

4.2.14 Couratari guianensis Aubl. 163
4.2.15 Couratari scottmorii Prance 165
4.2.16 Dalbergia retusa Hemsl. 167
4.2.17 Dialium guianense (Aubl.) Sandwith 169
4.2.18 *Dipteryx panamensis (Pittier) Record & Mell* 171
4.2.19 Dussia macroprophyllata (Donn. Sm.) Harms 173
4.2.20 Elaeoluma glabrescens (Mart. & Eichler) Aubrev. 175
4.2.21 Guaiacum sanctum L. 177
4.2.22 Humiriastrum diguense Cuatrec. 179
4.2.23 Hyeronima alchorneoides Allemão 181
4.2.24 Hymenolobium mesoamericanum H. C. Lima 183
4.2.25 Manilkara chicle (Pittier) Gilly 185
4.2.26 Manilkara zapota (L.) Royen 187
4.2.27 Minquartia guianensis Aubl. 189
4.2.28 Myroxylon balsamum (L.) Harms 191
4.2.29 Paramachaerium gruberi Brizicky 193
4.2.30 Parkia pendula (Willd.) Benth. Ex Walp. 195
4.2.31 Peltogyne purpurea Pittier 197
4.2.32 Pentaclethra macroloba (willd.) Kuntze 199
4.2.33 Platymiscium parviflorum benth. 201
4.2.34 Platymiscium pinnatum (Jacq.) Dugand 203
4.2.35 Podocarpus costaricensis De Laub. 205
4.2.36 Podocarpus guatemalensis Standl. 207
4.2.37 Prioria copaifera Griseb. 209
4.2.38 Qualea paraensis Ducke 211
4.2.39 Ruptiliocarpon caracolito Hammel & n. Zamora 213
4.2.40 Sacoglottis trichogyna Cuatrec. 215
4.2.41 Sideroxylon capiri (A.Dc.) Pittier 217
4.2.42 Swietenia macrophylla king 219
4.2.43 Tachigali costaricensis (N. Zamora & Poveda) N. Zamora & Van Der Werff 221
4.2.44 Tachigali versicolor Standl. & L.O. Williams 223
4.2.45 Terminalia amazonia (J.F. Gmel.) Exell 225
4.2.46 Vantanea occidentalis cuatrec. 227
4.2.47 Vatairea lundellii (Standl.) Killip Ex Record 229
4.2.48 Virola sebifera Aubl. 231
4.2.49 Vochysia ferruginea Mart. 233
4.2.50 Vochysia guatemalensis Donn. Sm. 235
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. 237
6 Quinto Producto. Mapeo de los índices del estado Poblacional de las especies arbóreas registradas en el INF, PPM y PMF. 244
7 Sexto Producto. Mapeo de los índices de diversidad biológica de especies arbóreas para las ecorregiones identificados. 246
7.1 Análisis de información derivada del INF, PPM y PMF para la determinación de índices de diversidad biológica de especies arbóreas. 246
7.1.1 Índice de Diversidad de Berguer – Parker. 246
7.1.2 Índice de Diversidad de Margalef 246

7.1.3 Índice de Diversidad de Menhinick 247
7.1.4 Índice de Diversidad de Simpson.....247
7.2 Interpretación del uso de diferentes índices de diversidad 254
8 Sétimo Producto. Estado de conservación de 50 especies arbóreas, basado en la información del INF, PPM y PMF. 255
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 265
10 BIBLIOGRAFIA. 273

II. INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Hectáreas por tipo de bosque según datos recopilados del Inventario Nacional Forestal. 22

Cuadro 2. Comparación de sistemas de Zonificación Forestal. 31

Cuadro 3. Nomenclatura de los códigos para cada parcela a analizar. 37

Cuadro 4. Plantillas recolectadas con información de los Planes de Manejo Forestal. 43

Cuadro 5. Información de PPM aportada por miembros de OEFO. 44

Cuadro 6. Distribución del total de registros y especies encontradas por fuente de información. 44

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. 47

Cuadro 8. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico. 47

Cuadro 9. Área en hectáreas de las ecorregiones utilizadas en este estudio 49

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. 52

Cuadro 11. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.52

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. 54

Cuadro 13. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.54

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. 55

Cuadro 15. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.56

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. 58

Cuadro 17. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.58

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. 60

Cuadro 19. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.60

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. 62

Cuadro 21. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.62

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. 64

Cuadro 23. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.64

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. 66

Cuadro 25. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.68

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. 70

Cuadro 27. Ordenación de los datos mediante la prueba de escalamiento multidimensional no-métrico. 70

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. 71

Cuadro 29. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.72

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. 73

Cuadro 31. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.74

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. 76

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. 77

Cuadro 34. Especies indicadoras (p < 0.1) representativas en cuatro Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de Montecarlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y palmas ≥ 10 cm de dap, en 53 parcelas de muestreo. 80

Cuadro 35. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.81

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. 82

Cuadro 37. Distribución de los registros y especies útiles para el análisis de conglomerados. 83

Cuadro 38. Especies indicadoras (p < 0.05) representativas en 30 Zonas Forestales. Resultado obtenido mediante la prueba de Montecarlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles, helechos arborescentes y palmas ≥ 10 cm de dap, en 166 parcelas de muestreo. 83

Cuadro 39. Ordenación de los datos mediante la prueba de Escalamiento Multidimensional No-Métrico.87

Cuadro 40. Descripción de los códigos para las variables ambientales elegidas en el análisis de componentes principales. 89

Cuadro 41. Resultado de la prueba del Análisis de redundancia (RDA), establecida para 166 parcelas del análisis de conglomerados y 9 variables ambientales. 90

Cuadro 42. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque. 96

Cuadro 43. Valores de abundancia y dominancia para seis Zonas Forestales presentes en la Ecorregión 101.Serranías del Pacífico Norte y Valle del Tempisque. 97

Cuadro 44. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita. 98

Cuadro 45. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión 102.Serranías de la Península de Nicoya. 99

Cuadro 46. Valores de abundancia y dominancia para dos Zonas Forestales presentes en la Ecorregión 102.Serranías de la Península de Nicoya. 100

Cuadro 47. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita. 101

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. 103

Cuadro 49. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita. 104

Cuadro 50. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión 113.Cordillera de Guanacaste y Tilarán. 105

Cuadro 51. Valores de abundancia y dominancia para dos Zonas Forestales presentes en la Ecorregión 113.Cordillera de Guanacaste y Tilarán. 106

Cuadro 52. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita. 107

Cuadro 53. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión Pacifico Central. 108

Cuadro 54. Valores de abundancia y dominancia para tres Zonas Forestales presentes en la Ecorregión Pacifico Central. 109

Cuadro 55. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita. 110

Cuadro 56. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión Pacífico Sur. 111

Cuadro 57. Valores de abundancia y dominancia para tres Zonas Forestales presentes en la Ecorregión Pacífico Sur. 113

Cuadro 58. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita. 113

Cuadro 59. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión Alta de Talamanca. 114

Cuadro 60. Valores de abundancia y dominancia para cuatro Zonas Forestales presentes en la Ecorregión Alta de Talamanca. 115

Cuadro 61. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita. 116

Cuadro 62. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión 109.Zona Caribe..... 117

Cuadro 63. Valores de abundancia y dominancia para tres Zonas Forestales presentes en la Ecorregión 109.Zona Caribe..... 118

Cuadro 64. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita. 119

Cuadro 65. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión 111.Zona Norte..... 120

Cuadro 66. Valores de abundancia y dominancia para cuatro Zonas Forestales presentes en la Ecorregión 111.Zona Norte..... 121

Cuadro 67. Valor indicador más alto de las dos especies indicadoras representativas en cada Zona Forestal descrita. 122

Cuadro 68. Descripción de las Zonas Forestales por medio de variables ambientales para la Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso. 123

Cuadro 69. Valores de abundancia y dominancia para la Zona Forestal presente en la Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso. 124

Cuadro 70. Valor indicador más alto de la especie indicadora representativa en cada Zona Forestal descrita. 125

Cuadro 71. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque Maduro. 126

Cuadro 72. Área basal por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque Maduro..... 127

Cuadro 73. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque secundario. 128

Cuadro 74. Área Basal por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque secundario..... 129

Cuadro 75. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Rodales de Mangle. 130

Cuadro 76. Área Basal por hectárea por Ecorregión para el estrato Rodales de Mangle..... 130

Cuadro 77. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque de Palmas..... 132

Cuadro 78. Área Basal por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque de Palmas. 133

Cuadro 79. Abundancia total de la especie *Anthodiscus chocoensis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 137

Cuadro 80. Abundancia total de la especie *Astronium graveolens* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 139

Cuadro 81. Abundancia total de la especie *Brosimum alicastrum* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 141

Cuadro 82. Abundancia total de la especie *Buchenavia tetraphylla* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 143

Cuadro 83. Abundancia total de la especie *Carapa guianensis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 145

Cuadro 84. Abundancia total de la especie *Caryocar costaricense* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 147

Cuadro 85. Abundancia total de la especie *Caryodaphnopsis burgeri* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 149

Cuadro 86. Abundancia total de la especie *Cedrela odorata* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 151

Cuadro 87. Abundancia total de la especie *Cedrela salvadorensis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 153

Cuadro 88. Abundancia total de la especie *Ceiba pentandra* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 155

Cuadro 89. Abundancia total de la especie *Copaifera aromática* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 157

Cuadro 90. Abundancia total de la especie *Copaifera camibar* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 159

Cuadro 91. Abundancia total de la especie *Cordia gerascanthus* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 161

Cuadro 92. Abundancia total de la especie *Couratari guianensis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 163

Cuadro 93. Abundancia total de la especie *Couratari scottmorii* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 165

Cuadro 94. Abundancia total de la especie *Dalbergia retusa* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 167

Cuadro 95. Abundancia total de la especie *Dialium guianense* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 169

Cuadro 96. Abundancia total de la especie *Dipteryx panamensis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 171

Cuadro 97. Abundancia total de la especie *Dussia macroprophyllata* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 173

Cuadro 98. Abundancia total de la especie *Elaeoluma glabrescens* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 175

Cuadro 99. Abundancia total de la especie *Humiriastrum diguense* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 179

Cuadro 100. Abundancia total de la especie *Hyeronima alchorneoides* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 181

Cuadro 101. Abundancia total de la especie *Hymenolobium mesoamericanum* y área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 183

Cuadro 102. Abundancia total de la especie *Manilkara chicle* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 185

Cuadro 103. Abundancia total de la especie *Manilkara zapota* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 187

Cuadro 104. Abundancia total de la especie *Minquartia guianensis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 189

Cuadro 105. Abundancia total de la especie *Peltogyne purpurea* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 197

Cuadro 106. Abundancia total de la especie *Pentaclethra macroloba* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 199

Cuadro 107. Abundancia total de la especie *Platymiscium parviflorum* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 201

Cuadro 108. Abundancia total de la especie *Platymiscium pinnatum* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 203

Cuadro 109. Abundancia total de la especie *Podocarpus costaricensis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 205

Cuadro 110. Abundancia total de *Podocarpus guatemalensis* y área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 207

Cuadro 111. Abundancia total de la especie *Prioria copaifera* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 209

Cuadro 112. Abundancia total de la especie *Qualea paraensis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 211

Cuadro 113. Abundancia total de la especie *Ruptiliocarpon caracolito* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 213

Cuadro 114. Abundancia total de la especie *Sacoglottis trichogyna* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 215

Cuadro 115. Abundancia total de la especie *Sideroxylon capiri* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 217

Cuadro 116. Abundancia total de la especie *Swietenia macrophylla* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 219

Cuadro 117. Abundancia total de la especie *Tachigali costaricensis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 221

Cuadro 118. Abundancia total de la especie *Tachigali versicolor* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 223

Cuadro 119. Abundancia total de *Terminalia amazonia* y área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 225

Cuadro 120. Abundancia total de la especie *Vantanea occidentalis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 227

Cuadro 121. Abundancia total de la especie *Vatairea lundellii* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 229

Cuadro 122. Abundancia total de la especie *Virola sebifera* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 231

Cuadro 123. Abundancia total de la especie *Vochysia ferruginea* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 233

Cuadro 124. Abundancia total de la especie *Vochysia guatemalensis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada. 235

Cuadro 125. Categorías de amenaza de especies según varios entes. 239

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). 239

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..... 240

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). 241

Cuadro 129. Cantidad de especies con alguna categoría de conservación, encontradas en las tres fuentes (INF, PMF, PPM) para este estudio. 243

Cuadro 130.Índices no paramétricos de Diversidad para 10 Ecorregiones definidas..... 248

Cuadro 131: Número de árboles por hectárea con un dap mayor a 10 cm para las especies comerciales y de importancia ecológica seleccionada..... 257

Cuadro 132. Población total estimada de individuos con un dap mayor a 30 cm para las especies comerciales y de importancia ecológica seleccionada, datos por Ecorregión. 258

Cuadro 133. Presencia de individuos registrados de las 50 especies en el INF, PPM y PMF, dentro de Áreas Silvestres Protegidas 260

Cuadro 134. Categoría asignada según el nivel de riesgo o combinación de los riesgos calculados por especie 262

III. INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de Zonificación para el INF 2013-2014. 23

Figura 2. Ejemplo de estructura del archivo en formato CSV, para su análisis en software especializado en análisis de conglomerados. 40

Figura 3. Visualización parcial de la Matriz secundaria con variables ambientales y número de conglomerado. 40

Figura 4. Proceso propuesto para la Zonificación Forestal en el presente estudio. 41

Figura 5. Dendrograma resultante del análisis de las 417 parcelas como análisis inicial 46

Figura 6. Diagrama de ordenación que muestra la relación entre las 417 parcelas y los 30 grupos iniciales definidos como Zonas Forestales (ZF). 48

Figura 7. Mapa con las ecorregiones (Fallas, 2011) identificadas y modificadas para este estudio y ubicación de las 439 parcelas utilizadas. 50

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. 51

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. 53

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 ... 55

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. 57

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. .. 59

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. .. 61

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. 63

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. .. 65

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. 69

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. 71

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. .. 73

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. 75

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. 77

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. .. 79

Figura 22. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclideana), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 16 parcelas de 0.1 ha muestreadas. .. 82

Figura 23. Diagrama de ordenación que muestra la relación entre las 166 parcelas de muestreo y la enumeración de 30 Zonas Forestales definidas (NZF). 88

Figura 24. Gráfica Biplot donde se relacionan variables ambientales con las 166 parcelas utilizadas en el análisis. 89

Figura 25. Mapa con las 52 Zonas Forestales identificadas para este estudio y la ubicación de las 439 parcelas utilizadas. 92

Figura 26. Área de cada Ecorregión definida a partir de la metodología de zonificación forestal. 93

Figura 27. Área de cada Zona Forestal definida a partir de la metodología de zonificación forestal. 93

Figura 28. Área según tipo del uso del INF, para cada Ecorregión forestal definida en este estudio. 94

Figura 29. Área porcentual según tipo del uso del INF, para cada Ecorregión forestal definida en este estudio. 95

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. 97

Figura 31. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión 102.Serranías de la Península de Nicoya. 100

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. 103

Figura 33. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión 113.Cordillera de Guanacaste y Tilarán. 106

Figura 34. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión Pacifico Central. .. 109

Figura 35. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión Pacífico Sur. 112

Figura 36. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión Alta de Talamanca.115

Figura 37. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión 109.Zona Caribe. . 118

Figura 38. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión 111.Zona Norte. .. 121

Figura 39. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión 112.Llanuras de Guatuso. 124

Figura 40. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque Maduro. 126

Figura 41. Área basal por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque Maduro. 127

Figura 42. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque secundario. 128

Figura 43. Área basal por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque secundario. 129

Figura 44. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Rodales de Mangle. 130

Figura 45. Área basal por hectárea por Ecorregión para el estrato Rodales de Mangle. 131

Figura 46. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque de Palmas. 132

Figura 47. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque de Palmas. 133

Figura 48. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Anthodiscus chocoensis,* según información proveniente del INF, PMF y PPM. 138

Figura 49. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Anthodiscus chocoensis.* 138

Figura 50. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Astronium graveolens*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 140

Figura 51. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Astronium graveolens.* 140

Figura 52. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Brosimum alicastrum*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 142

Figura 53. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Brosimum alicastrum.* 142

Figura 54. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Buchenavia tetraphylla*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 144

Figura 55. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Buchenavia tetraphylla.* 144

Figura 56. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Carapa guianensis*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 146

Figura 57. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Carapa guianensis.* 146

Figura 58. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Caryocar costaricense*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 148

Figura 59. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Caryocar costaricense.* 148

Figura 60. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Caryodaphnopsis burgeri*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 150

Figura 61. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Caryodaphnopsis burgeri.* 150

Figura 62. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Cedrela odorata*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 152

Figura 63.Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Cedrela odorata.* 152

Figura 64. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Cedrela salvadorensis*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 154

Figura 65. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Cedrela salvadorensis.* 154

Figura 66. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Ceiba pentandra*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 156

Figura 67. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Ceiba pentandra.* 156

Figura 68. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Copaifera aromática*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 158

Figura 69. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Copaifera aromática.* 158

Figura 70. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Copaifera camibar, según información proveniente del INF, PMF y PPM.* 160

Figura 71. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Copaifera camibar.* 160

Figura 72. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Cordia gerascanthus*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 162

Figura 73. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Cordia gerascanthus.* 162

Figura 74. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Couratari guianensis*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 164

Figura 75. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Couratari guianensis.* 164

Figura 76. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Couratari scottmorii*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 166

Figura 77. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Couratari scottmorii.* 166

Figura 78. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Dalbergia retusa*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 168

Figura 79. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Dalbergia retusa.* 168

Figura 80. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Dialium guianense*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 170

Figura 81. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Dialium guianense.* 170

Figura 82. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Dipteryx panamensis*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 172

Figura 83. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Dipteryx panamensis.* 172

Figura 84. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Dussia macroprophyllata*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 174

Figura 85. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Dussia macroprophyllata.* 174

Figura 86. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Elaeoluma glabrescens*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 176

Figura 87. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Elaeoluma glabrescens.* 176

Figura 88. Mapa que incluye el estudio de Estrada *et al.* (2005) sobre los sitios de reporte, para la especie *Guaiacum sanctum* a nivel nacional 177

Figura 89. Mapa que incluye los sitios de reporte para la especie *Guaiacum sanctum* en Costa Rica, según la página de internet "Trópicos". 178

Figura 90. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Humiriastrum diguense*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 180

Figura 91. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Humiriastrum diguense.* 180

Figura 92. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Hyeronima alchorneoides*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 182

Figura 93. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Hyeronima alchorneoides.* 182

Figura 94. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Hymenolobium mesoamericanum*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 184

Figura 95. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó *Hymenolobium mesoamericanum.* 184

Figura 96. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Manilkara chicle*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 186

Figura 97. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Manilkara chicle.* 186

Figura 98. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Manilkara zapota*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 188

Figura 99. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Manilkara zapota.* 188

Figura 100. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Minquartia guianensis*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 190

Figura 101. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Minquartia guianensis.* 190

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 191

Figura 103. Mapa que incluye los sitios de reporte para la especie *Myroxylon balsamum* en Costa Rica, según la página de internet "Trópicos". 192

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 193

Figura 105. Mapa que incluye los sitios de reporte de la especie *Paramachaerium gruberi*, según la página de internet "Trópicos". 194

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 195

Figura 107. Mapa que incluye los sitios de reporte de la especie *Parkia pendula*, según la página de internet "Trópicos". 196

Figura 108. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Peltogyne purpurea*, mediante información procedente del INF, PMF y PPM. 198

Figura 109. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Peltogyne purpurea.* 198

Figura 110. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Pentaclethra macroloba*, según información procedente del INF, PMF y PPM. 200

Figura 111. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Pentaclethra macroloba.* 200

Figura 112. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Platymiscium parviflorum*, según datos del INF, PMF y PPM. 202

Figura 113. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Platymiscium parviflorum.* 202

Figura 114. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Platymiscium pinnatum*, según información procedente del INF, PMF y PPM. 204

Figura 115. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Platymiscium pinnatum.* 204

Figura 116. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Podocarpus costaricensis*, según información proveniente del INF, PMF y PPM. 206

Figura 117. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Podocarpus costaricensis.* 206

Figura 118. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Podocarpus guatemalensis*, según información procedente del INF, PMF y PPM. 208

Figura 119. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Podocarpus guatemalensis.* 208

Figura 120. Distribución diamétrica de la abundancia total *Prioria copaifera*, según información procedente del INF, PMF y PPM. 210

Figura 121. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Prioria copaifera.* 210

Figura 122. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Qualea paraensis*, según información procedente del INF, PMF y PPM. 212

Figura 123. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Qualea paraensis.* 212

Figura 124. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Ruptiliocarpon caracolito*, según información procedente del INF, PMF y PPM. 214

Figura 125. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Ruptiliocarpon caracolito.* 214

Figura 126. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Sacoglottis trichogyna*, según información procedente del INF, PMF y PPM. 216

Figura 127. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Sacoglottis trichogyna.* 216

Figura 128. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Sideroxylon capiri*, según información procedente del INF, PMF y PPM. 218

Figura 129. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Sideroxylon capiri.* 218

Figura 130. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Swietenia macrophylla*, según información procedente del INF, PMF y PPM. 220

Figura 131. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Swietenia macrophylla.* 220

Figura 132. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Tachigali costaricensis*, según información procedente del INF, PMF y PPM. 222

Figura 133. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Tachigali costaricensis.* 222

Figura 134. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Tachigali versicolor*, según información procedente del INF, PMF y PPM. 224

Figura 135. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Tachigali versicolor.* 224

Figura 136. Distribución diamétrica de la abundancia total *Terminalia amazonia*, según información procedente del INF, PMF y PPM. 226

Figura 137. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Terminalia amazonia.* 226

Figura 138. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Vantanea occidentalis*, según información procedente del INF, PMF y PPM. 228

Figura 139. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Vantanea occidentalis.* 228

Figura 140. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Vatairea lundellii*, según información procedente del INF, PMF y PPM. 230

Figura 141. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Vatairea lundellii.* 230

Figura 142. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Virola sebifera*, según información procedente del INF, PMF y PPM. 232

Figura 143. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Virola sebifera.* 232

Figura 144. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Vochysia ferruginea*, según información procedente del INF, PMF y PPM. 234

Figura 145. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Vochysia ferruginea.* 234

Figura 146. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Vochysia guatemalensis*, según información procedente del INF, PMF y PPM. 236

Figura 147. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Vochysia guatemalensis.* 236

Figura 148. Mapa de Índice del estado Poblacional, en árboles por hectárea, para el estrato de Bosque Maduro. 244

Figura 149. Mapa de Índice del estado Poblacional, en árboles por hectárea, para el estrato de Bosque Secundario. 245

Figura 150. Mapa de Índice de Diversidad Berger - Parker. 249

Figura 151. Mapa de Índice de Diversidad de Margaleff. 250

Figura 152. Mapa de Índice de Diversidad de Menhinick. 251

Figura 153. Mapa de Índice de Diversidad de Simpson. 252

Figura 154. Mapa de Índice de Diversidad de Shannon y Wiener. 253

IV. ACRÓNIMOS UTILIZADOS

ACRONIMO	DESCRIPCION
ACG	Área de Conservación de Guanacaste
ASP	Áreas Silvestres Protegidas
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CCT	Centro Científico Tropical
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
EEFH	Estación Experimental Forestal Horizontes
EIFO	Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica
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
TEC	Instituto Tecnológico de Costa Rica
UF	Unidades Fitogeográficas
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UNA	Universidad Nacional
VI	Valor indicador, según Tejada *et al.* (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 esta consultoría, 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:

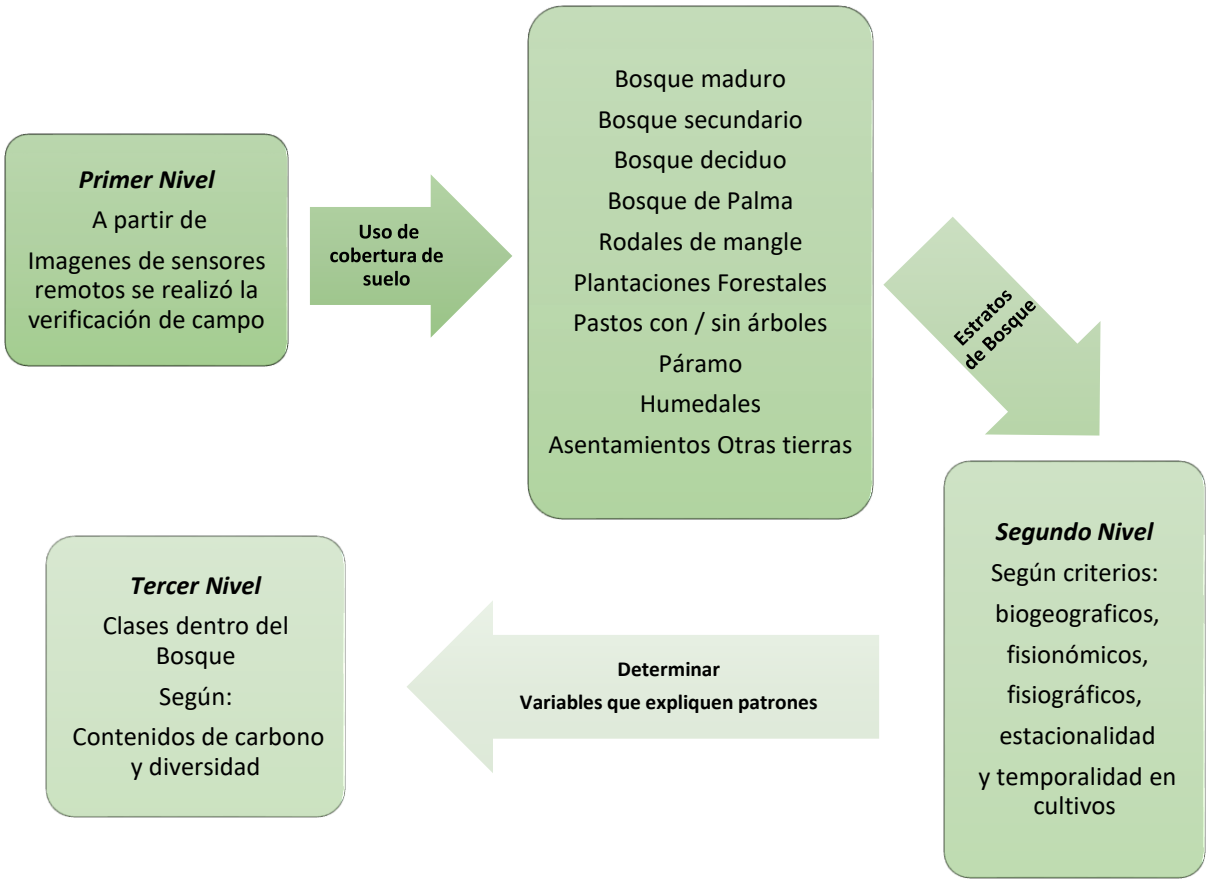
Cuadro 1. Hectáreas por tipo de bosque según datos recopilados del Inventario Nacional Forestal.

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	**3.866.895,79**[1]

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 de la consultoría.

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 deciduo*: 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 funciónales 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 nutrimentos (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 es 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 determina 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 Vegetación[2].

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 esta consultoría 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.

2.1.2.3 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".

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

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 1967	Unidades Bióticas 1993	Macrotipos de vegetación 1986-1993	Regiones Florísticas	Unidades fitogeográficas 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 indicadoras	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 ≥ 2cm 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 (Pacifico 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, 2017), aportó información de 69 PPM, con unidad de área de 1 ha; el Instituto de Investigación y Servicios Forestales (UNA-INISEFOR, 2017; CCT-UNA-INISEFOR, 2017; ACG-EEFH-UNA-INISEFOR, 2017; TEC-EIFO, 2017) 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, 2018), 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, 2017), colaboró con información de 31 PPM, con áreas de 1 ha y 0.3 ha; y la Organización para Estudios Tropicales (OET) (Hurtado, 2017), aportó información de 10 PPM, con unidad de área de 1 ha, correspondientes al proyecto TEAM.

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 ≥ 10 cm identificada; número de subparcela 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 FEES[3].

[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

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 caracteres[4] (4 del género y 4 de la especie y controlando que no existieran códigos duplicados), este es un aporte adicional de esta consultoría 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 se 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:

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.

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:

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:

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 calculó 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, Vílchez & 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 varia su estructura en función del software a utilizar para el análisis de la información, un ejemplo de la estructura es el siguiente:

442	PARCELAS											
1644	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	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	GEOLOGIC	ORIGEN	GEOMORF	PROV HUMED	D IIUVIA	MES SECO	# conglomerado		
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:

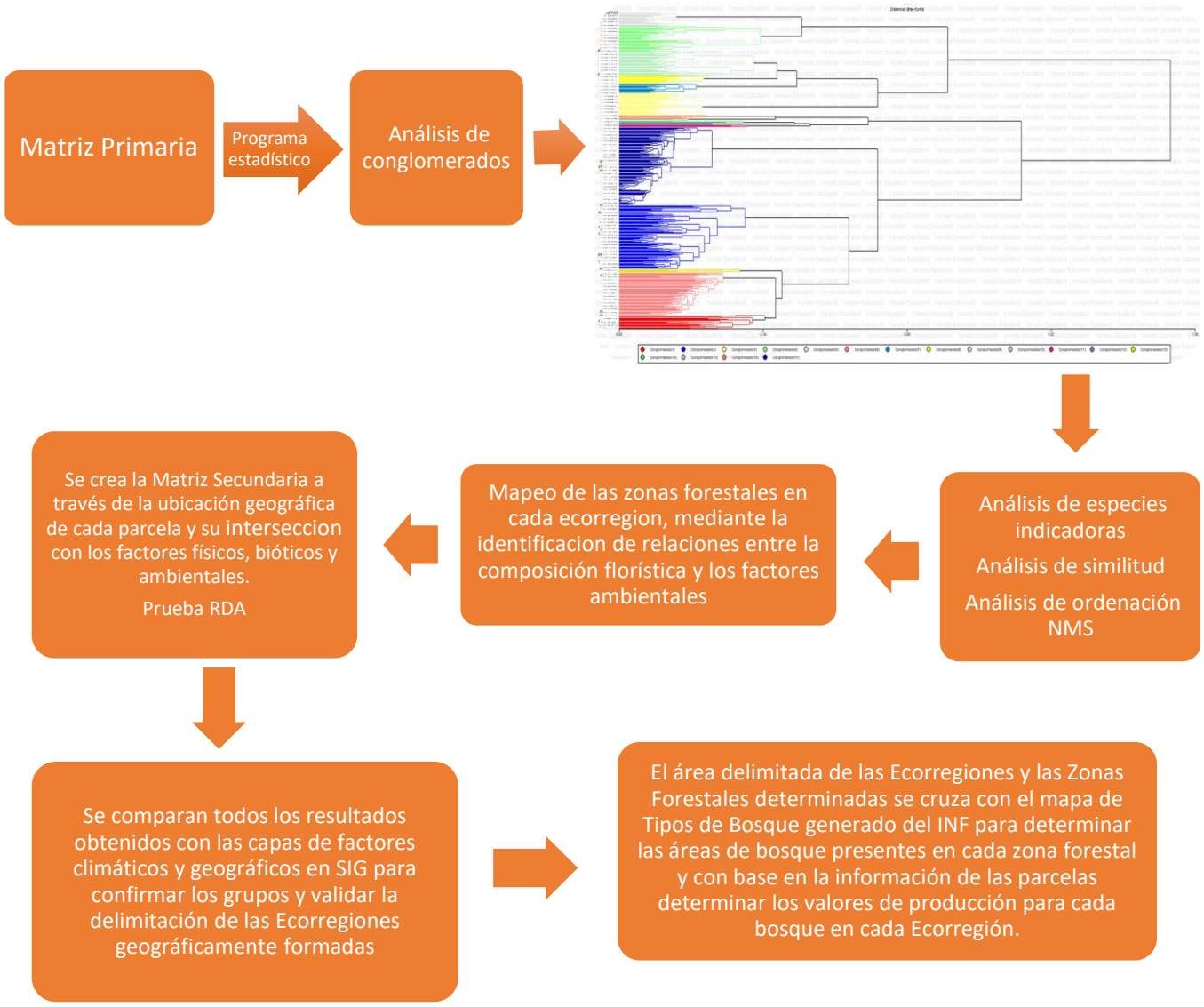


Figura 4. Proceso propuesto para la Zonificación Forestal en el presente estudio.

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 Ward[5] y utilizando como factor de distancia: la distancia Euclidiana[6]. 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 Hellinger[7], 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 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 trasformados 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	1 990	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**	**1 639** [8]

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 (método de Ward, distancia Euclideana), 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.

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

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).

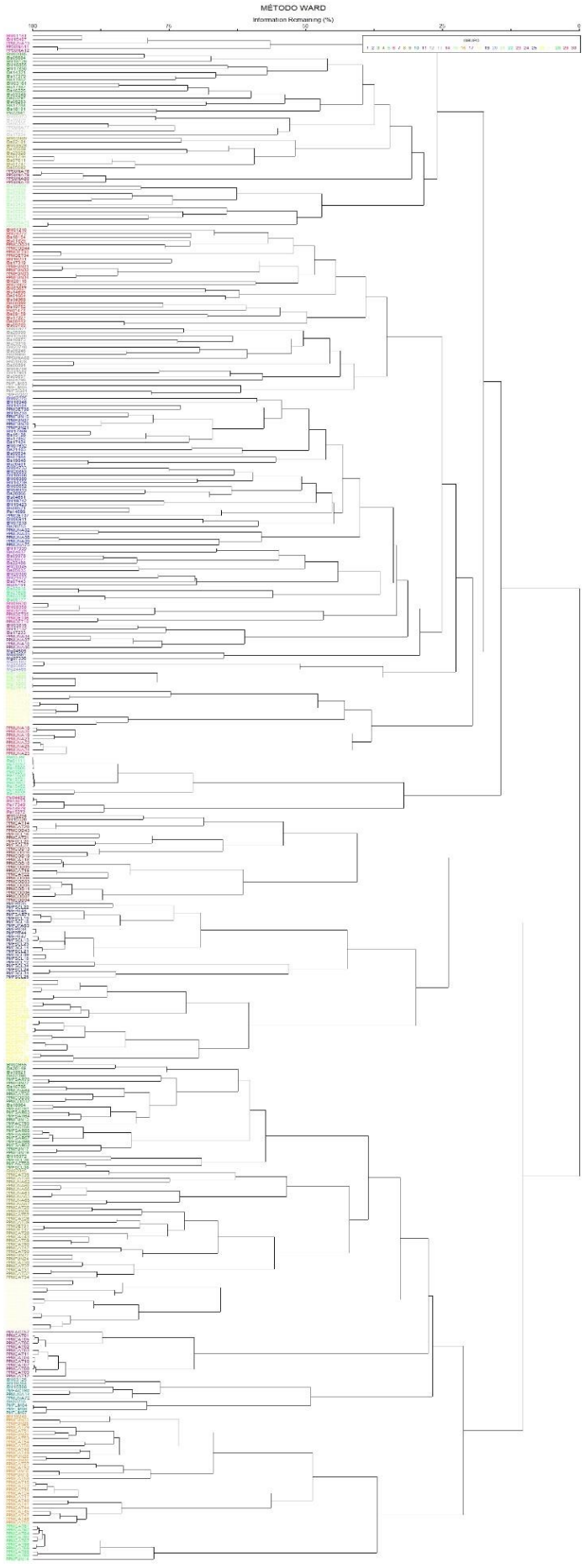
Según los resultados del

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 muestro, 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

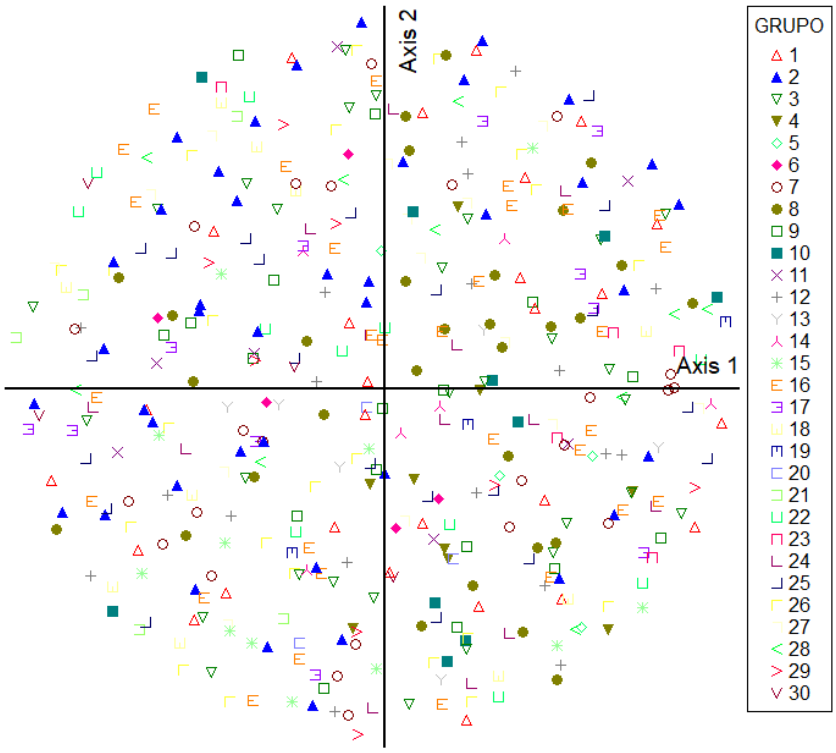


Figura 6. Diagrama de ordenación que muestra la relación entre las 417 parcelas y los 30 grupos iniciales definidos como Zonas Forestales (ZF).

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.

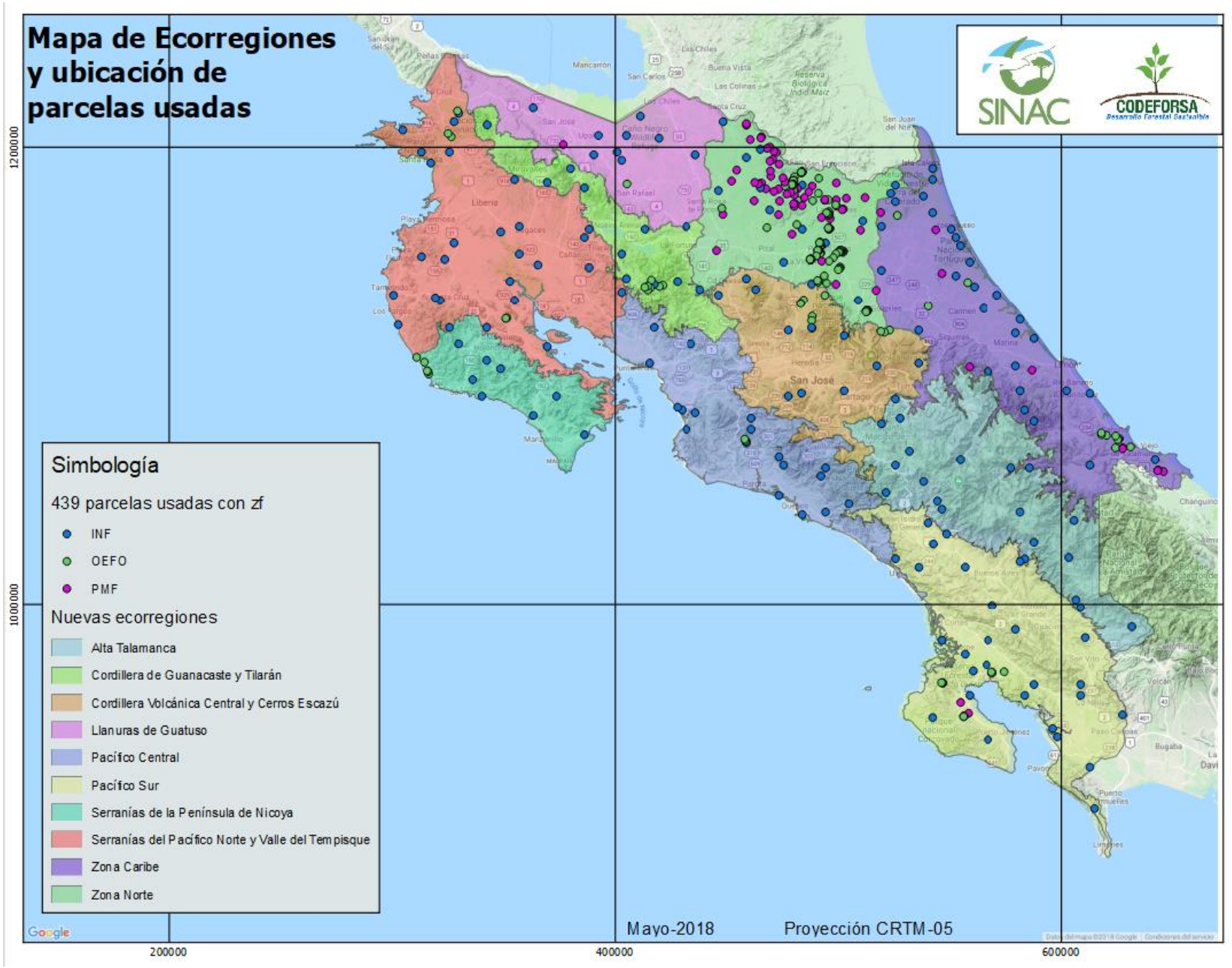


Figura 7. Mapa con las ecorregiones (Fallas, 2011) identificadas y modificadas para este estudio y ubicación de las 439 parcelas utilizadas.

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.

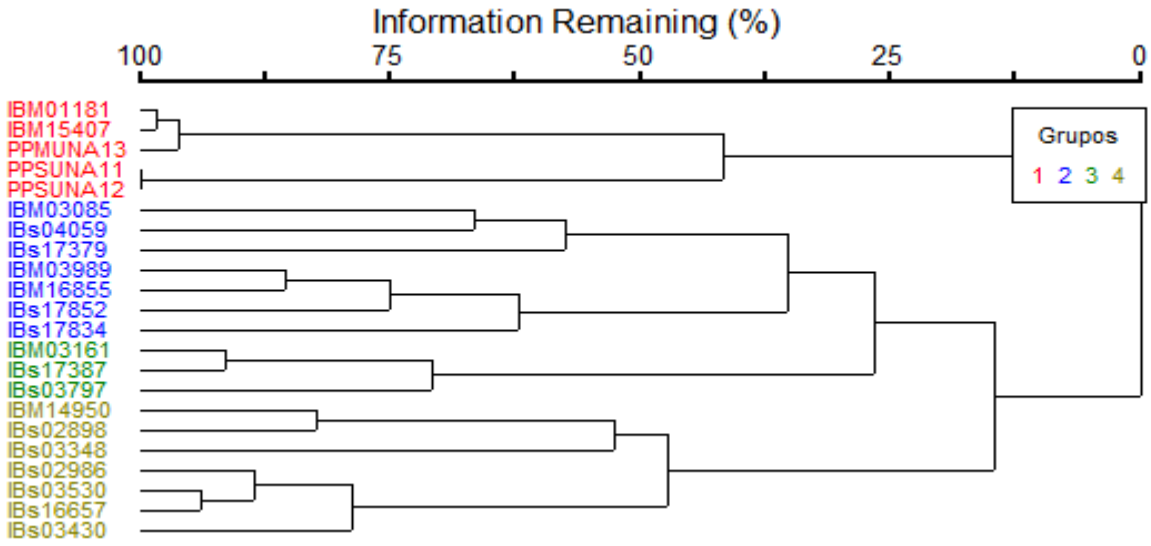


Figura 8. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclídea), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 19 parcelas de 0.1 ha (INF) y 3 parcelas de 1 ha (PPM) muestreadas.

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
Maytenus segoviarum	1	1	0.001
Quercus oleoides	1	1	0.001
Simarouba amara	1	1	0.001
Manicaria saccifera	1	0.79	0.002
Zuelania guidonia	1	0.89	0.002
Lonchocarpus rugosus	1	0.77	0.005
Ocotea leucoxylon	1	0.77	0.005
Luehea speciosa	1	0.76	0.027
Dilodendron costarricense	1	0.63	0.049
Ficus obtusifolia	1	0.63	0.049
Erythroxylum havanense	1	0.63	0.050
Schoepfia schreberi	1	0.63	0.050
Hirtella americana	1	0.63	0.052
Roupala montana	1	0.63	0.061
Casearia sylvestris	1	0.63	0.092
Calycophyllum candidissimum	2	0.71	0.036
Coccoloba caracasana	3	1	0.001
Samanea saman	3	0.74	0.028
Tabernaemontana arborea	4	0.85	0.001
Cochlospermum vitifolium	4	0.83	0.002
Stemmadenia obovata	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 agrupo tres parcelas, mientras que la ZF 2 solo agrupó dos parcelas.

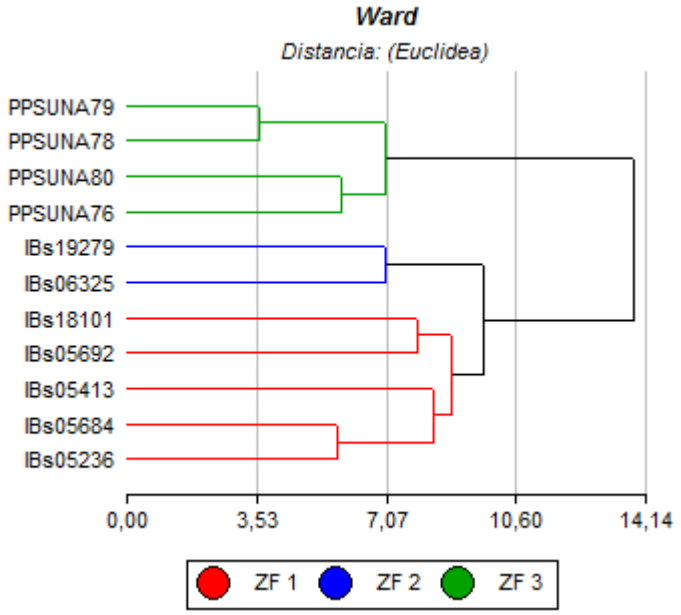


Figura 9. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclídea), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 7 parcelas de 0.1 ha (INF) y 4 parcelas de 1 ha (PPM) muestreadas.

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
Pachira quinata	1	0.81	0.053
Cordia alliodora	1	0.78	0.066
Anacardium excelsum	2	1	0.002
Inga vera	2	1	0.002
Zanthoxylum setulosum	2	0.82	0.043
Luehea seemannii	2	0.82	0.045
Trophis racemosa	2	0.82	0.045
Bombacopsis quinata	3	1	0.003
Calyptranthes chytraculia	3	0.87	0.005
Ocotea leucoxylon	3	0.87	0.008
Tabebuia rosea	3	0.76	0.066
Lonchocarpus minimiflorus	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 a 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 Pacifico 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).

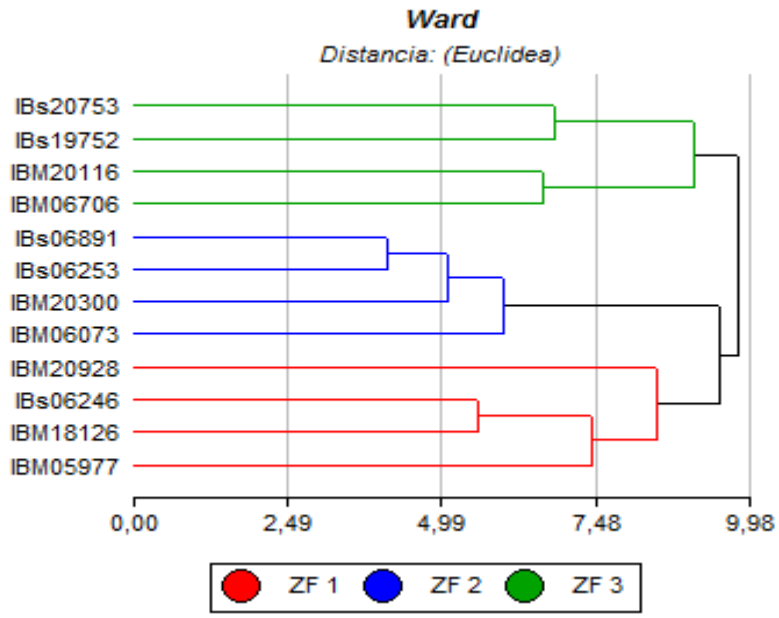


Figura 10. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclidiana), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 12 parcelas de 0.1 ha muestreadas

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
Clarisia racemosa	1	0.87	0.047
Inga oerstediana	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.

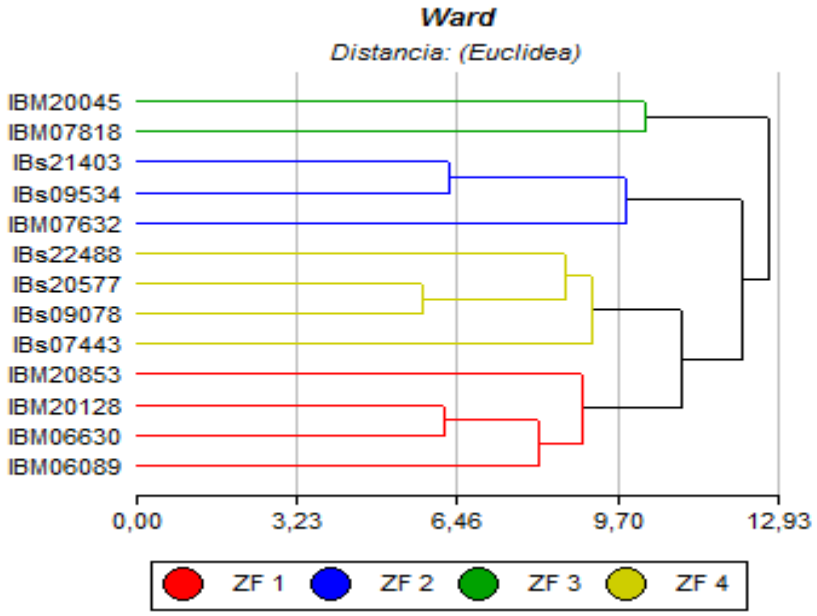


Figura 11. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclidiana), para clasificar la vegetación (árboles, helechos arborescentes y palmas ≥ 10 cm de dap) de 13 parcelas de 0.1 ha muestreadas.

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 adelanta 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
Diospyros hartmanniana	2	0.82	0.044
Nectandra smithii	2	0.82	0.044
Sorocea trophoides	2	0.82	0.044
Chrysochlamys allenii	2	0.82	0.052
Ocotea stenoneura	2	0.82	0.052
Quercus bumelioides	2	0.82	0.055
Chamaedorea sp	3	1	0.018
Guárea grandifolia	3	1	0.018
Cyathea sp	3	1	0.018
Saurauia montana	3	0.83	0.070
Inga punctata	4	0.85	0.010
Myrsine coriacea	4	0.87	0.053
Heliocarpus americanus	4	0.87	0.060
Viburnum costaricanum	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 Pacifico 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.

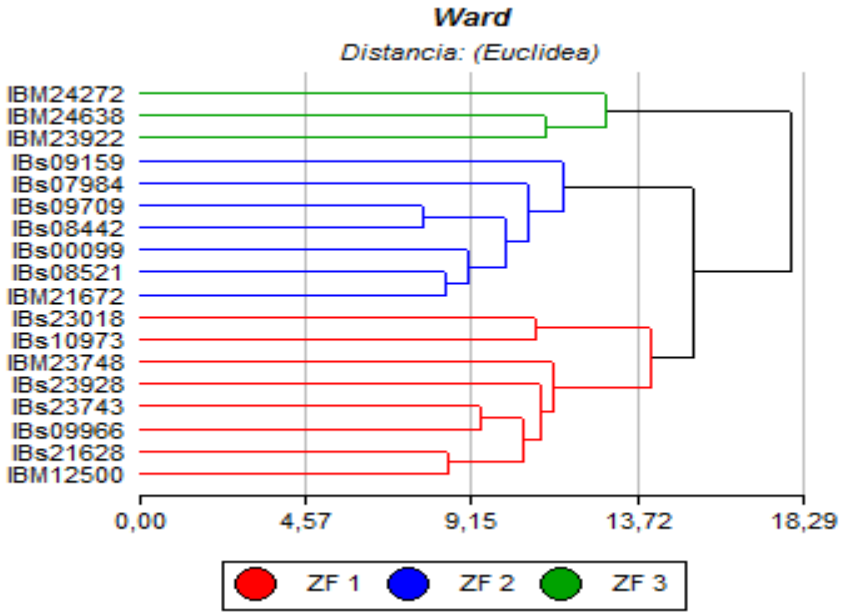


Figura 12. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclidiana), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 18 parcelas de 0.1 ha muestreadas.

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
Spondias mombin	1	0.79	0.032
Miconia trinervia	2	0.93	0.001
Alchornea latifolia	2	0.76	0.016
Vochysia ferruginea	2	0.76	0.028
Miconia affinis	2	0.71	0.036
Iriartea deltoidea	3	1	0.004
Compsoneura excelsa	3	0.91	0.007
Micropholis melinoniana	3	0.82	0.018
Garcinia madruno	3	0.82	0.018
Guárea pterorhachis	3	0.82	0.021
Heisteria concinna	3	0.82	0.021
Sorocea pubivena	3	0.74	0.023
Brosimum utile	3	0.71	0.037
Socratea exorrhiza	3	0.76	0.042
Dendropanax caucanus	3	0.72	0.054
Tapirira guianensis	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), continúo de la ZF 2 (4), mientras que ZF 3 solo agrupó dos de estas.

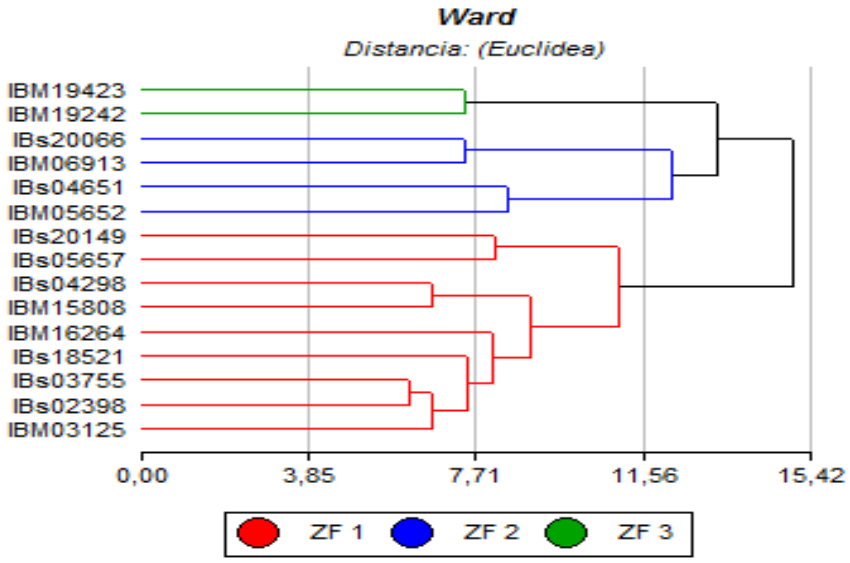


Figura 13. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclidiana), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 15 parcelas de 0.1 ha muestreadas.

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
Pentaclethra macroloba	1	0.88	0.007
Sapium glandulosum	2	1	0.001
Iriartea deltoidea	2	0.71	0.054
Perrottetia multiflora	2	0.71	0.054
Quararibea obliquifolia	2	0.71	0.054
Tetrorchidium euryphyllum	2	0.71	0.054
Ruptiliocarpon caracolito	2	0.71	0.057
Brosimum alicastrum	2	0.71	0.064
Inga marginata	2	0.71	0.064
Croton schiedeanus	2	0.71	0.070
Chrysophyllum venezuelanense	2	0.65	0.076
Inga sapindoides	2	0.7	0.082
Alfaroa costaricensis	3	1	0.007
Graffenrieda micrantha	3	1	0.007
Hieronyma oblonga	3	1	0.007
Symplocos austin-smithii	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.

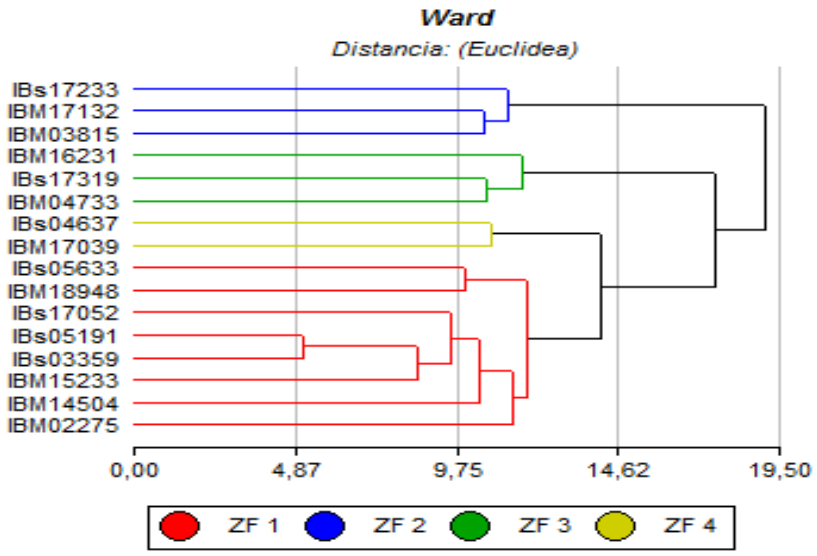


Figura 14. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclídea), para clasificar la vegetación (árboles, helechos arborescentes y palmas ≥ 10 cm de dap) de 16 parcelas de 0.1 ha muestreadas.

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

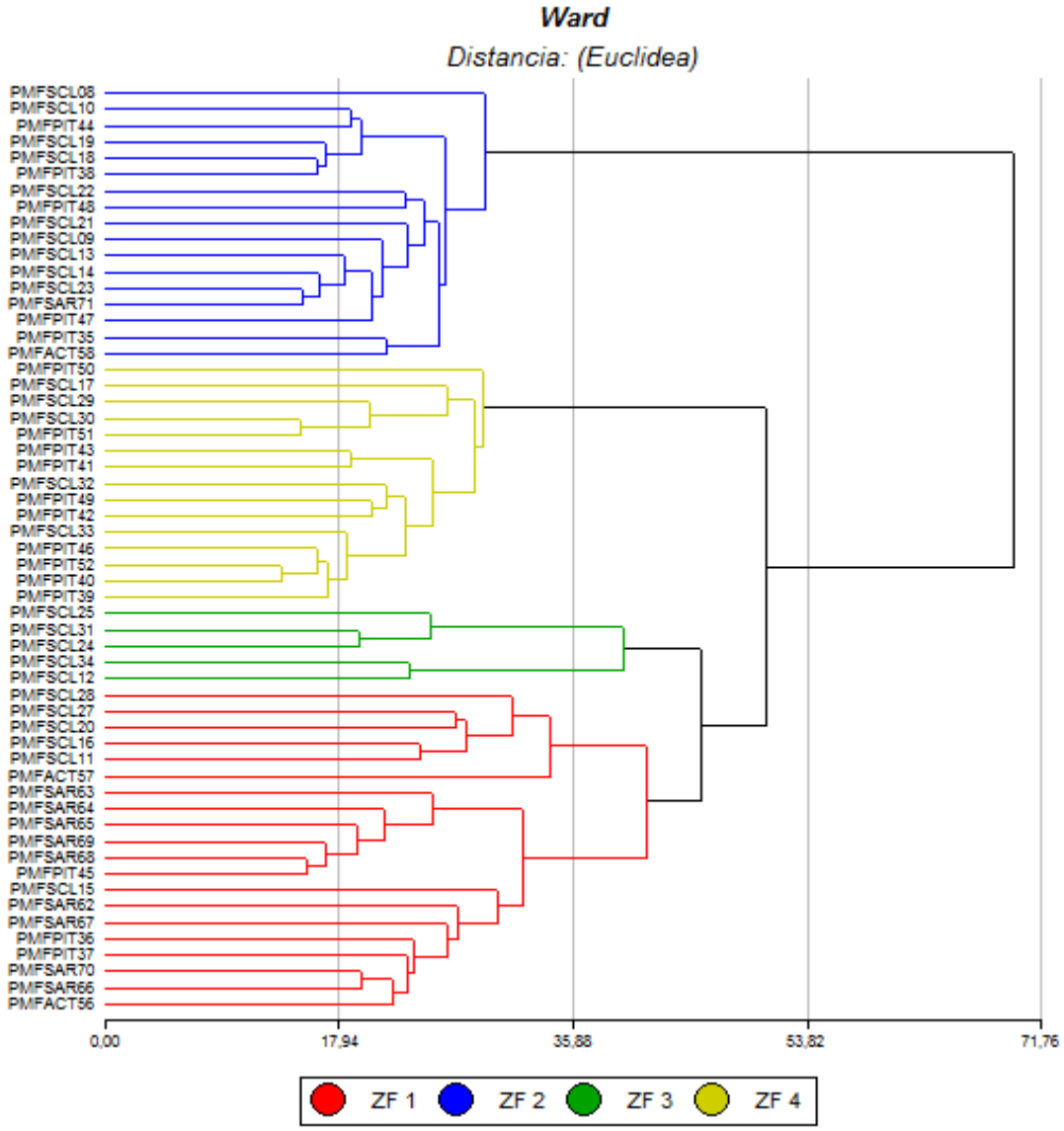


Figura 15. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclidiana), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 57 parcelas de 0.3 ha muestreadas.

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.

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

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

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

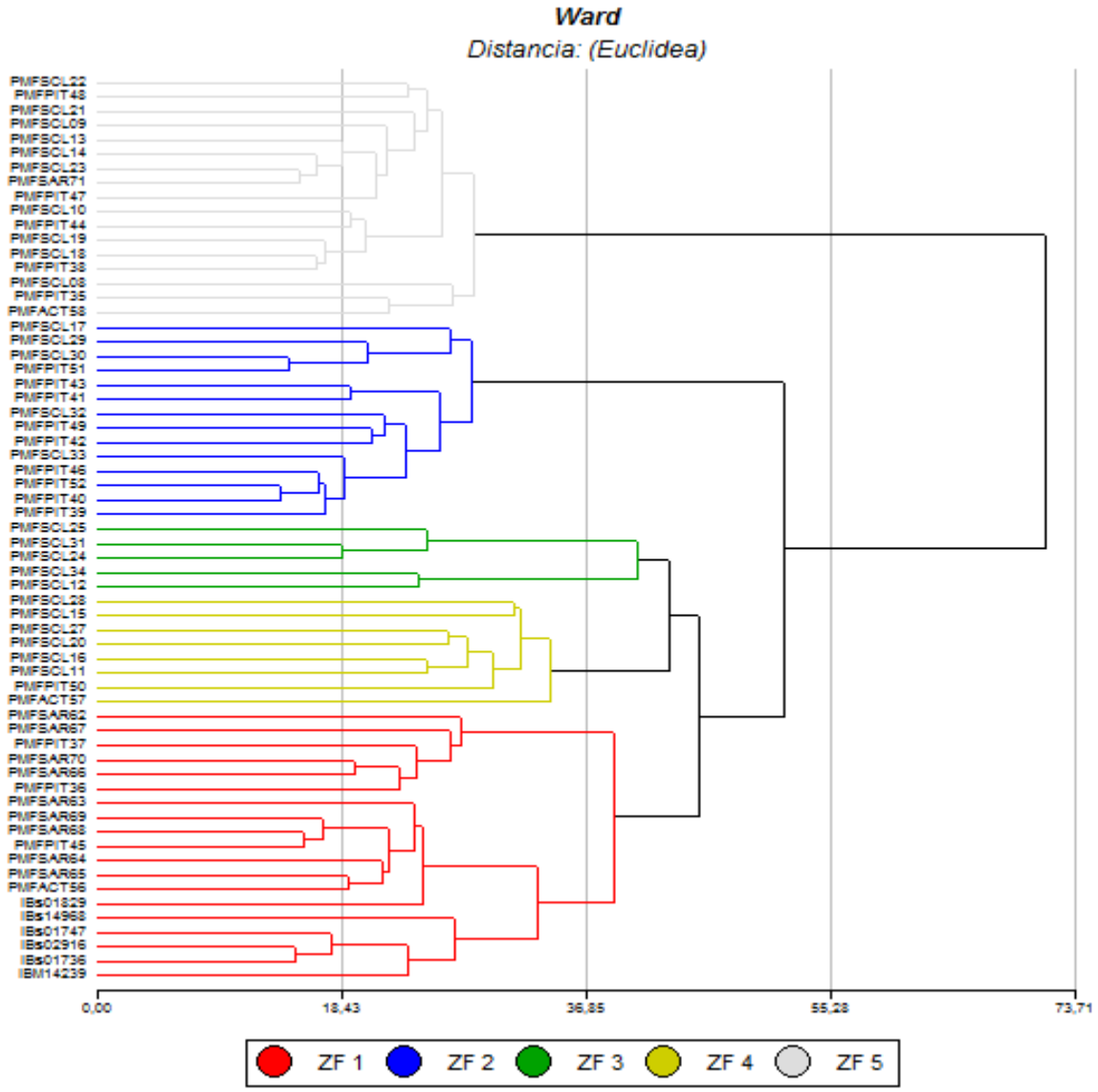


Figura 16. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclidiana), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 57 parcelas de 0.3 ha y 6 parcelas de 0.1 ha muestreadas.

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
Conceveiba pleiostemona	1	0.59	0.024
Genipa americana	1	0.57	0.033
Cassipourea elliptica	1	0.51	0.042
Psychotria panamensis	1	0.48	0.042
Macrolobium costaricense	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.

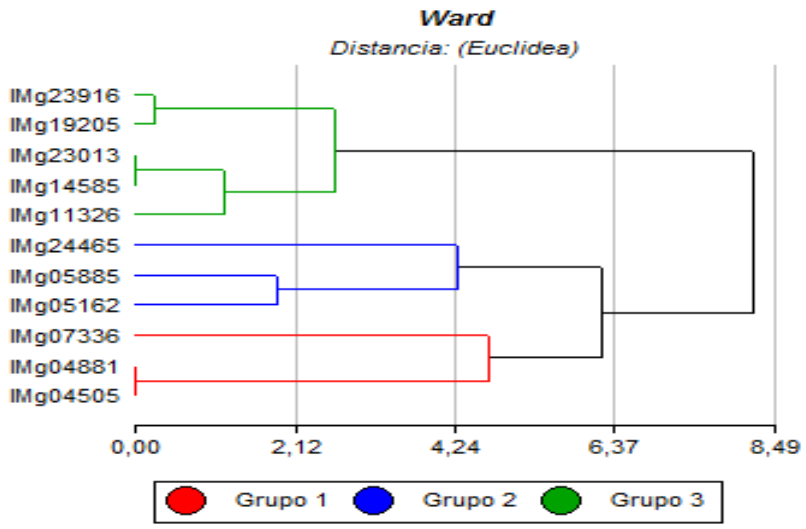


Figura 17. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclidiana), para clasificar la vegetación (árboles y arbustos ≥ 10 cm de dap) de 11 parcelas de 0.1 ha muestreadas.

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
Avicennia germinans	1	0.5	0.715
Laguncularia racemosa	1	0.97	0.017*
Rhizophora racemosa	2	0.82	0.118
Pelliciera rhizophorae	2	0.69	0.190
Rhizophora mangle	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.

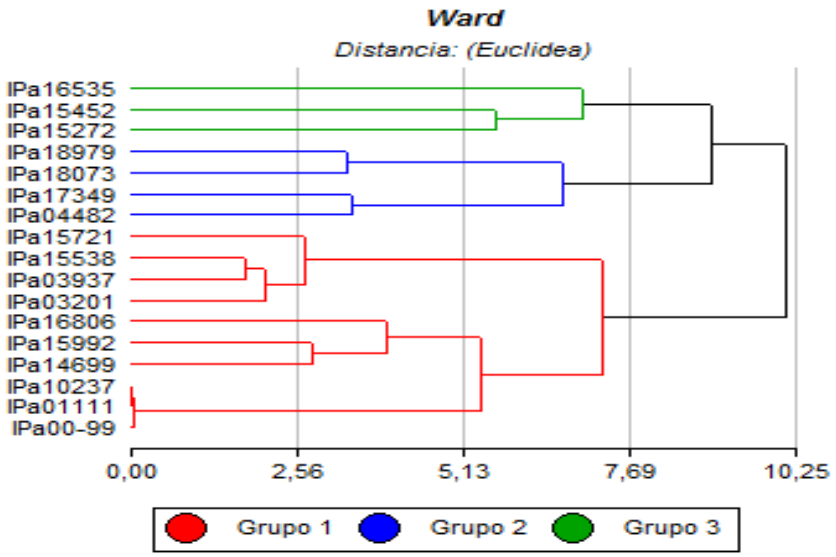


Figura 18. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclidiana), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 17 parcelas de 0.1 ha muestreadas.

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
Raphia taedigera	1	0.64	0.060
Prioria copaifera	2	0.88	0.010
Zygia gigantifoliola	2	0.71	0.056
Inga multijuga	2	0.71	0.067
Astrocaryum alatum	3	0.97	0.001
Zygia latifolia	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.

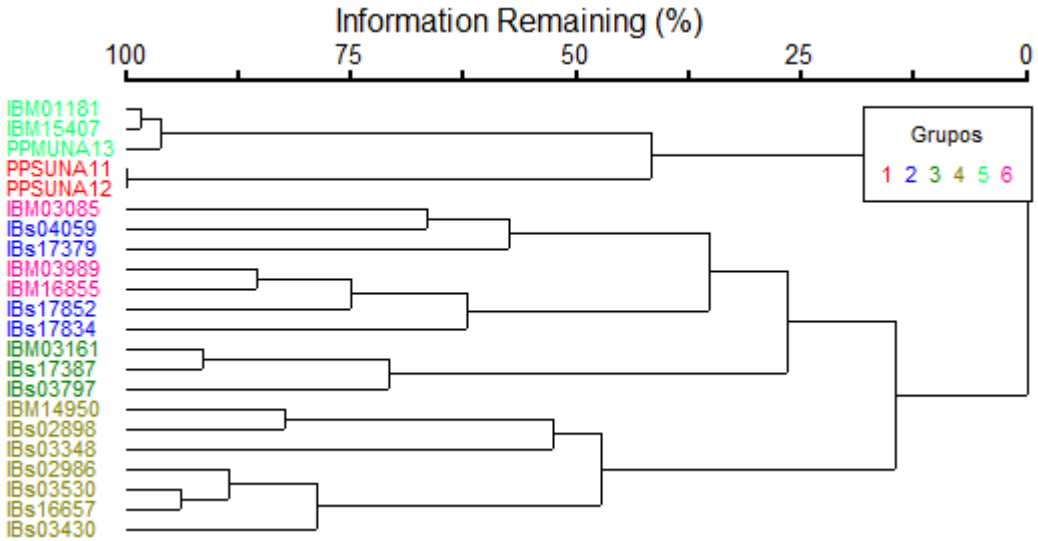


Figura 19. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclídea), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 19 parcelas de 0.1 ha (INF) y 3 parcelas de 1 ha (PPM) muestreadas.

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

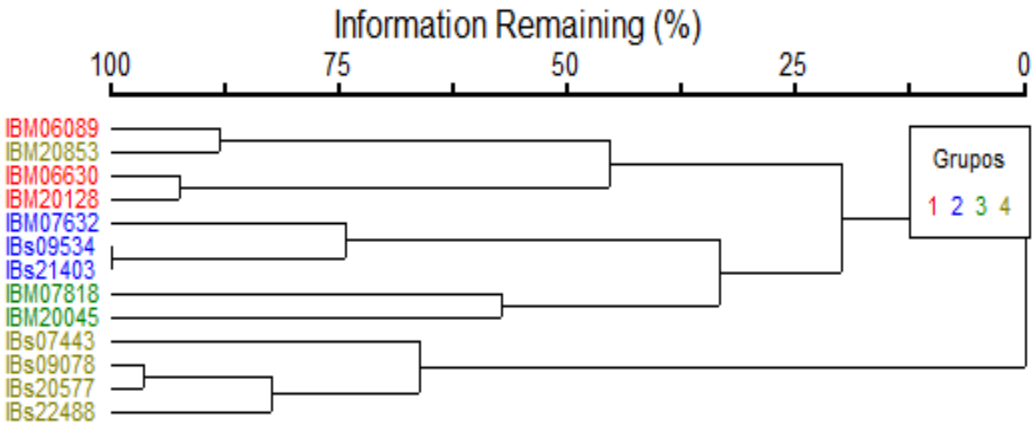


Figura 20. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclídea), para clasificar la vegetación (árboles, helechos arborescentes y palmas ≥ 10 cm de dap) de 13 parcelas de 0.1 ha muestreadas.

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
Quercus costaricensis	1	0.82	0.071
Billia rosea	1	0.82	0.100
Diospyros hartmanniana	2	0.82	0.074
Nectandra smithii	2	0.82	0.074
Sorocea trophoides	2	0.82	0.074
Chrysochlamys allenii	2	0.82	0.089
Ocotea stenoneura	2	0.82	0.089
Quercus bumelioides	2	0.82	0.095
Chamaedorea sp	3	1	0.016
Guárea grandifolia	3	1	0.016
Cyathea sp	3	1	0.016
Saurauia montana	3	0.86	0.030
Myrsine coriacea	4	0.77	0.066
Heliocarpus appendiculatus	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.

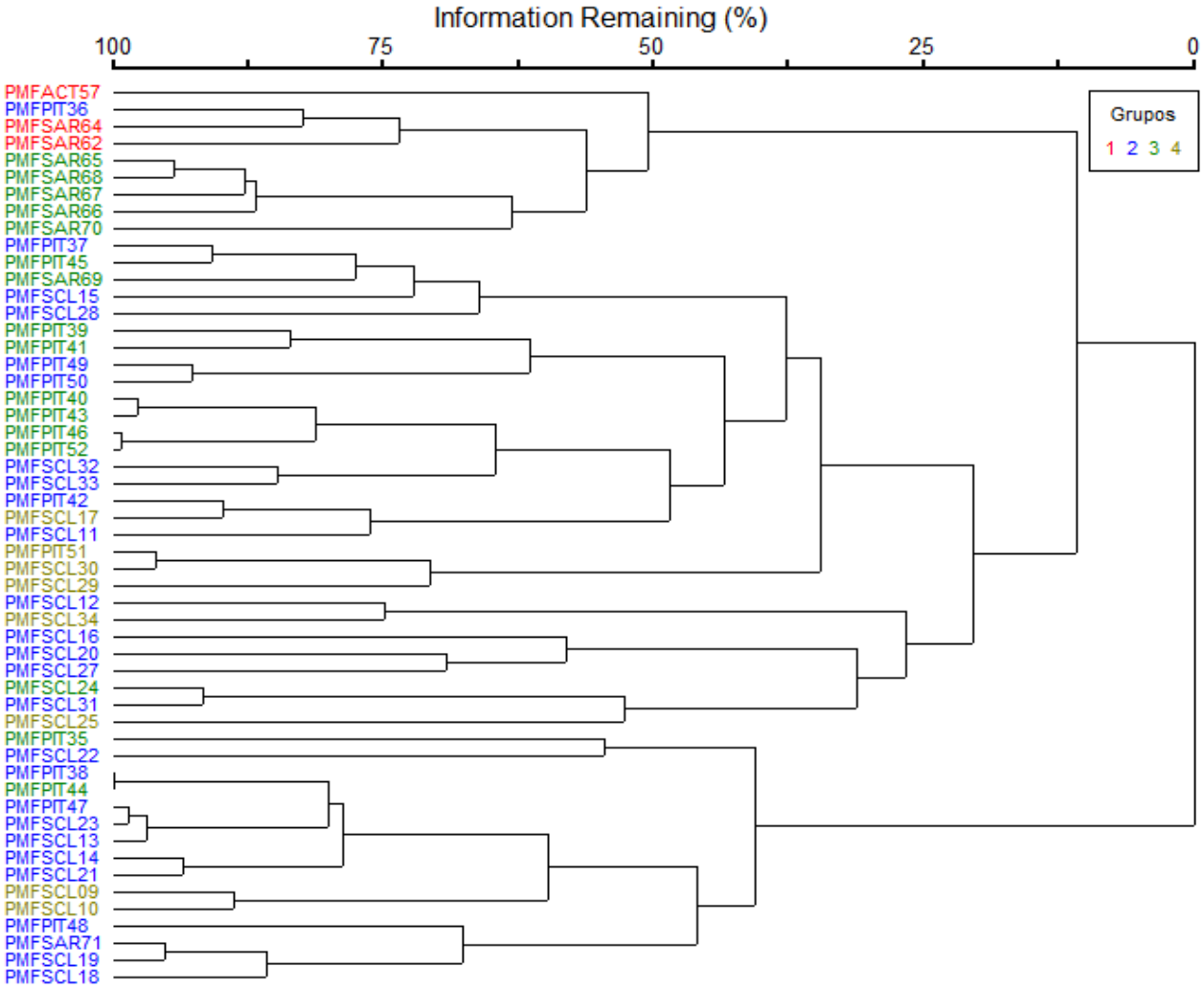


Figura 21. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclídea), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 53 parcelas de 0.3 ha muestreadas.

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 Montecarlo con 1000 permutaciones, con datos de especies de árboles y palmas ≥ 10 cm de dap, en 53 parcelas de muestreo.

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

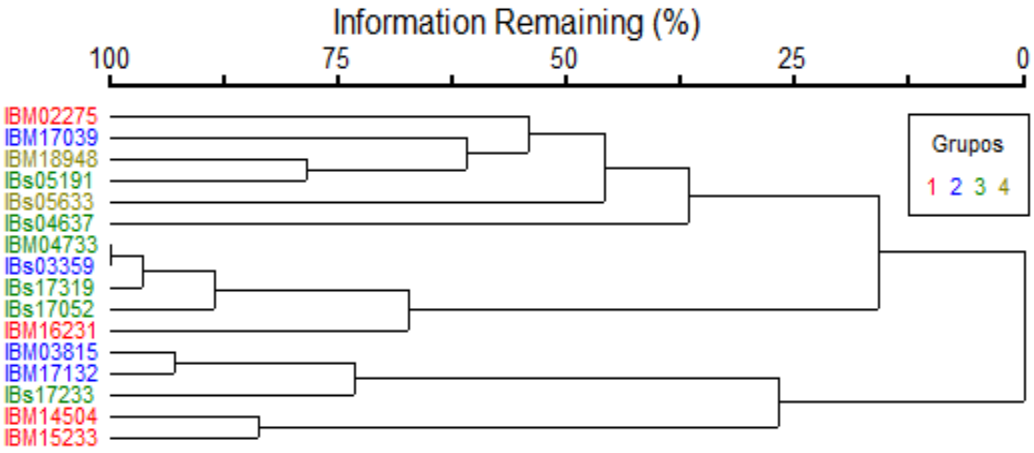


Figura 22. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados (método de Ward, distancia Euclideana), para clasificar la vegetación (árboles y palmas ≥ 10 cm de dap) de 16 parcelas de 0.1 ha muestreadas.

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
Calatola costaricensis	1	0.8	0.061
Miconia brenesii	1	0.71	0.096
Citharexylum costaricense	4	1	0.011
Persea schiedeana	4	1	0.011
Oreopanax xalapensis	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**	**898**[9]	**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 Montecarlo 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
Dalbergia retusa	1	69.3	0.001
Erythroxylum havanense	1	100	0.001
Schoepfia schreberi	1	100	0.001
Bursera tomentosa	1	87.4	0.001
Rehdera trinervis	1	66.5	0.001
Lonchocarpus rugosus	1	84.2	0.001
Lysiloma divaricatum	1	72.8	0.002
Semialarium mexicanum	1	66.9	0.002
Ocotea leucoxylon	1	59.8	0.002
Bauhinia ungulata	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
Zuelania guidonia	1	57.5	0.003
Luehea speciosa	1	51.9	0.005
Manilkara chicle	1	35.2	0.005
Guettarda macrosperma	1	40.3	0.012
Genipa americana	1	36.1	0.016
Swietenia macrophylla	1	39	0.019
Ardisia revoluta	1	27.9	0.030
Quercus oleoides	2	70.5	0.002
Simarouba glauca	2	63.6	0.003
Maytenus segoviarum	2	58.4	0.004
Roupala montana	2	27.2	0.037
Cochlospermum vitifolium	3	43.7	0.008
Tabebuia ochracea	3	36.5	0.011
Stemmadenia obovata	3	32.4	0.032
Ficus costaricana	4	61.1	0.003
Spondias radlkoferi	4	33.9	0.025
Ocotea veraguensis	4	28.6	0.030
Enterolobium cyclocarpum	4	26	0.042
Calycophyllum candidissimum	5	34	0.017
Eugenia hiraefolia	5	28.2	0.041
Coccoloba caracasana	6	100	0.000
Samanea saman	6	39.9	0.014
Bombacopsis quinata	8	44.4	0.009
Lonchocarpus minimiflorus	8	37.3	0.014
Zanthoxylum setulosum	9	90.2	0.001
Inga vera	9	56.5	0.004
Anacardium excelsum	9	46.4	0.005
Schefflera morototoni	9	31.1	0.048
Clarisia racemosa	10	53.5	0.005
Ficus insipida	11	43.6	0.010
Beilschmiedia alloiophylla	12	50	0.005
Compsoneura excelsa	14	69.1	0.001
Dendropanax caucanus	14	51.1	0.004
Guárea pterorhachis	14	47.5	0.006
Heisteria concinna	14	41.2	0.010
Micropholis melinoniana	14	40.1	0.010
Sorocea pubivena	14	35.4	0.019
Garcinia madruno	14	25	0.026
Virola sebifera	14	25.1	0.028
Brosimum utile	14	25.2	0.042
Miconia trinervia	15	76.1	0.000
Miconia affinis	15	37	0.014
Heliocarpus appendiculatus	16	34.7	0.008
Viburnum costaricanum	16	40.5	0.010

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

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

Especies	Nº ZF	Valor indicador	p-valor
Persea schiedeana	30	71.1	0.001
Oreopanax xalapensis	30	53.2	0.004
Crossopetalum tonduzii	30	43.2	0.009
Clethra lanata	30	45.3	0.017
Erythrina berteroana	30	41.3	0.050
Quercus costaricensis	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.

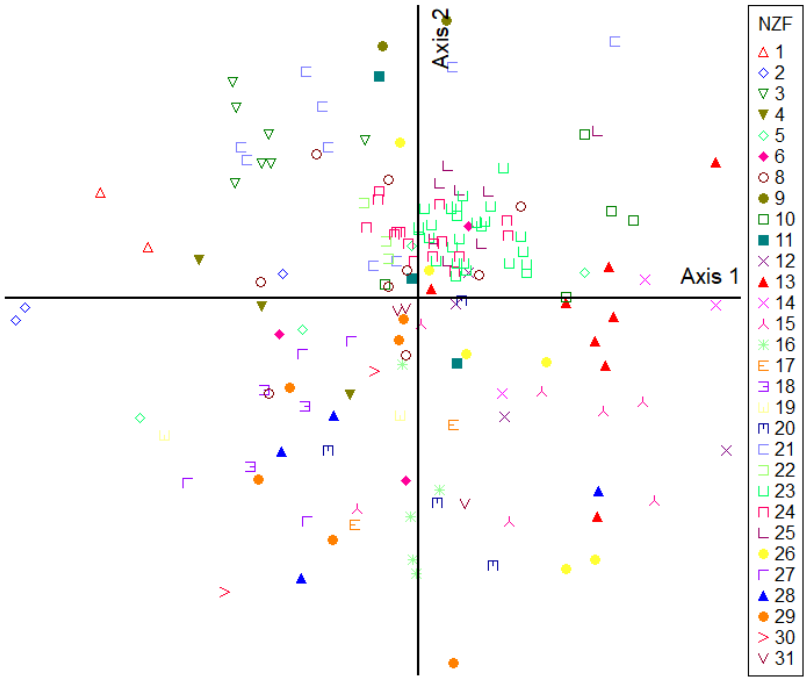


Figura 23. Diagrama de ordenación que muestra la relación entre las 166 parcelas de muestreo y la enumeración de 30 Zonas Forestales definidas (NZF).

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).

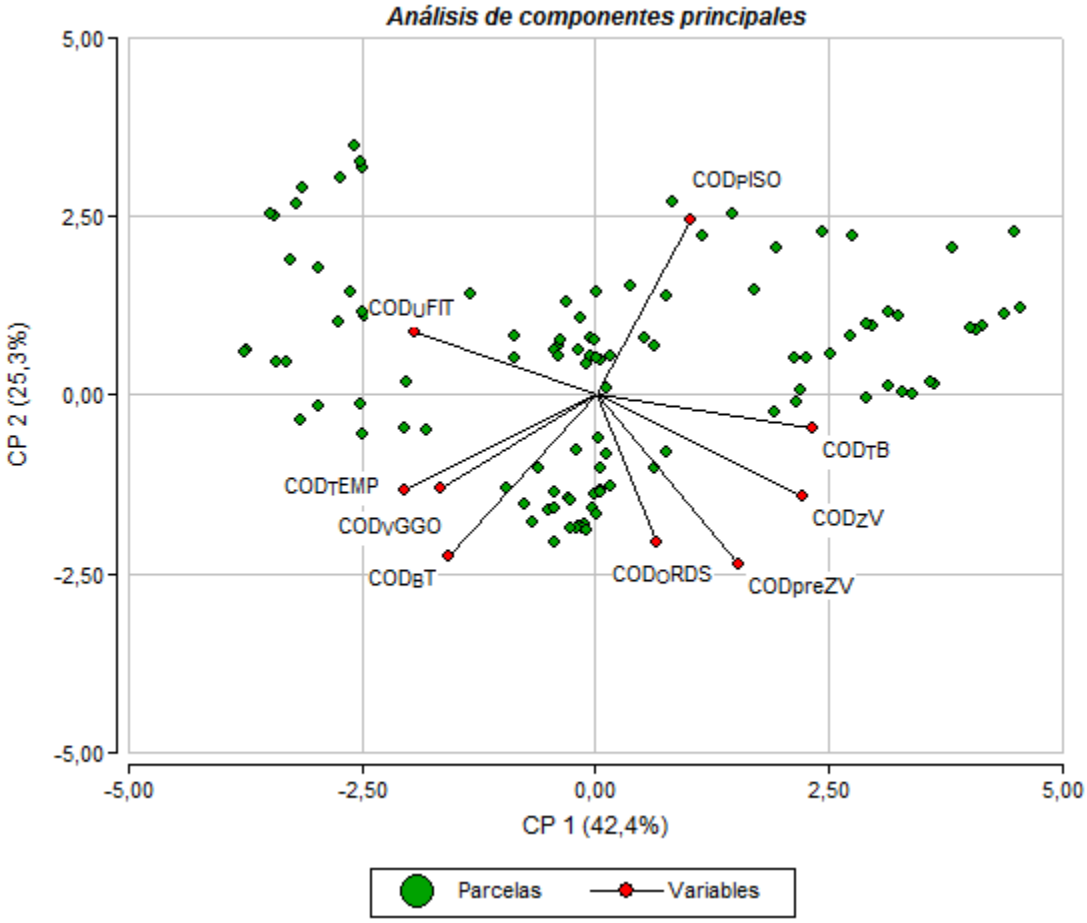


Figura 24. Gráfica Biplot donde se relacionan variables ambientales con las 166 parcelas utilizadas en el análisis.

Cabe destacar que las variables ambientales elegidas para describir las distintas Ecorregiones establecidas permiten describir un 67.7 % de la variación explicita. 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 funciónales, 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 preciadas 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.

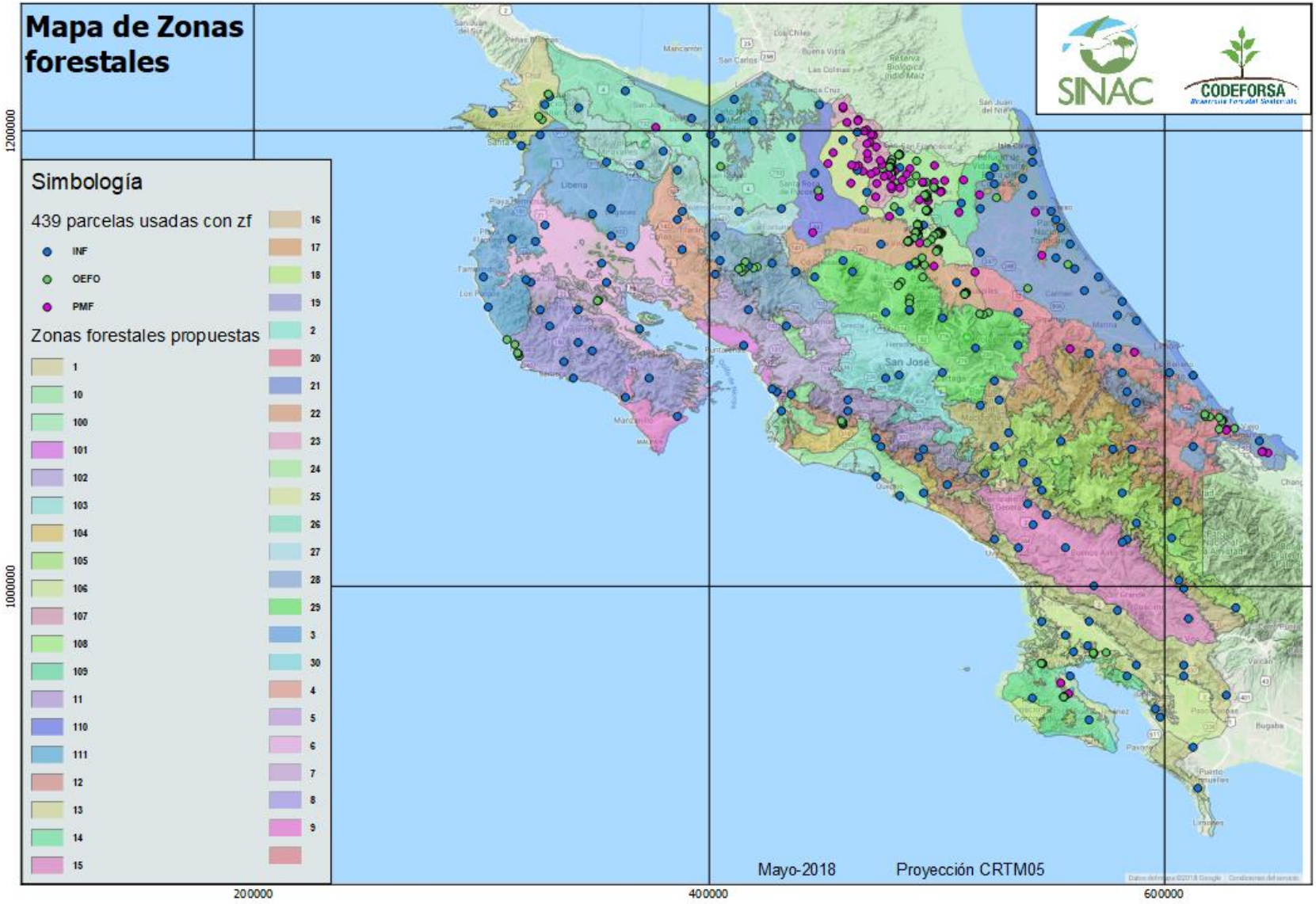


Figura 25. Mapa con las 52 Zonas Forestales identificadas para este estudio y la ubicación de las 439 parcelas utilizadas.

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.

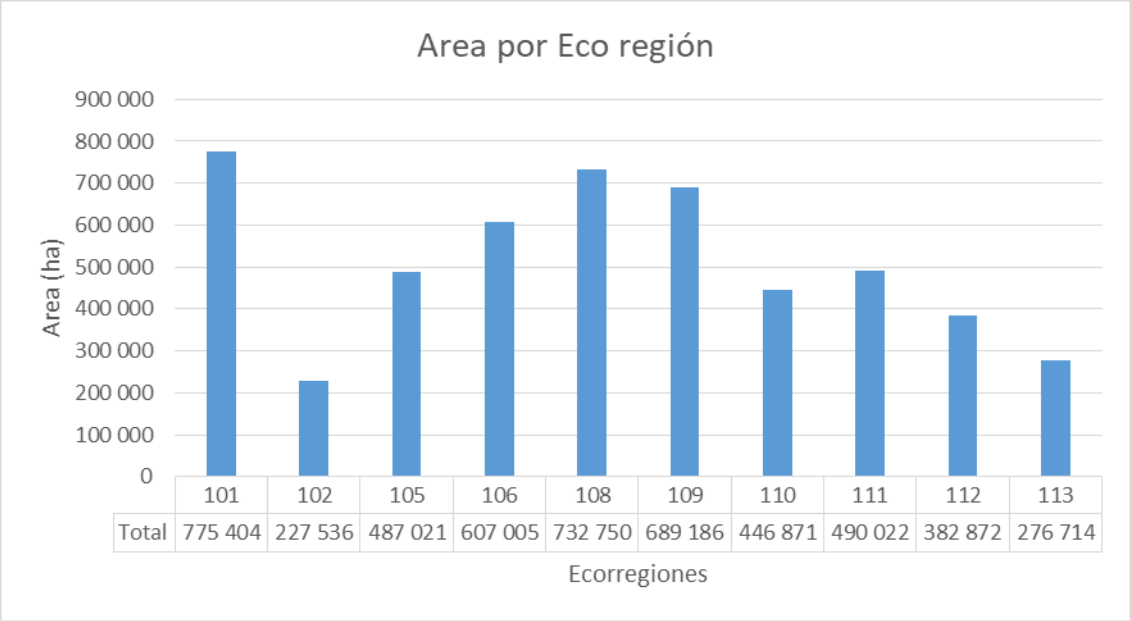


Figura 26. Área de cada Ecorregión definida a partir de la metodología de zonificación forestal.

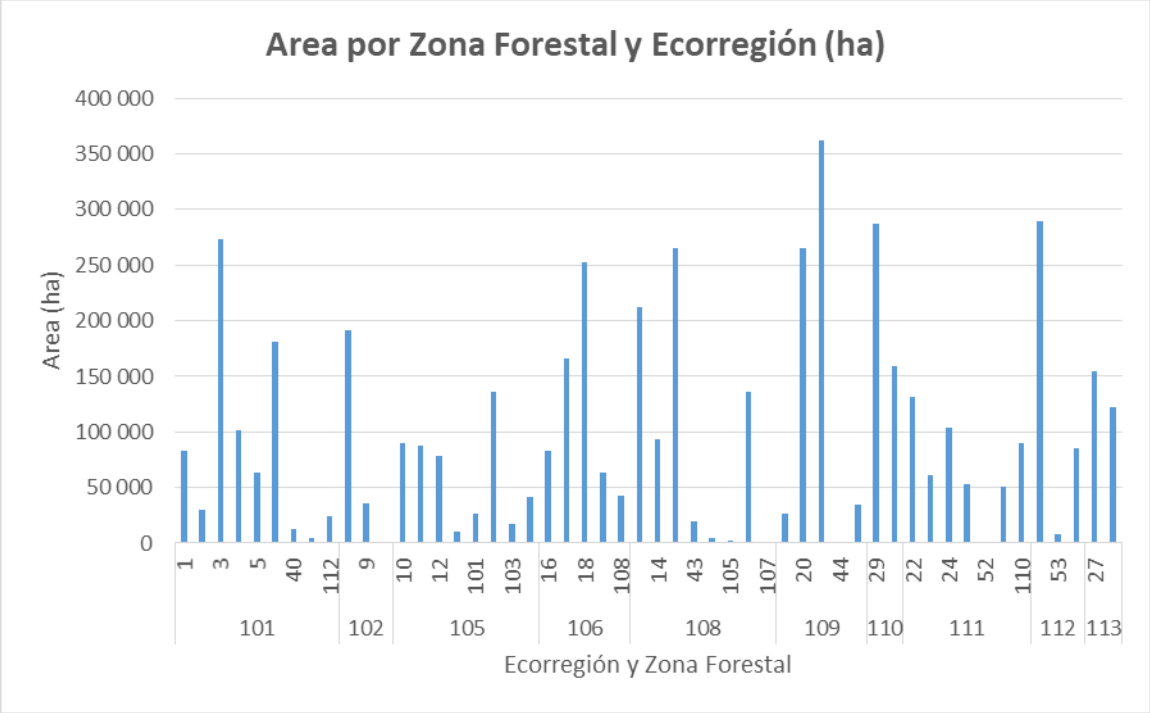
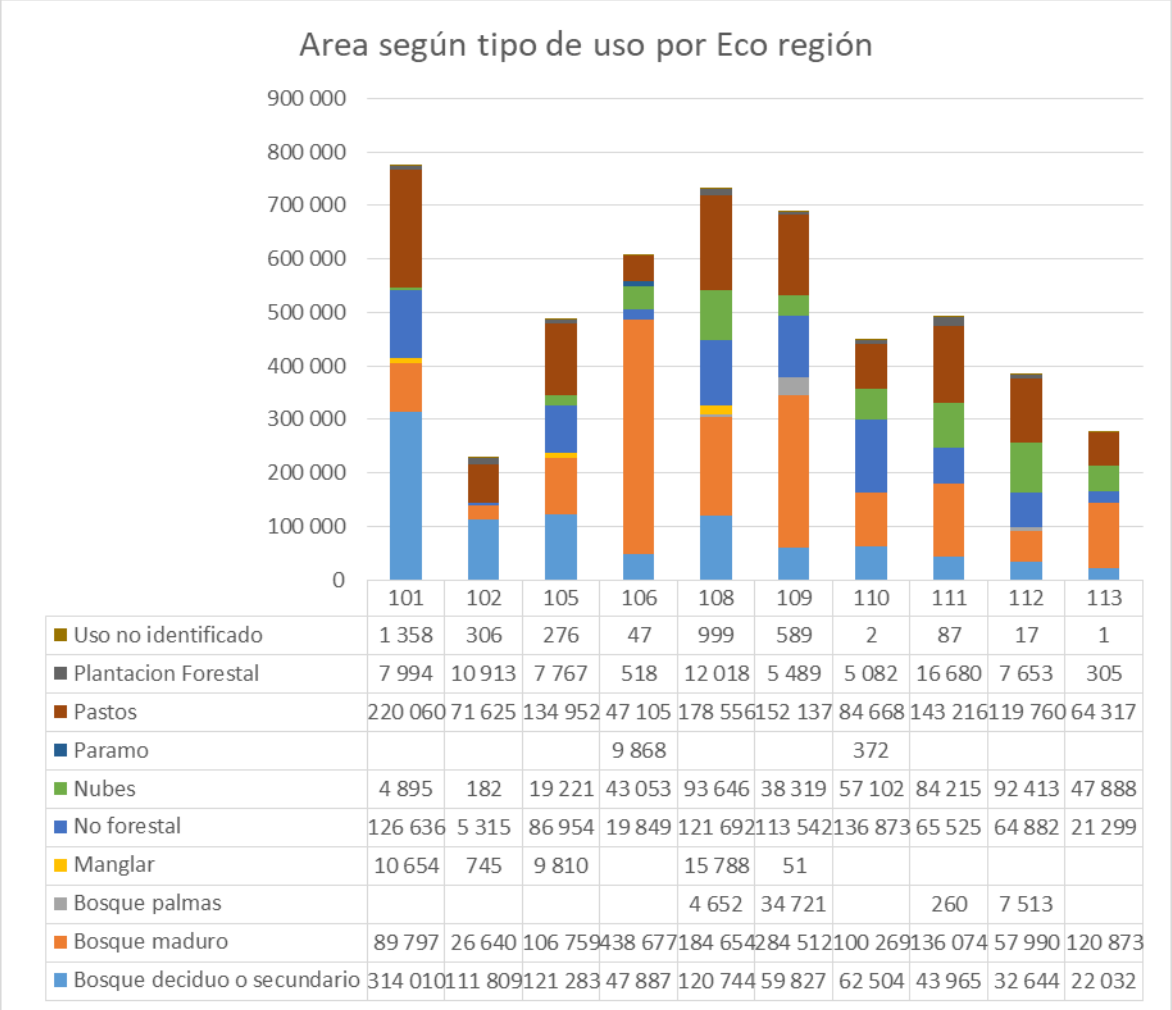


Figura 27. Área de cada Zona Forestal definida a partir de la metodología de zonificación forestal.

Una vez definida cada Ecorregión y las distintas Zonas Forestales en cada una de ellas, se procedió por algebra 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).



	101	102	105	106	108	109	110	111	112	113
Uso no identificado	1 358	306	276	47	999	589	2	87	17	1
Plantacion Forestal	7 994	10 913	7 767	518	12 018	5 489	5 082	16 680	7 653	305
Pastos	220 060	71 625	134 952	47 105	178 556	152 137	84 668	143 216	119 760	64 317
Paramo				9 868			372			
Nubes	4 895	182	19 221	43 053	93 646	38 319	57 102	84 215	92 413	47 888
No forestal	126 636	5 315	86 954	19 849	121 692	113 542	136 873	65 525	64 882	21 299
Manglar	10 654	745	9 810		15 788	51				
Bosque palmas					4 652	34 721		260	7 513	
Bosque maduro	89 797	26 640	106 759	438 677	184 654	284 512	100 269	136 074	57 990	120 873
Bosque deciduo o secundario	314 010	111 809	121 283	47 887	120 744	59 827	62 504	43 965	32 644	22 032

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.

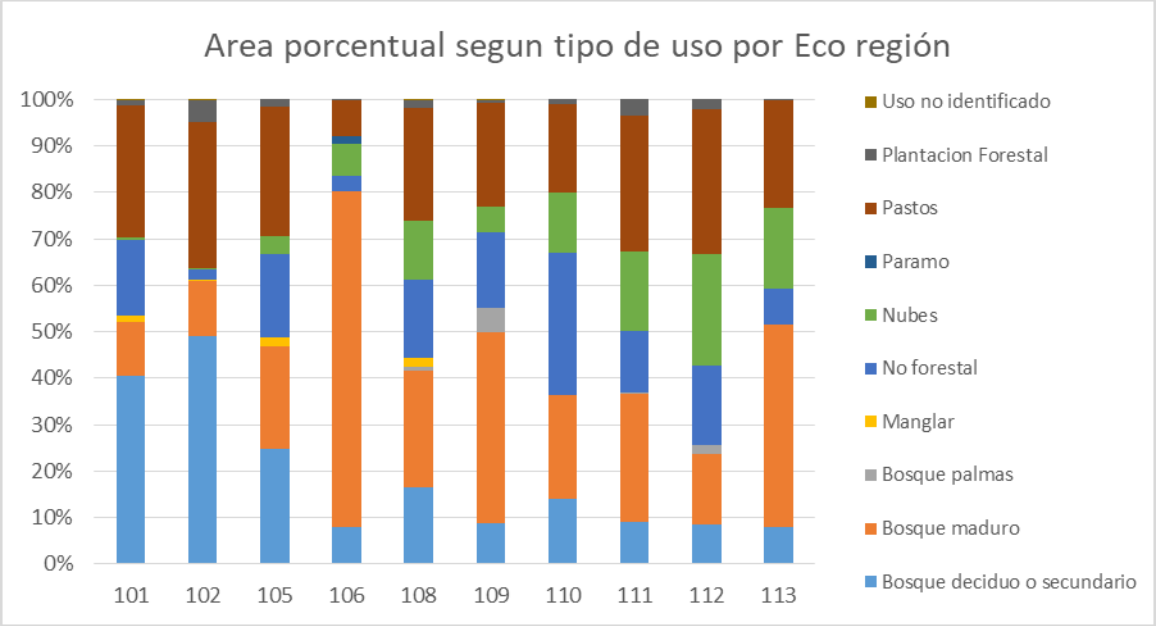


Figura 29. Área porcentual según tipo del uso del INF, para cada Ecorregión forestal definida en este estudio.

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 Talamanca 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 rio Tempisque-Llanuras
40: Manglar del Pacifico Norte.
100: Islas del Golfo de Nicoya.
112: Cuenca del rio 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: *Rhizophora mangle, R. racemosa* y *Pelliciera rhizophorae*								
100	Representa las Islas del Golfo de Nicoya								
112	Lomas de la cuenca del río Tempisque, se necesita más información para caracterizarla								

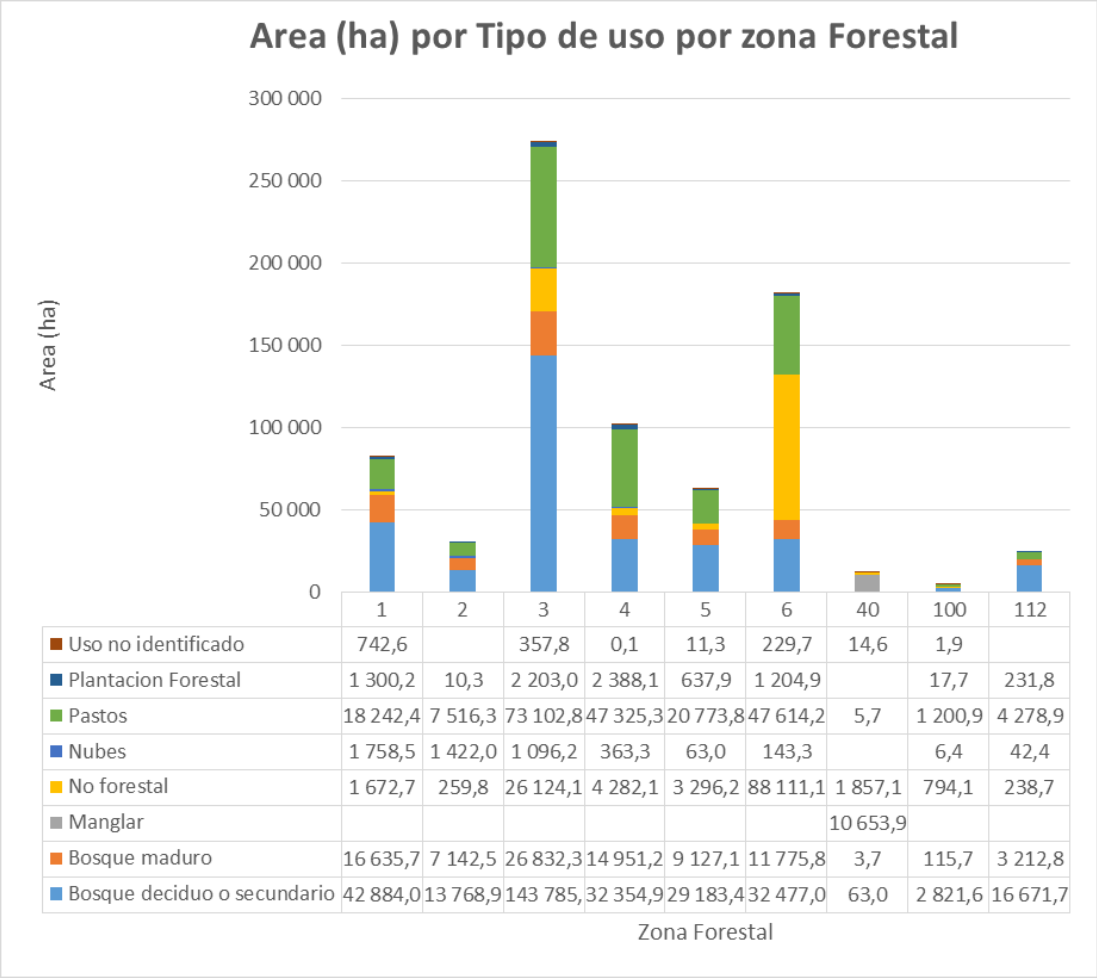
Donde:

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 semideciduos deciduos, 15: Bosques deciduos de bajura; 27: Bosque tropical lluvioso de bajura; 30: Bosques semideciduos 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).



	1	2	3	4	5	6	40	100	112
Uso no identificado	742,6		357,8	0,1	11,3	229,7	14,6	1,9	
Plantacion Forestal	1 300,2	10,3	2 203,0	2 388,1	637,9	1 204,9		17,7	231,8
Pastos	18 242,4	7 516,3	73 102,8	47 325,3	20 773,8	47 614,2	5,7	1 200,9	4 278,9
Nubes	1 758,5	1 422,0	1 096,2	363,3	63,0	143,3		6,4	42,4
No forestal	1 672,7	259,8	26 124,1	4 282,1	3 296,2	88 111,1	1 857,1	794,1	238,7
Manglar							10 653,9		
Bosque maduro	16 635,7	7 142,5	26 832,3	14 951,2	9 127,1	11 775,8	3,7	115,7	3 212,8
Bosque deciduo o secundario	42 884,0	13 768,9	143 785,	32 354,9	29 183,4	32 477,0	63,0	2 821,6	16 671,7

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	*Erythroxylum havanense*	100
1	*Schoepfia schreberi*	100
2	*Quercus oleoides*	70.5
2	*Simarouba glauca*	63.6
3	*Cochlospermum vitifolium*	43.7*
3	*Tabebuia ochracea*	36.5*
4	*Ficus costaricana*	61.1
4	*Spondias radlkoferi*	33.9*
5	*Calycophyllum candidissimum*	34*
5	*Eugenia hiraefolia*	28.2*
6	*Coccoloba caracasana*	100
6	*Samanea saman*	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: *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans,* 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 semideciduos 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).

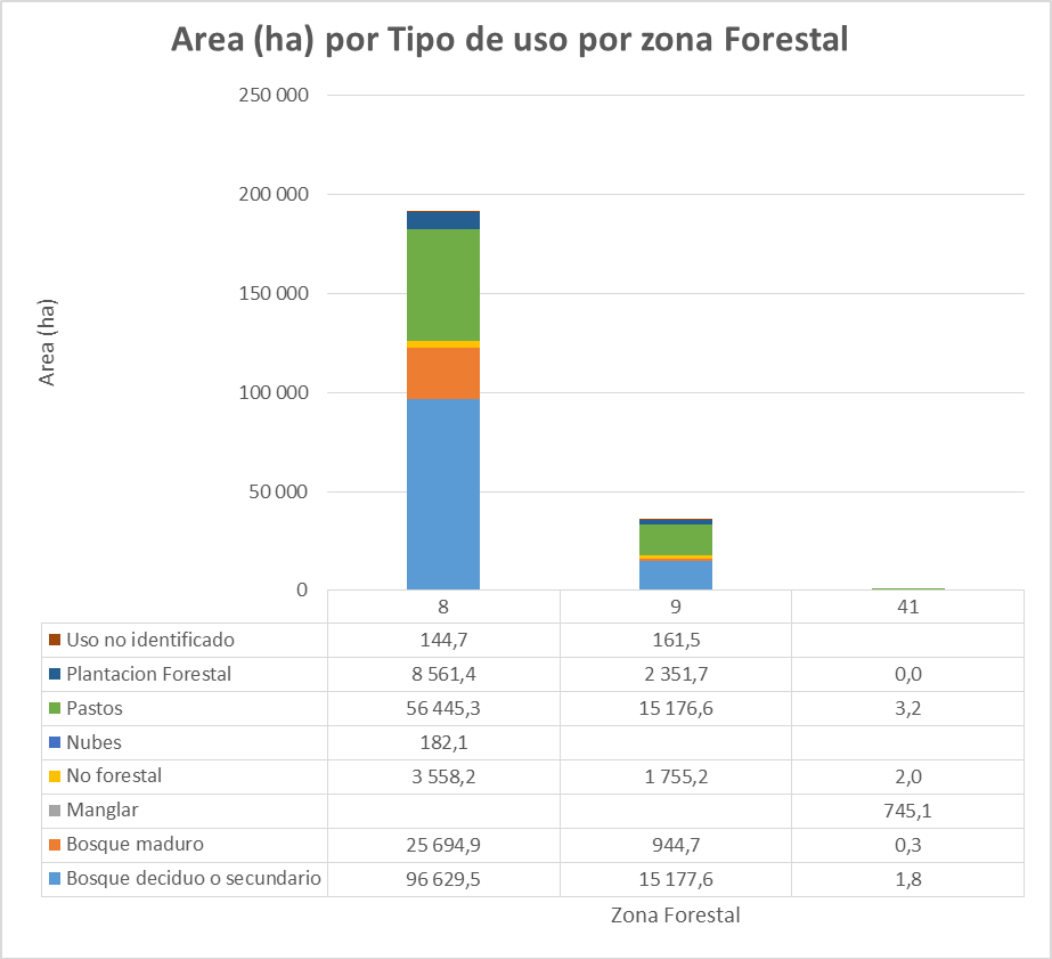


Figura 31. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión 102.Serranías de la Península de Nicoya.

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	*Bombacopsis quinata*	44.4*
8	*Lonchocarpus minimiflorus*	37.3*
9	*Zanthoxylum setulosum*	90.2
9	*Inga vera*	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 pacifico 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).

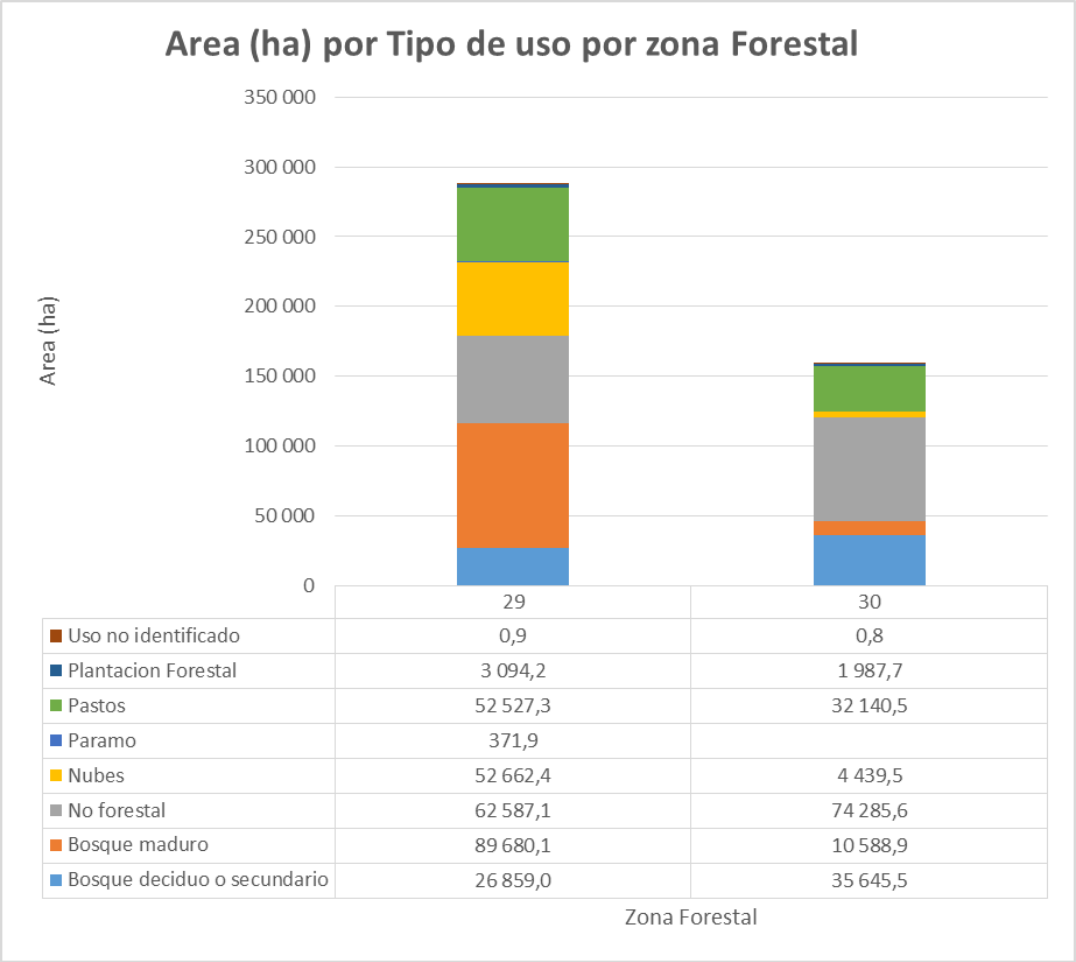


Figura 32. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión Cordillera Volcánica Central y Cerros Escazú y Cerros de Escazú.

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	*Zanthoxylum juniperinum*	33.3*
29	*Paragonia pyramidata*	33.3*
30	*Persea schiedeana*	71.1
30	*Citharexylum costaricense*	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).

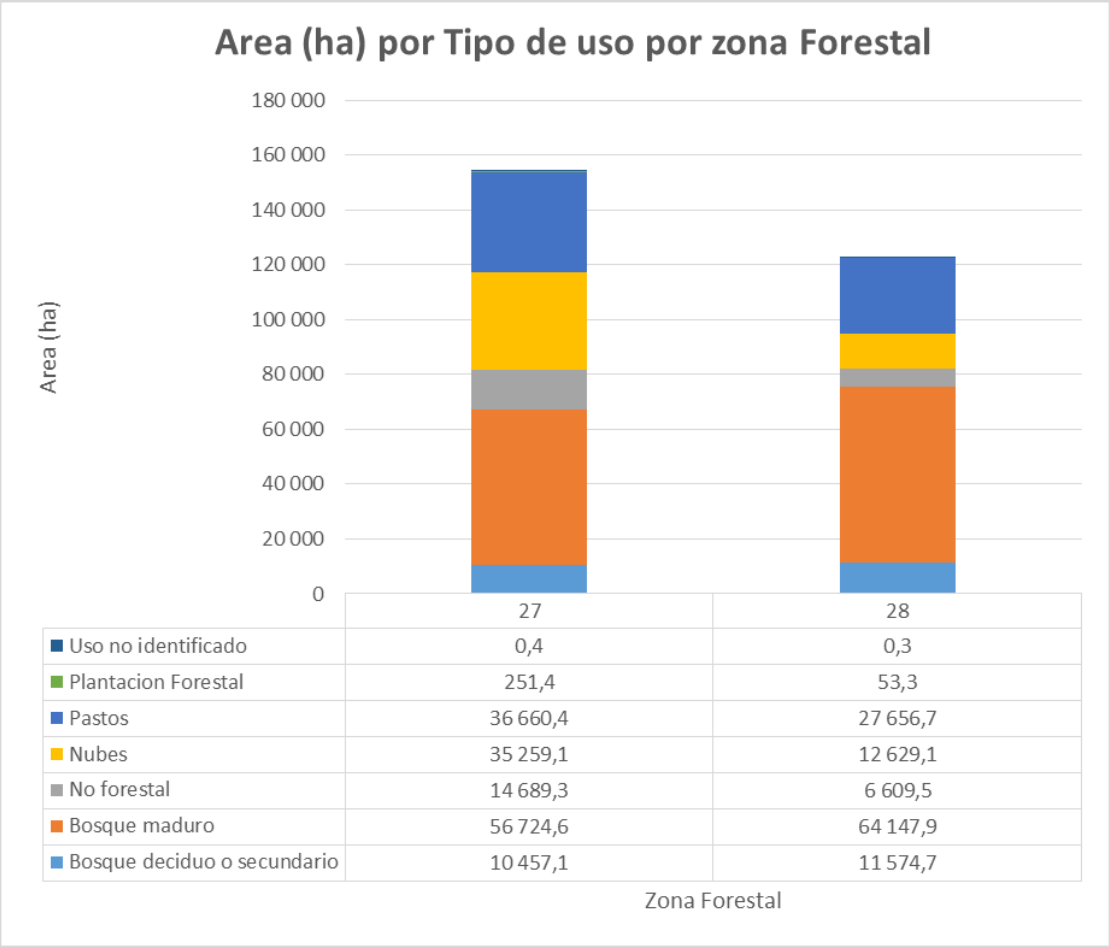


Figura 33. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión 113.Cordillera de Guanacaste y Tilarán.

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	*Meliosma glabrata*	42.7*
27	*Calatola costaricensis*	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.Pacifico Central

Esta Ecorregión está definida por las siguientes Zonas Forestales:

10: Muy Húmedo premontana transición a basal del Pacifico Central.
11: Bosque submontano del Pacifico Central.
12: Bosque lluvioso del Pacifico Central.
42: Manglar del Pacifico Central.
101: Puntarenas.
102: Esparza y sector occidente del Valle Central.
103: Húmedo tropical transición a per húmedo del pacifico Central.
104: Muy húmedo tropical del Pacifico 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 Pacifico 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: *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*								
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 Tárcoles y Jacó y alrededores de Parrita, falta más información en este sitio para caracterizarlo								
104	Sectores de Bosque Muy húmedo tropical del Pacifico central, falta más información en este sitio para caracterizarlo								

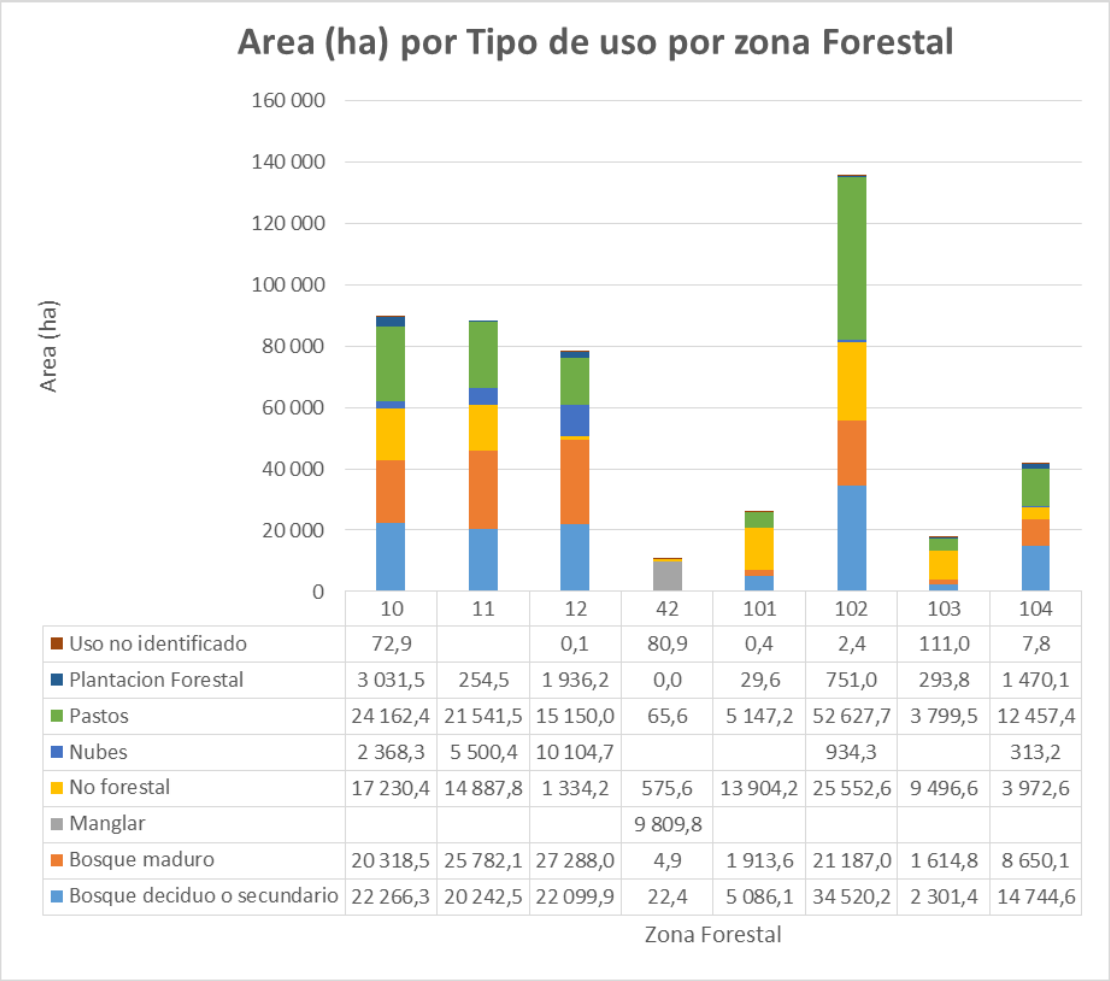
Donde:

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 Turrubares. 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 semideciduos 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).



	10	11	12	42	101	102	103	104
Uso no identificado	72,9		0,1	80,9	0,4	2,4	111,0	7,8
Plantacion Forestal	3 031,5	254,5	1 936,2	0,0	29,6	751,0	293,8	1 470,1
Pastos	24 162,4	21 541,5	15 150,0	65,6	5 147,2	52 627,7	3 799,5	12 457,4
Nubes	2 368,3	5 500,4	10 104,7			934,3		313,2
No forestal	17 230,4	14 887,8	1 334,2	575,6	13 904,2	25 552,6	9 496,6	3 972,6
Manglar				9 809,8				
Bosque maduro	20 318,5	25 782,1	27 288,0	4,9	1 913,6	21 187,0	1 614,8	8 650,1
Bosque deciduo o secundario	22 266,3	20 242,5	22 099,9	22,4	5 086,1	34 520,2	2 301,4	14 744,6

Figura 34. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión Pacifico 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 Pacifico 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	*Clarisia racemosa*	53.5
11	*Ficus insipida*	43.6*
12	*Beilschmiedia alloiophylla*	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 Pacifico Sur.
50: Bosque de palmas del Pacifico 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: *Rhizophora mangle, R. racemosa* y *Pelliciera rhizophorae*								
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:

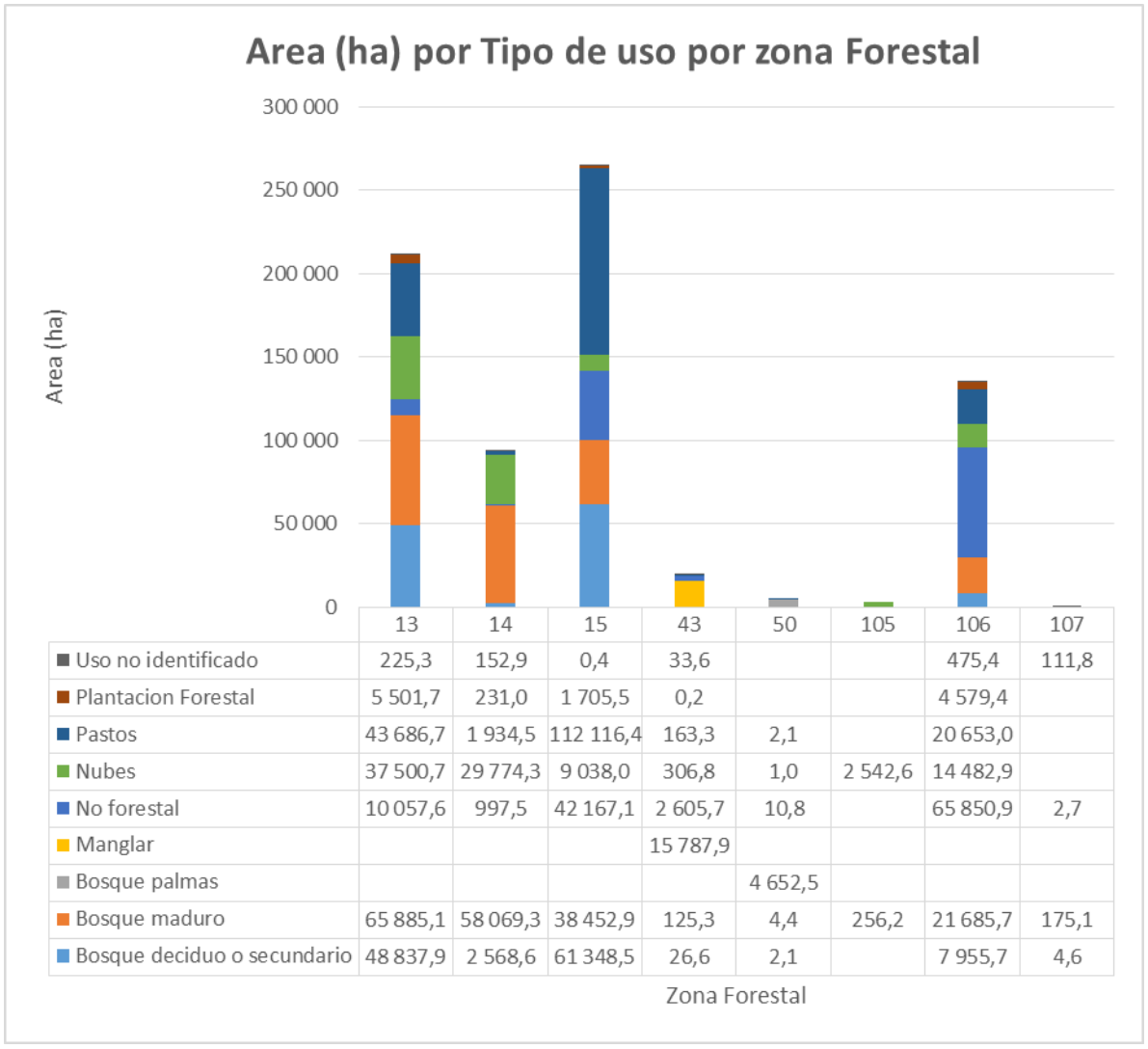
COD_ZV = bh-P6: Bosque húmedo premontano transición a basal; bmh-T: Bosque muy húmedo tropical; bp-bmh-T12: Bosque muy húmedo tropical transición a premontano; bp-P: Bosque pluvial premontano; bmh-P: Bosque muy húmedo premontano; bmh-P4: Bosque muy húmedo premontano transición a pluvial.

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 costeñas, 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 semideciduos 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).



	13	14	15	43	50	105	106	107
Uso no identificado	225,3	152,9	0,4	33,6			475,4	111,8
Plantacion Forestal	5 501,7	231,0	1 705,5	0,2			4 579,4	
Pastos	43 686,7	1 934,5	112 116,4	163,3	2,1		20 653,0	
Nubes	37 500,7	29 774,3	9 038,0	306,8	1,0	2 542,6	14 482,9	
No forestal	10 057,6	997,5	42 167,1	2 605,7	10,8		65 850,9	2,7
Manglar				15 787,9				
Bosque palmas					4 652,5			
Bosque maduro	65 885,1	58 069,3	38 452,9	125,3	4,4	256,2	21 685,7	175,1
Bosque deciduo o secundario	48 837,9	2 568,6	61 348,5	26,6	2,1		7 955,7	4,6

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	*Compsoneura excelsa*	69.1
14	*Dendropanax caucanus*	51.1
15	*Miconia trinervia*	76.1
15	*Miconia affinis*	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								

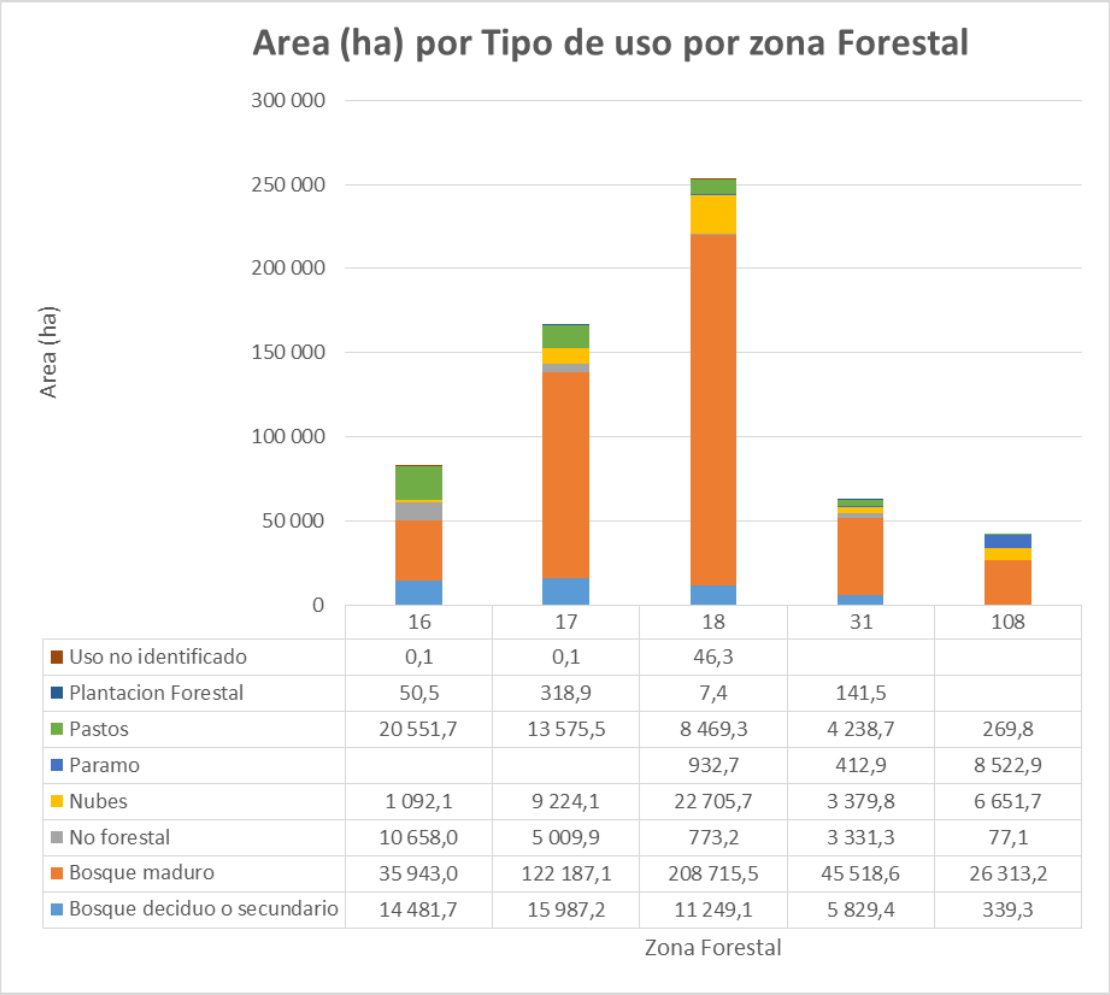
Donde:

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).



	16	17	18	31	108
Uso no identificado	0,1	0,1	46,3		
Plantacion Forestal	50,5	318,9	7,4	141,5	
Pastos	20 551,7	13 575,5	8 469,3	4 238,7	269,8
Paramo			932,7	412,9	8 522,9
Nubes	1 092,1	9 224,1	22 705,7	3 379,8	6 651,7
No forestal	10 658,0	5 009,9	773,2	3 331,3	77,1
Bosque maduro	35 943,0	122 187,1	208 715,5	45 518,6	26 313,2
Bosque deciduo o secundario	14 481,7	15 987,2	11 249,1	5 829,4	339,3

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	*Heliocarpus appendiculatus*	34.7*
16	*Viburnum costaricanum*	40.5*
17	*Chamaedorea sp*	100
17	*Guárea grandifolia*	67.6
18	*Diospyros hartmanniana*	66.7
18	*Nectandra smithii*	66.7
31	*Quercus costaricensis*	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 (*Cedrelo 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).

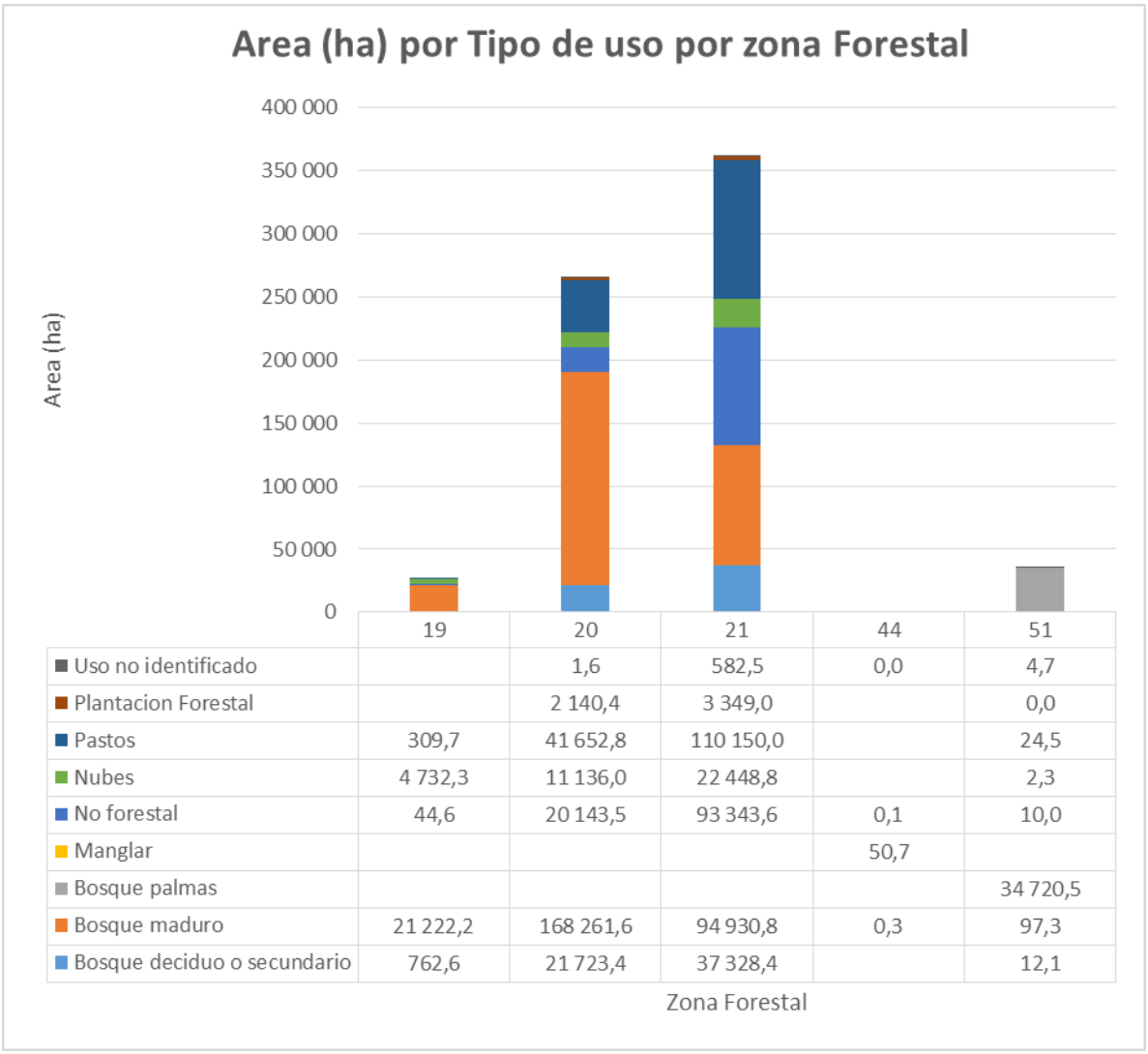


Figura 37. Área según tipo del uso del INF, para cada Zona Forestal de la Ecorregión 109.Zona Caribe.

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	*Alfaroa costaricensis*	100
19	*Graffenrieda micrantha*	92
20	*Quararibea obliquifolia*	50
20	*Chrysophyllum venezuelanense*	41.5*
21	*Astrocaryum alatum*	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 Pocosol, es necesaria más información para caracterizar esta zona.								

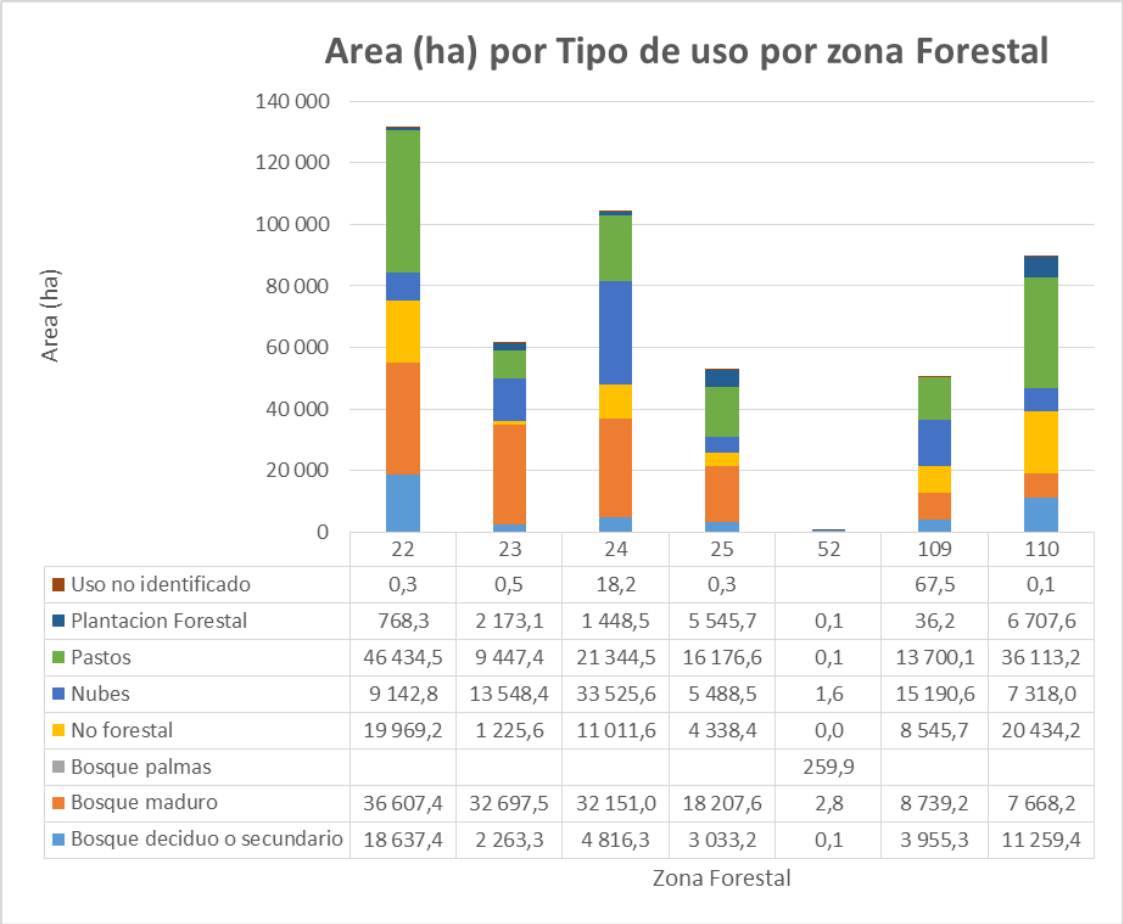
Donde:

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).



	22	23	24	25	52	109	110
Uso no identificado	0,3	0,5	18,2	0,3		67,5	0,1
Plantacion Forestal	768,3	2 173,1	1 448,5	5 545,7	0,1	36,2	6 707,6
Pastos	46 434,5	9 447,4	21 344,5	16 176,6	0,1	13 700,1	36 113,2
Nubes	9 142,8	13 548,4	33 525,6	5 488,5	1,6	15 190,6	7 318,0
No forestal	19 969,2	1 225,6	11 011,6	4 338,4	0,0	8 545,7	20 434,2
Bosque palmas					259,9		
Bosque maduro	36 607,4	32 697,5	32 151,0	18 207,6	2,8	8 739,2	7 668,2
Bosque deciduo o secundario	18 637,4	2 263,3	4 816,3	3 033,2	0,1	3 955,3	11 259,4

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	*Ampelocera macrocarpa*	60.7
22	*Jacaranda copaia*	55.1
23	*Elaeoluma glabrescens*	46.3*
23	*Vochysia allenii*	38.1*
24	*Couma macrocarpa*	39.6*
24	*Licania affinis*	36.8*
25	*Vatairea lundellii*	50.2
25	*Dialium guianense*	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.								

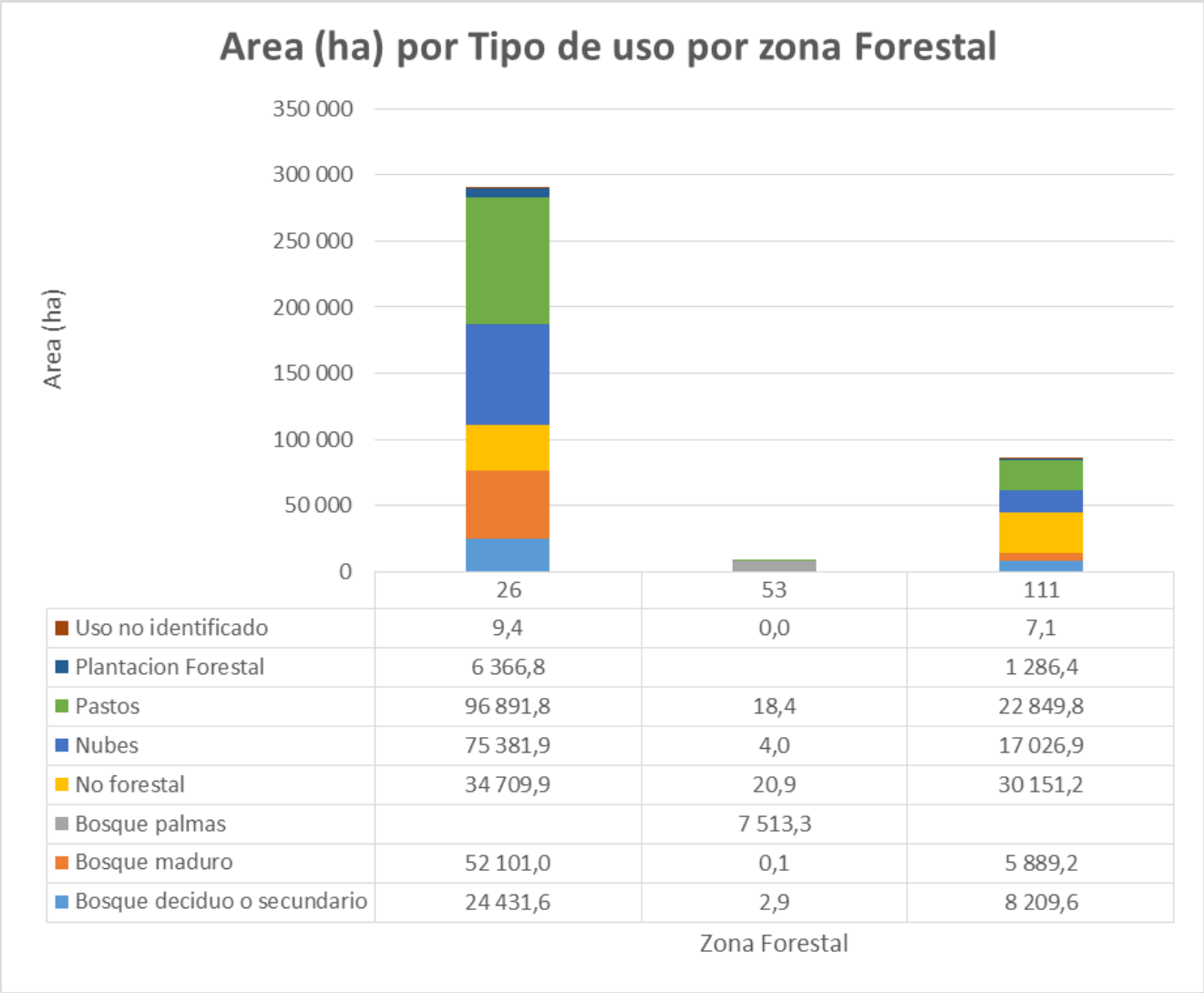
Donde:

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).



	26	53	111
Uso no identificado	9,4	0,0	7,1
Plantacion Forestal	6 366,8		1 286,4
Pastos	96 891,8	18,4	22 849,8
Nubes	75 381,9	4,0	17 026,9
No forestal	34 709,9	20,9	30 151,2
Bosque palmas		7 513,3	
Bosque maduro	52 101,0	0,1	5 889,2
Bosque deciduo o secundario	24 431,6	2,9	8 209,6

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	*Cordia dwyeri*	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.

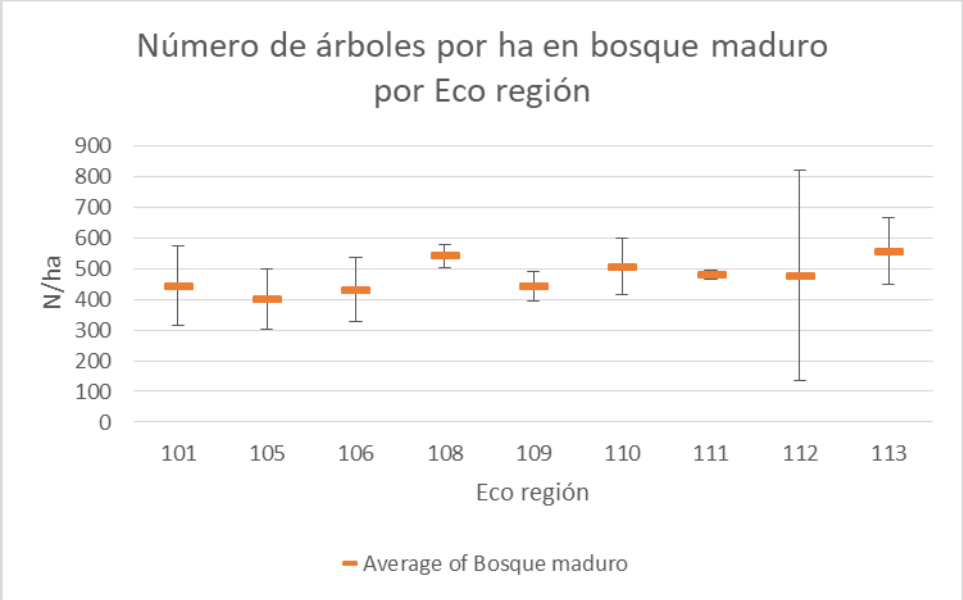


Figura 40. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque Maduro.

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.

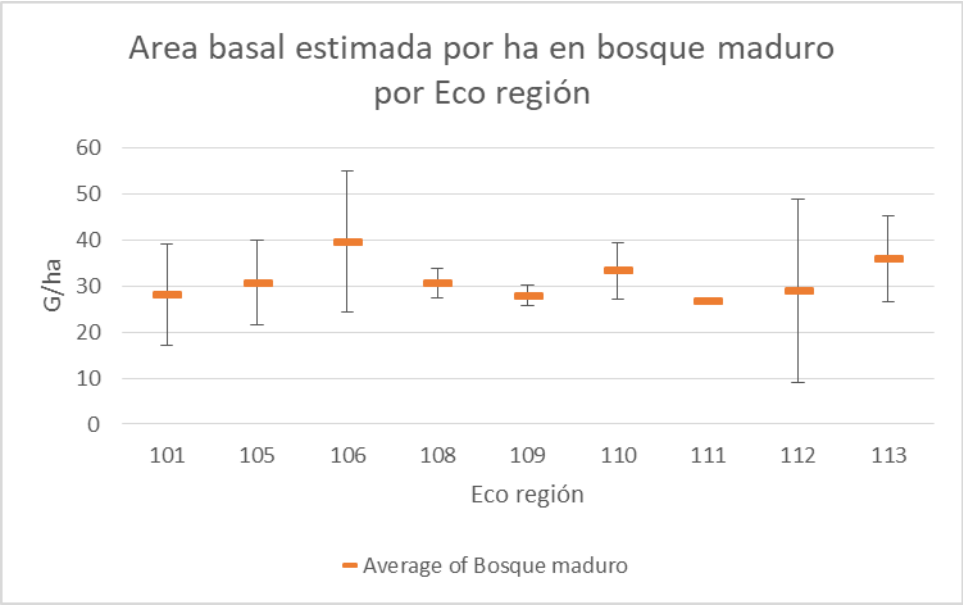


Figura 41. Área basal por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque Maduro.

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.

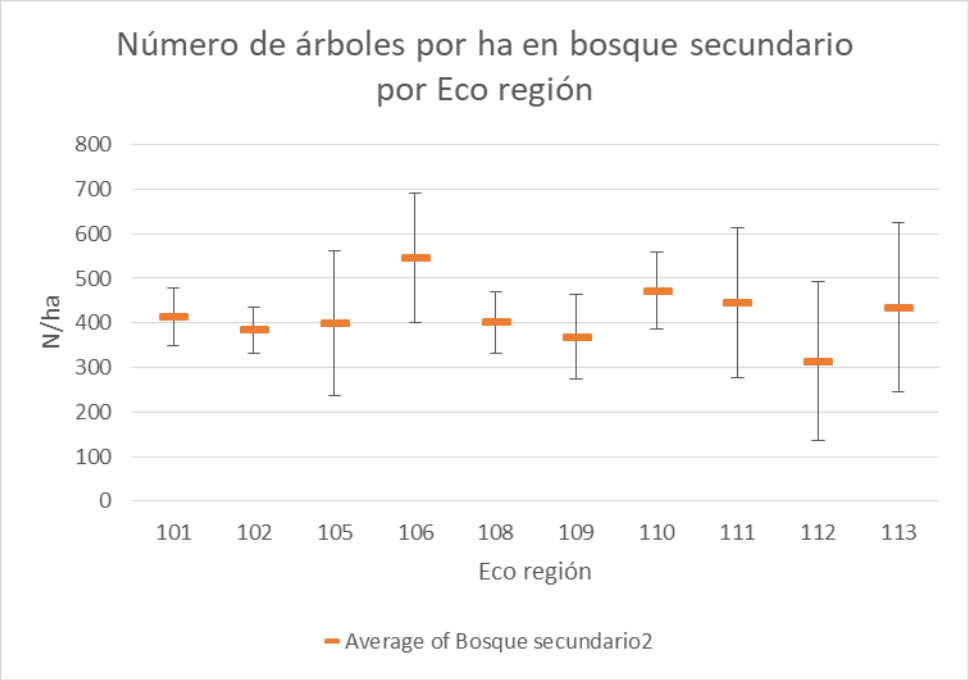


Figura 42. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque secundario.

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	Área 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.

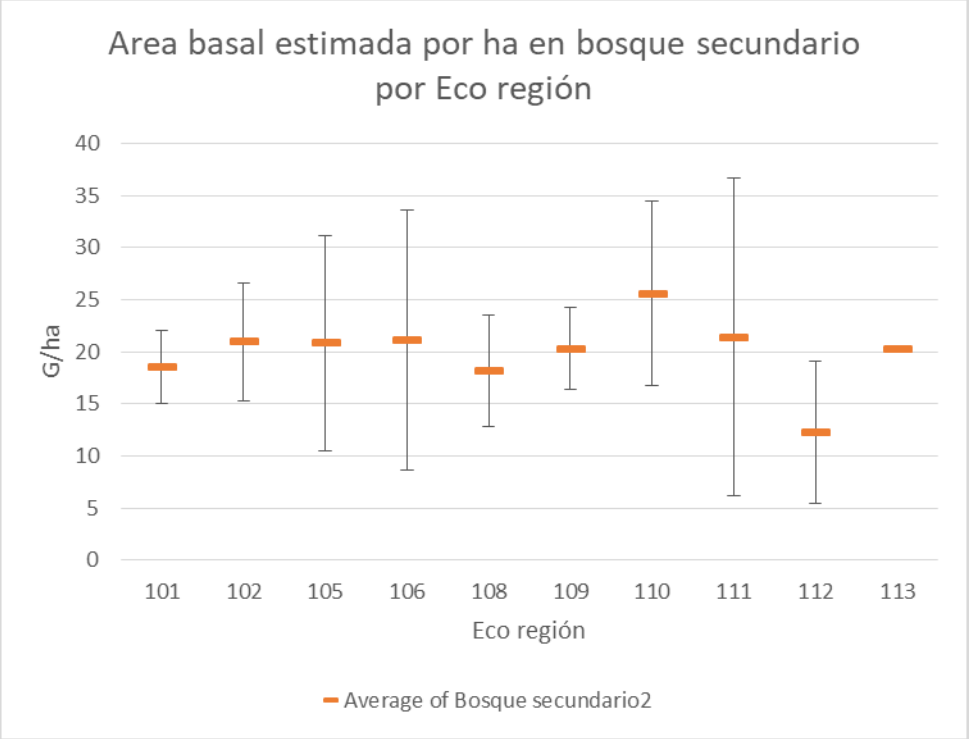


Figura 43. Área basal por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque secundario.

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.

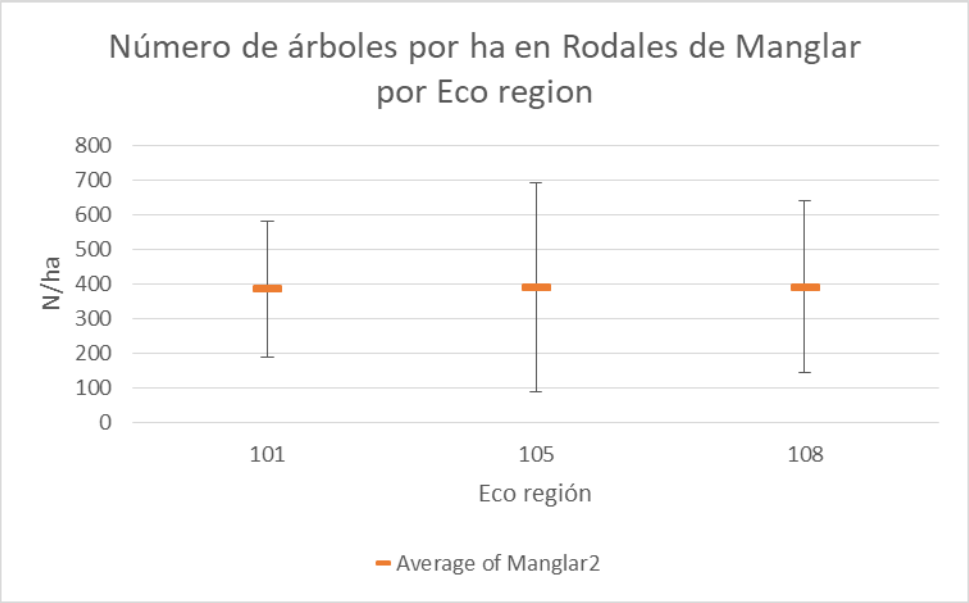


Figura 44. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Rodales de Mangle.

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	Área 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.

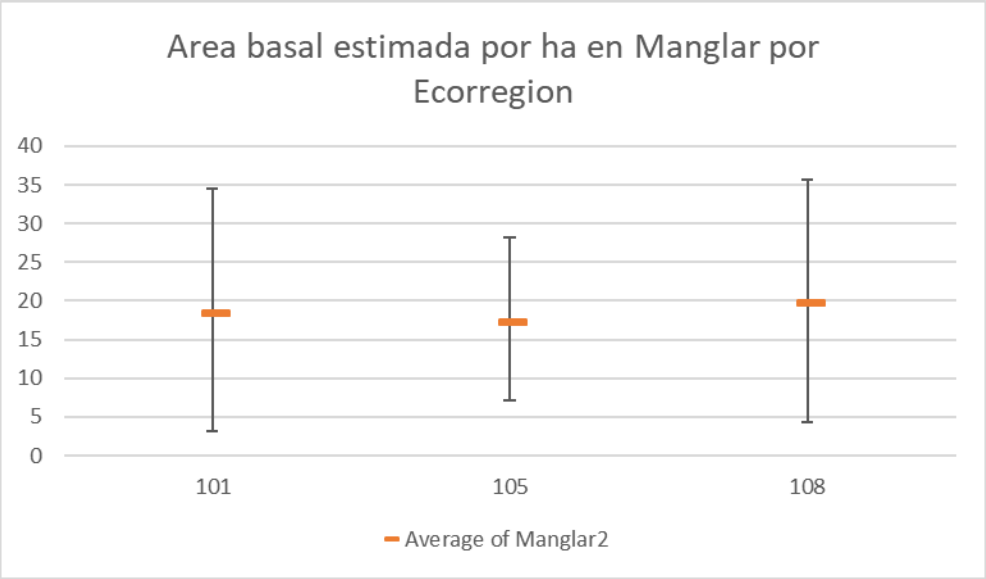


Figura 45. Área basal por hectárea por Ecorregión para el estrato Rodales de Mangle.

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.Pacifico 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:

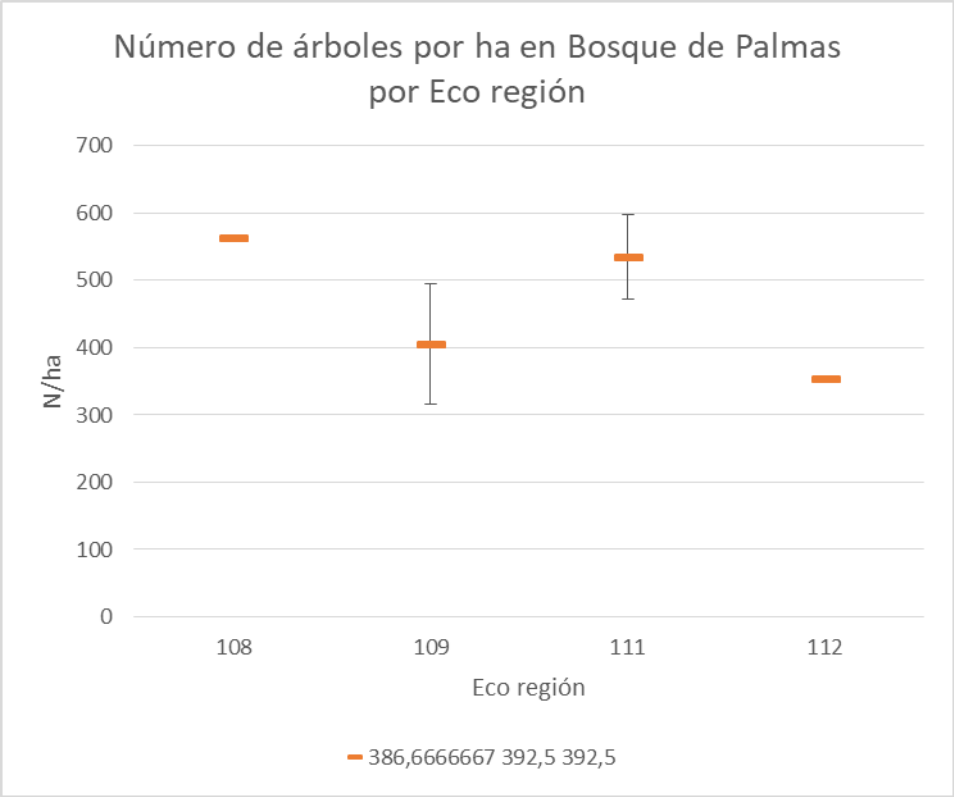


Figura 46. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque de Palmas.

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	Área 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:

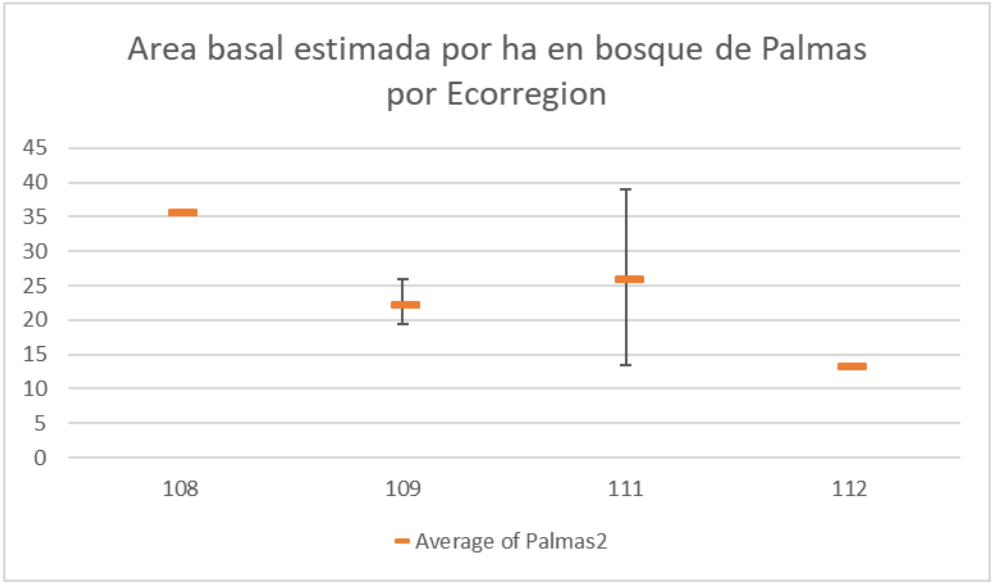


Figura 47. Número de árboles por hectárea por Ecorregión para el estrato Bosque de Palmas.

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.; Víquez, 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 & Soulé (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 (Ne) 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 nazareno (*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 las 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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 90,279.3 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)).

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)
Anthodiscus chocoensis	0.13	90,279.3	**2,376**

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.

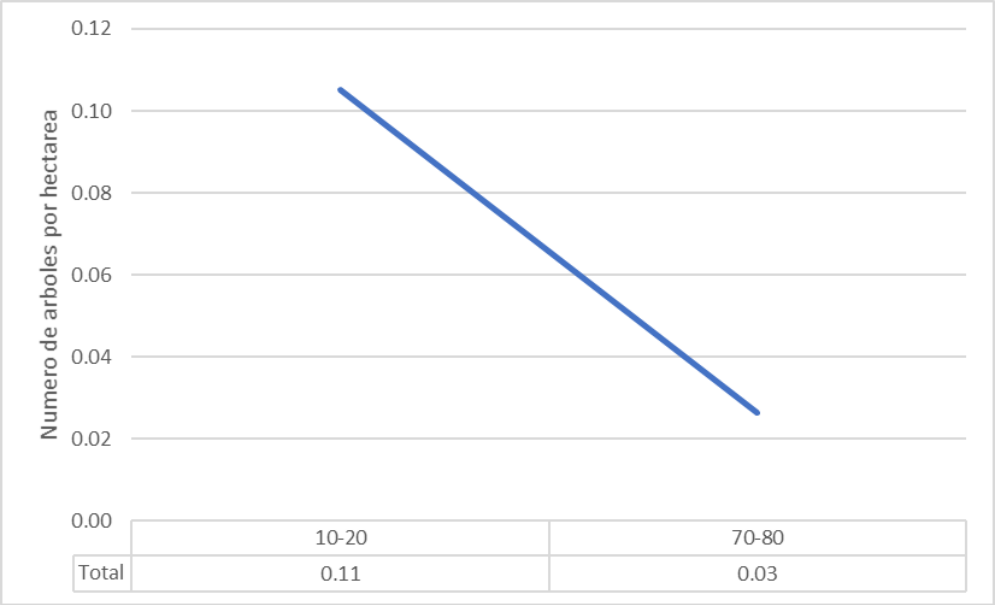


Figura 48. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Anthodiscus chocoensis,* según información proveniente del INF, PMF y PPM.

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

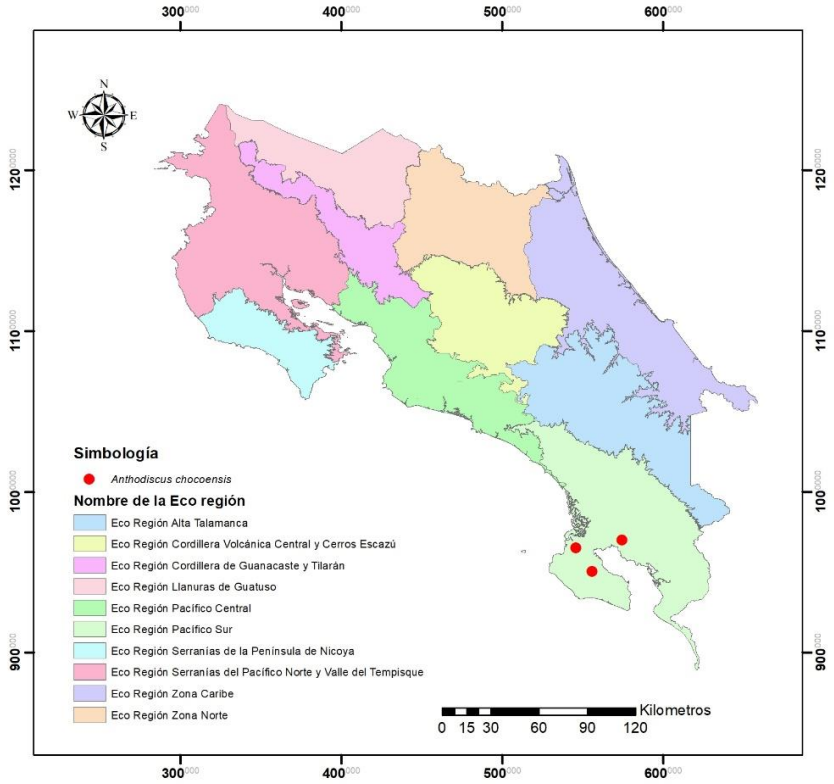


Figura 49. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Anthodiscus chocoensis.*

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 Pacifico 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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 621,261.0 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie dioica (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)) (UICN, 2018).

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)
Astronium graveolens	2.51	621,261.0	**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.

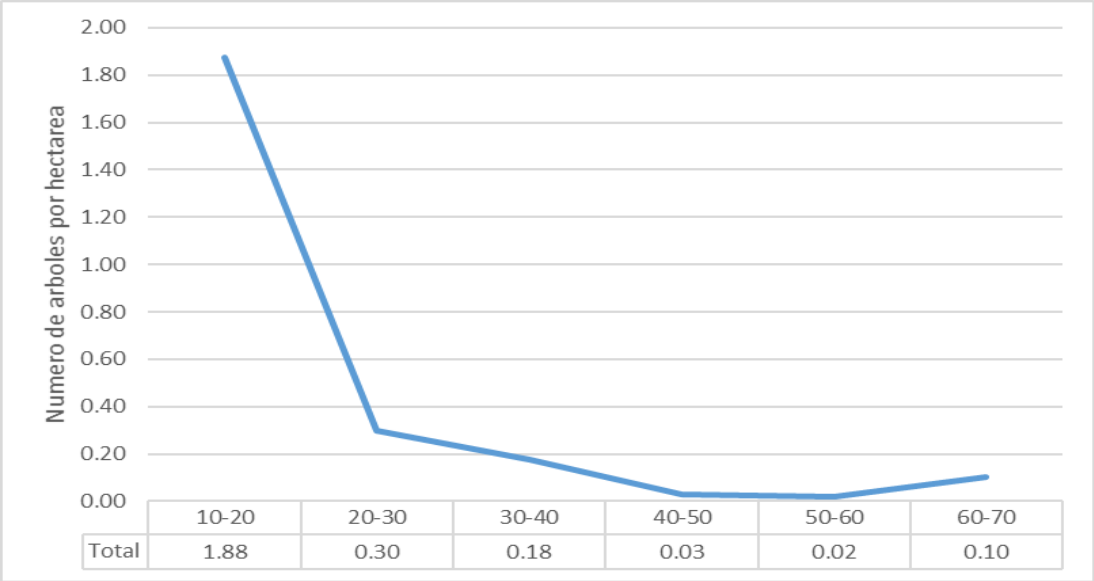


Figura 50. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Astronium graveolens*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

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

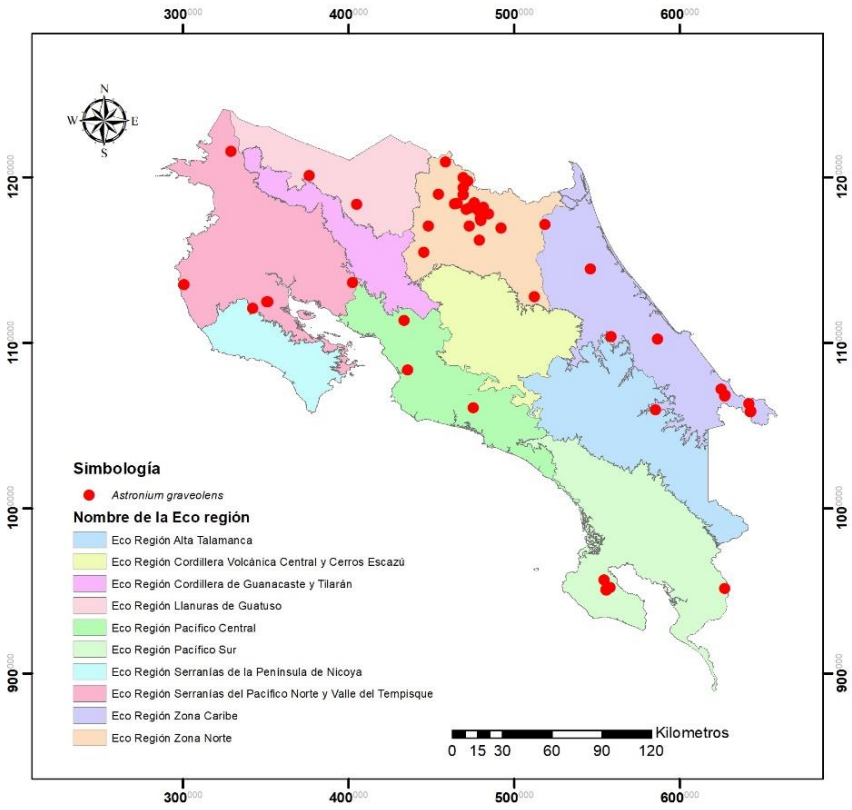


Figura 51. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Astronium graveolens.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 1,081,094.5 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie dioica. (UICN, 2018).

Polinización: Murciélagos.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

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

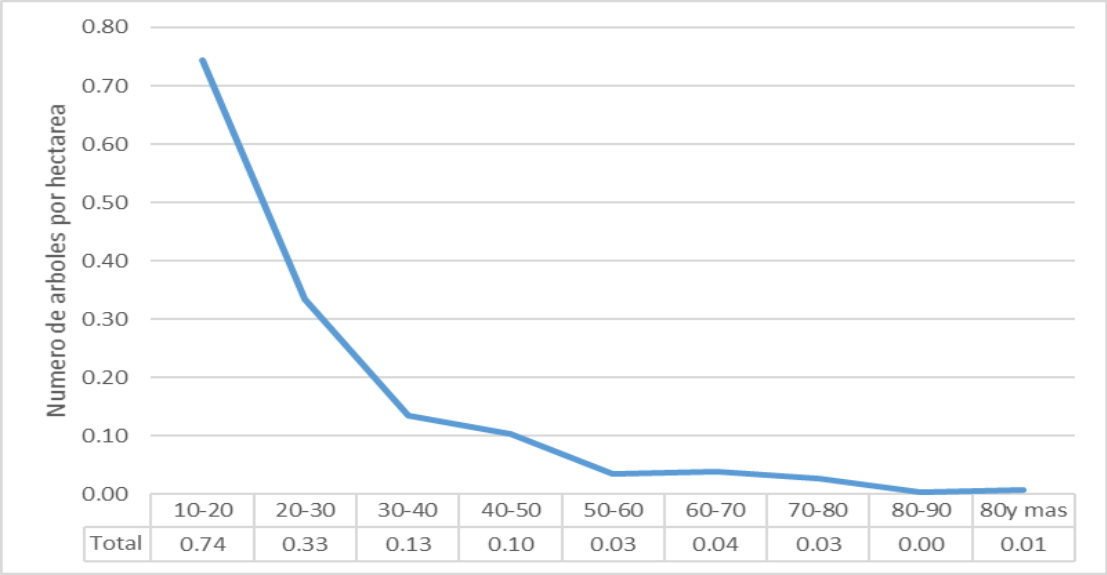
La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

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)
Brosimum alicastrum	1.43	1,081,094.5	**68,537**

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.



	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	80y mas
Total	0.74	0.33	0.13	0.10	0.03	0.04	0.03	0.00	0.01

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.

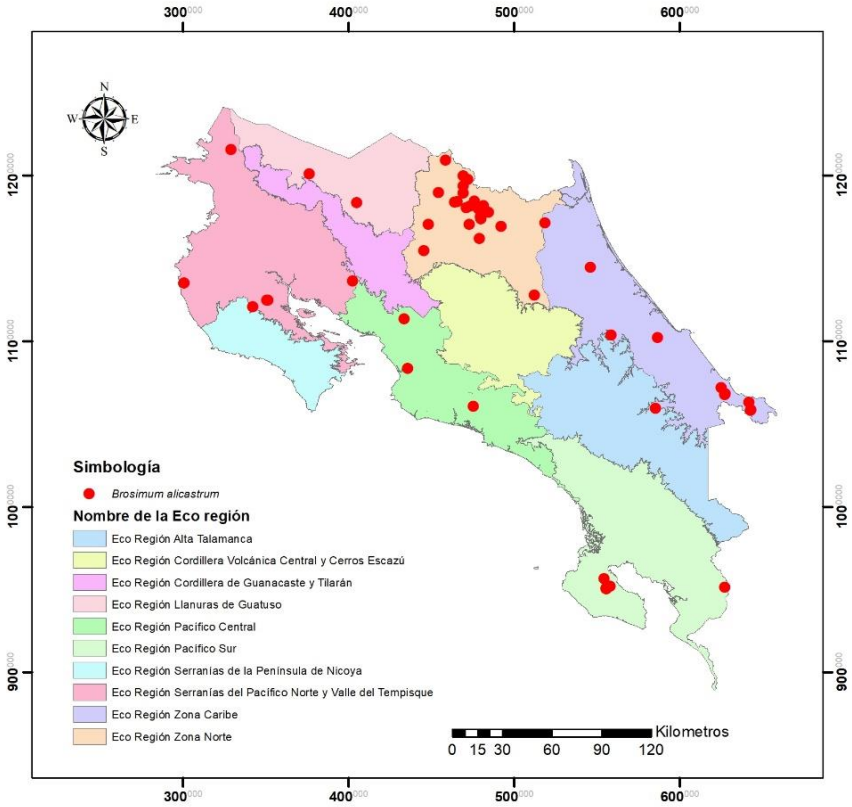


Figura 53. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Brosimum alicastrum.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 164,110.8 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)) (UICN, 2018).

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)
Buchenavia tetraphylla	0.20	164,110.8	**8,980**

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.

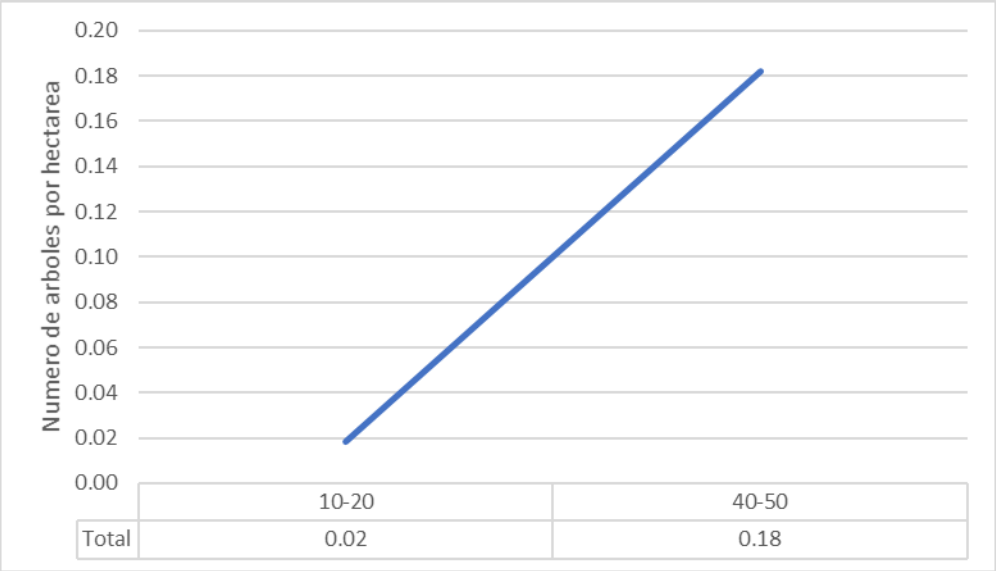


Figura 54. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Buchenavia tetraphylla*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

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

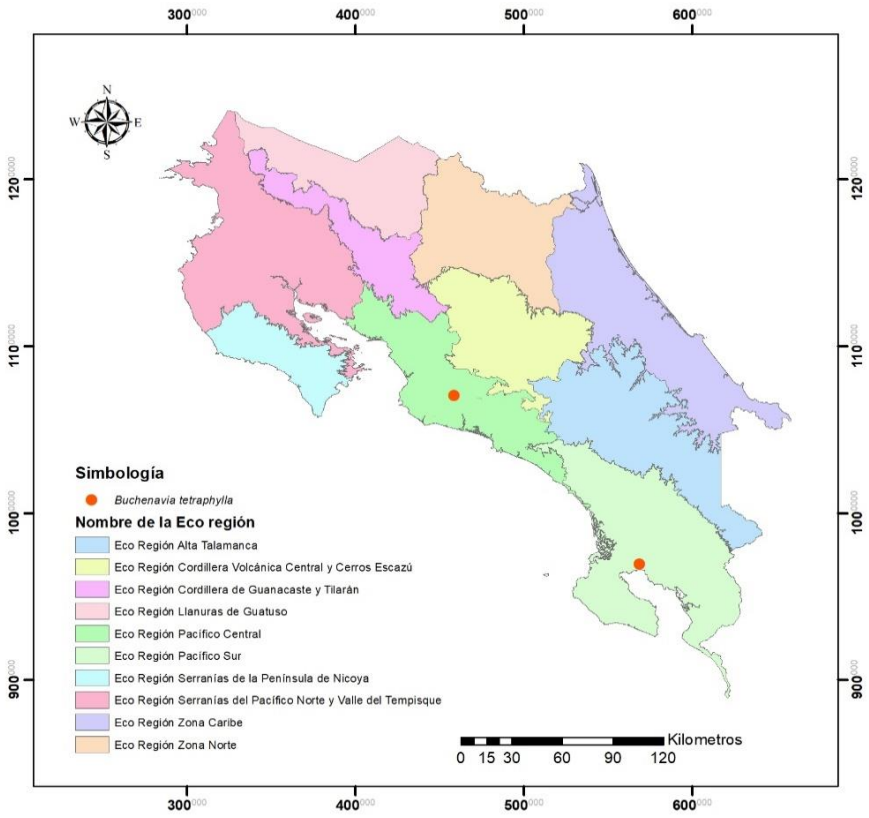


Figura 55. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Buchenavia tetraphylla.*

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 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; (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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 1,182,619.0 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie monoica. (UICN, 2018).

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Hidrocoro, Barócoro.

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

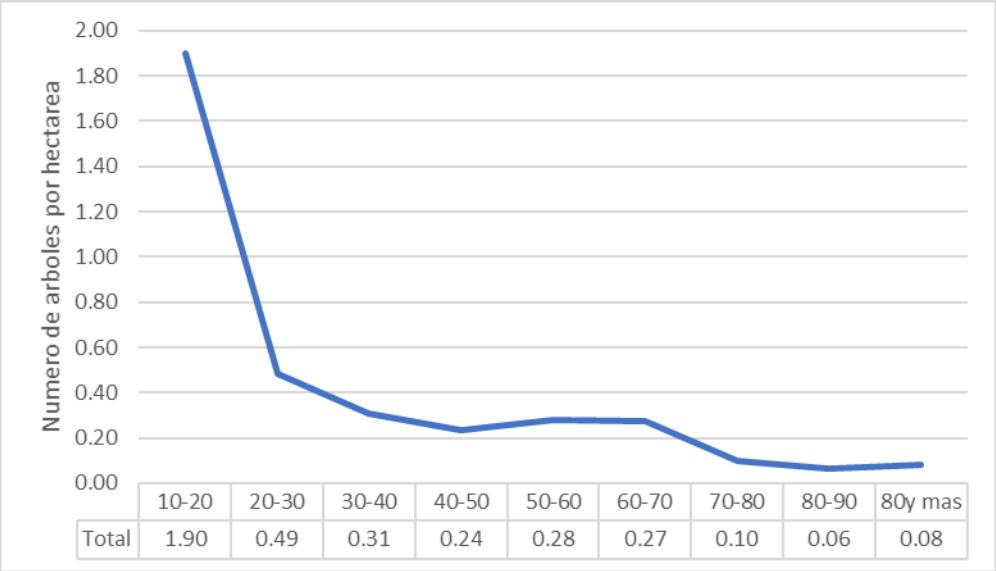
La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

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)
Carapa guianensis	3.73	1,182,619.0	**301,358**

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 Barócoro o hidrócora, 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.



	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	80y mas
Total	1.90	0.49	0.31	0.24	0.28	0.27	0.10	0.06	0.08

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.

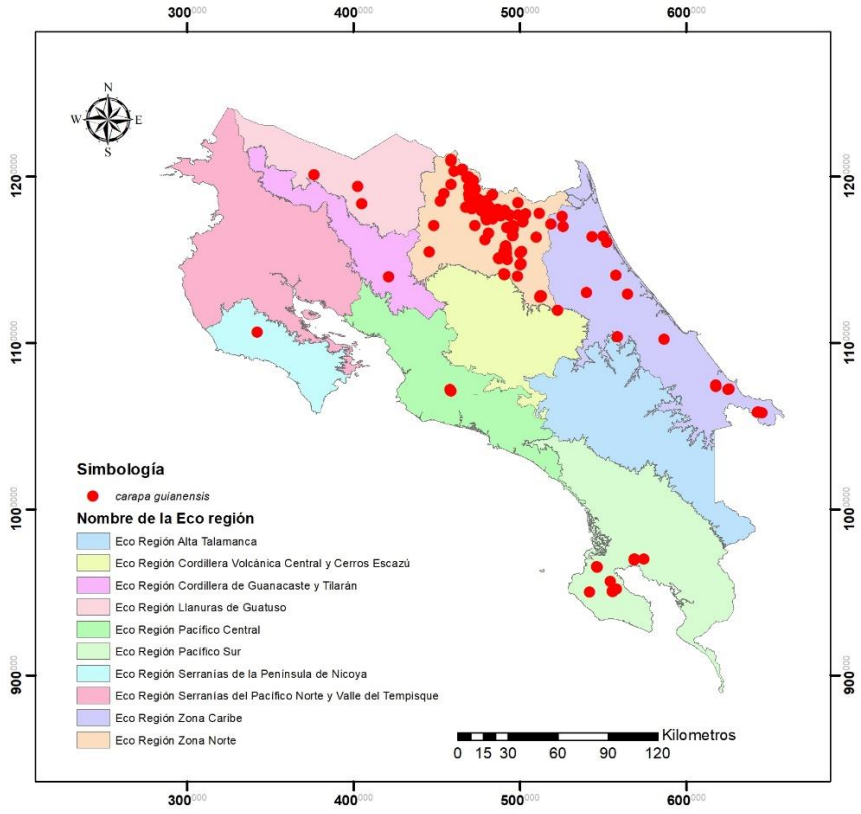


Figura 57. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Carapa guianensis.*

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. costaricense* corresponde a 718,212.1 ha, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 365,345.9 ha y algunas de las características ecológicas son:

Sistema de reproducción: Hermafrodita (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)).

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 costaricense* 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)
Caryocar costaricense	0.42	365,345.9	**67,546**

Según el valor total estimado de la población, probablemente la especie *C. costaricense* 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. costaricense* 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.

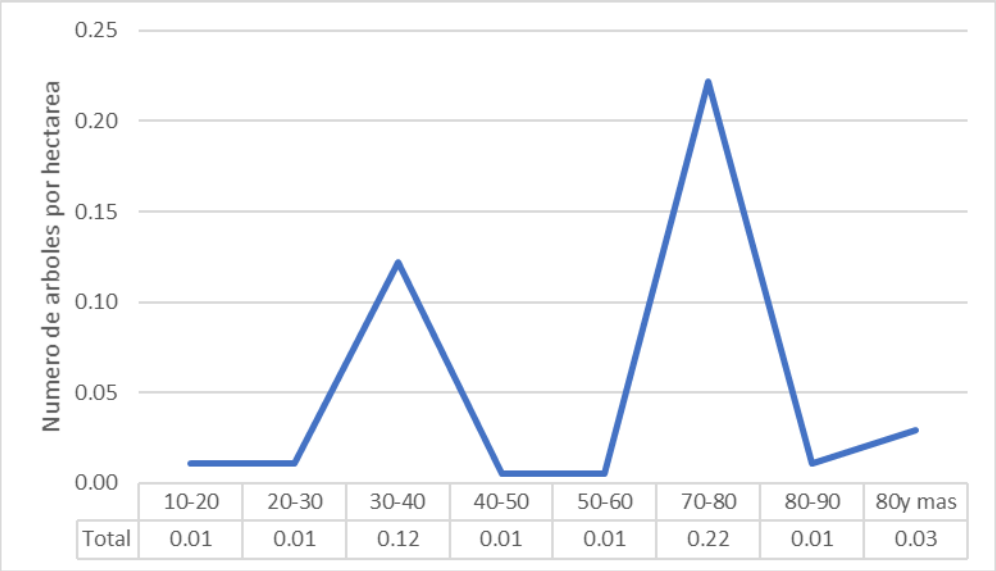


Figura 58. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Caryocar costaricense*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

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

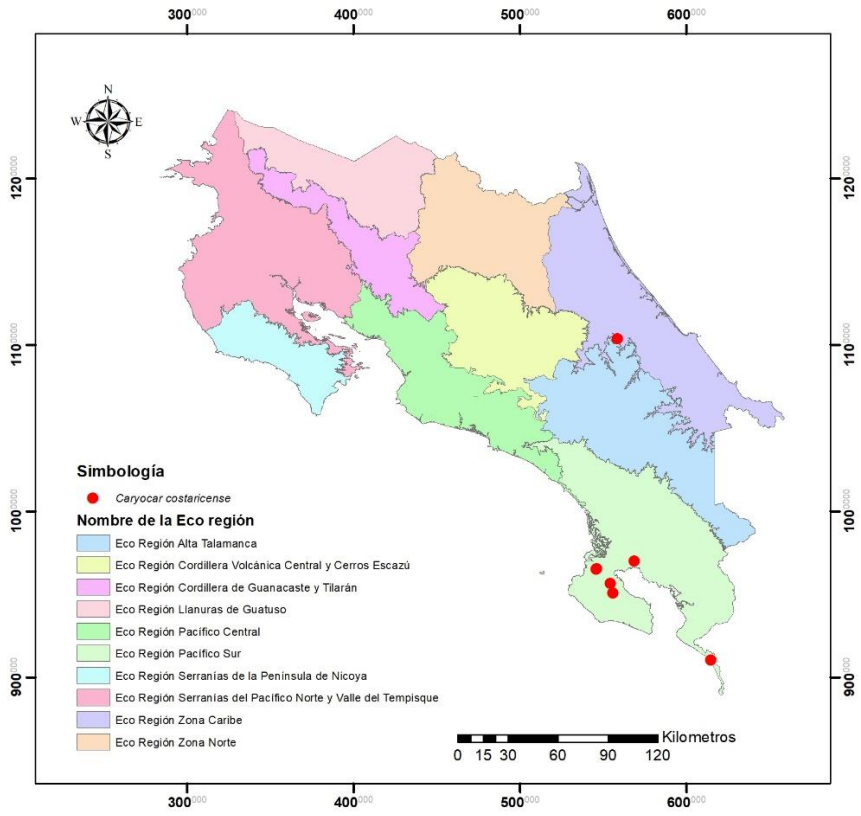


Figura 59. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Caryocar costaricense*.

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 261,716.1 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)).

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Hidrocora, Barócora 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)
Caryodaphnopsis burgeri	0.02	261,716.1	**1,344**

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.

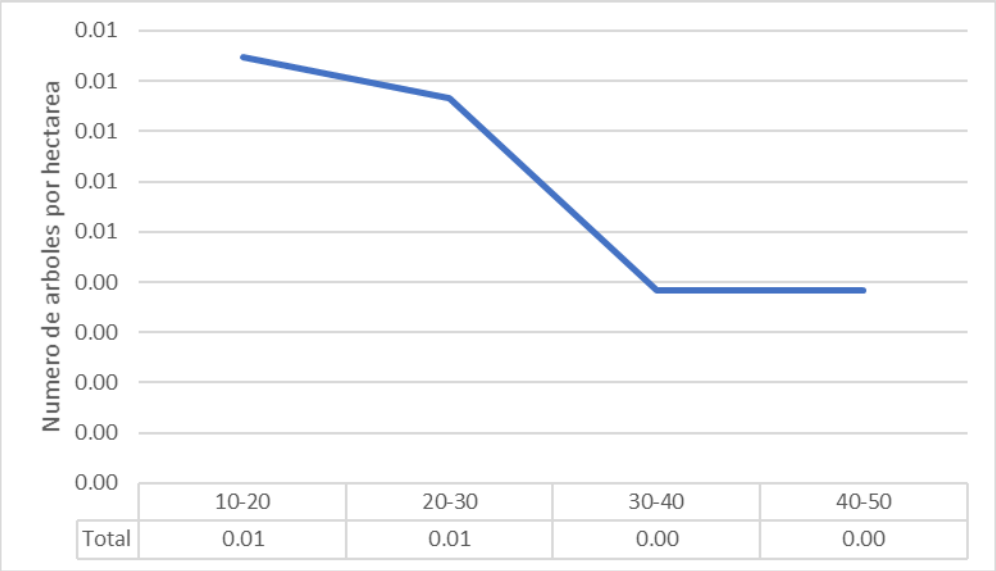


Figura 60. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Caryodaphnopsis burgeri*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

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

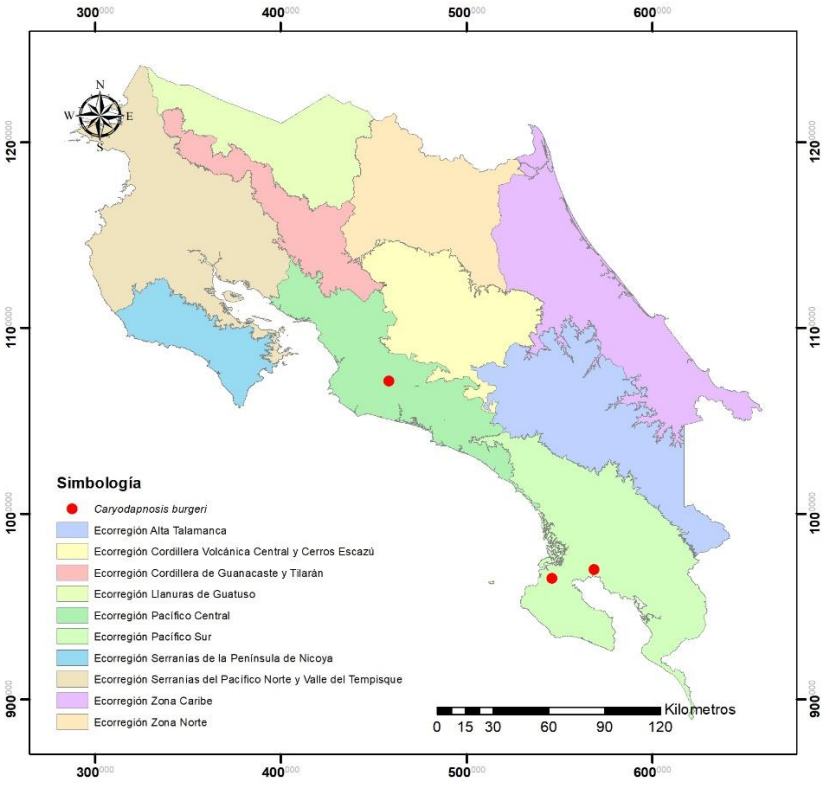


Figura 61. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Caryodaphnopsis burgeri.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 875,582.4 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie monoica, con flores hermafroditas (monoclino-monoicas) (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)), (Kress & Beach, 1994), (UICN, 2018).

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.

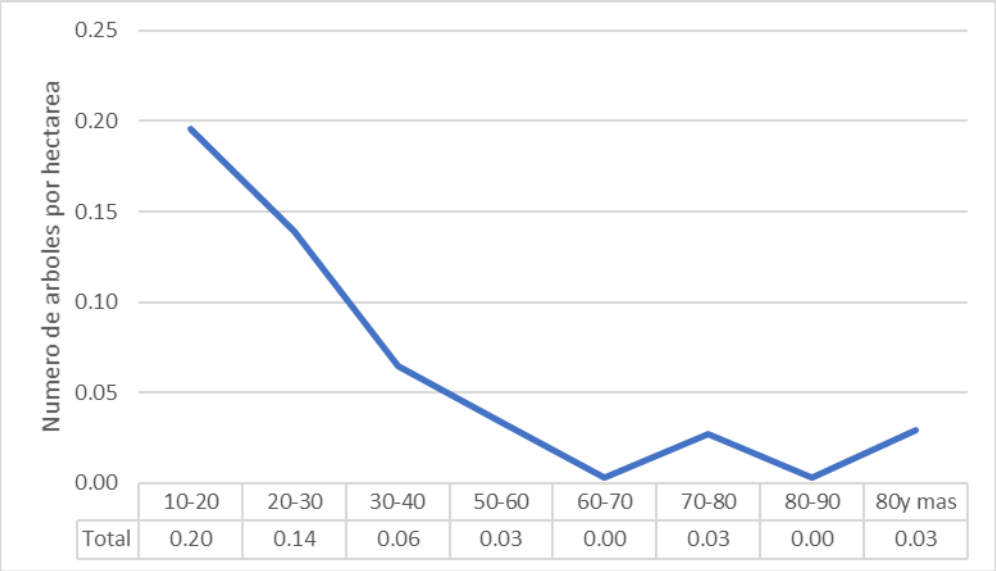
La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

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)
Cedrela odorata	0.50	875,582.4	**19,340**

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.



	10-20	20-30	30-40	50-60	60-70	70-80	80-90	80y mas
Total	0.20	0.14	0.06	0.03	0.00	0.03	0.00	0.03

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.

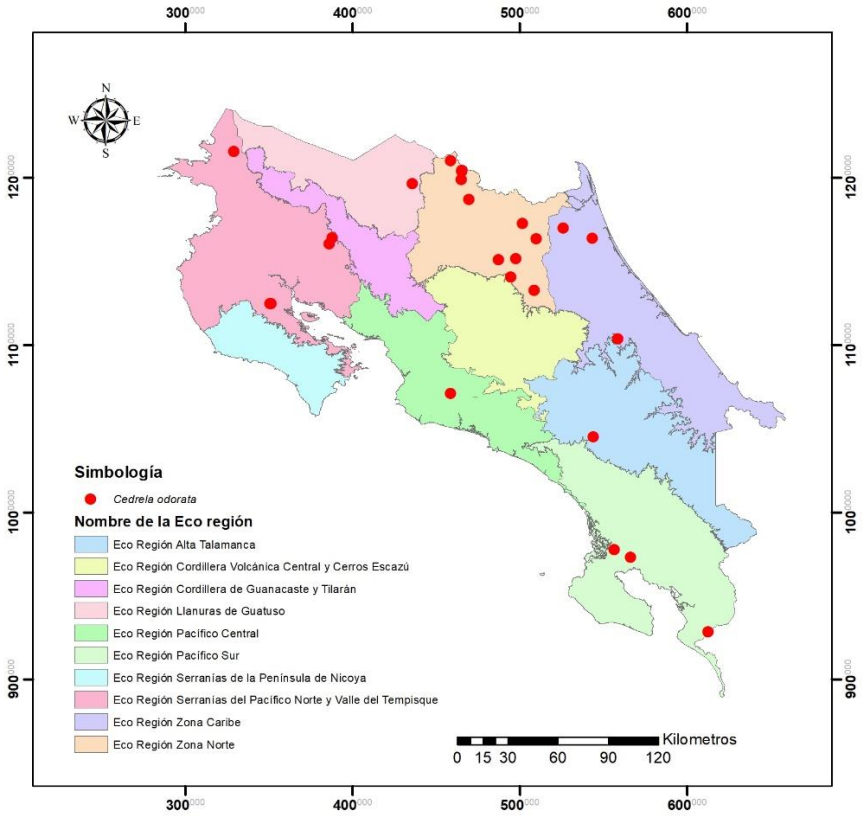


Figura 63.Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Cedrela odorata.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 142,208.9 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie monoica, con flores hermafroditas (monoclino-monoicas) (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)) (UICN, 2018).

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)
Cedrela salvadorensis	0.55	142,208.9	**58,723**

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.

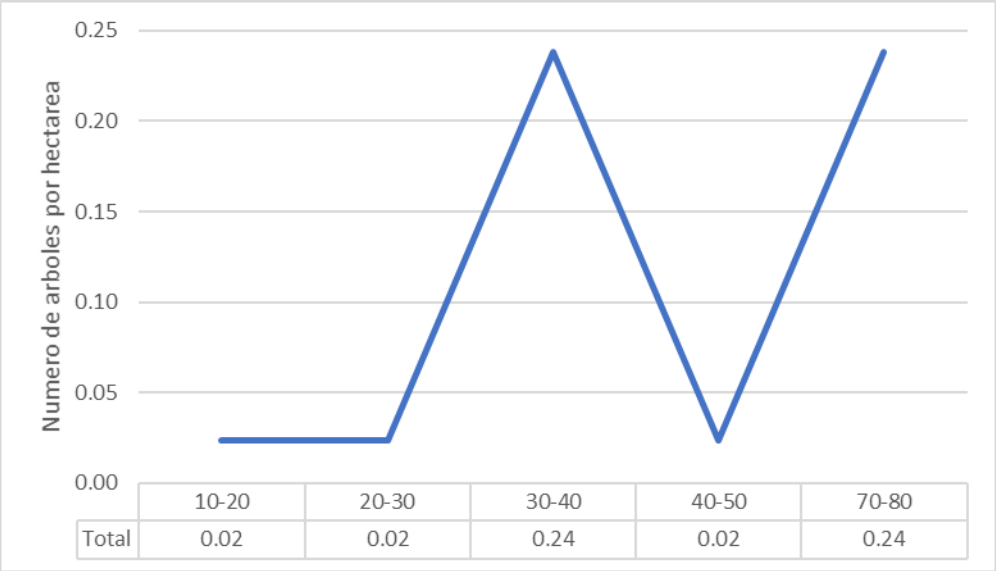


Figura 64. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Cedrela salvadorensis*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

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

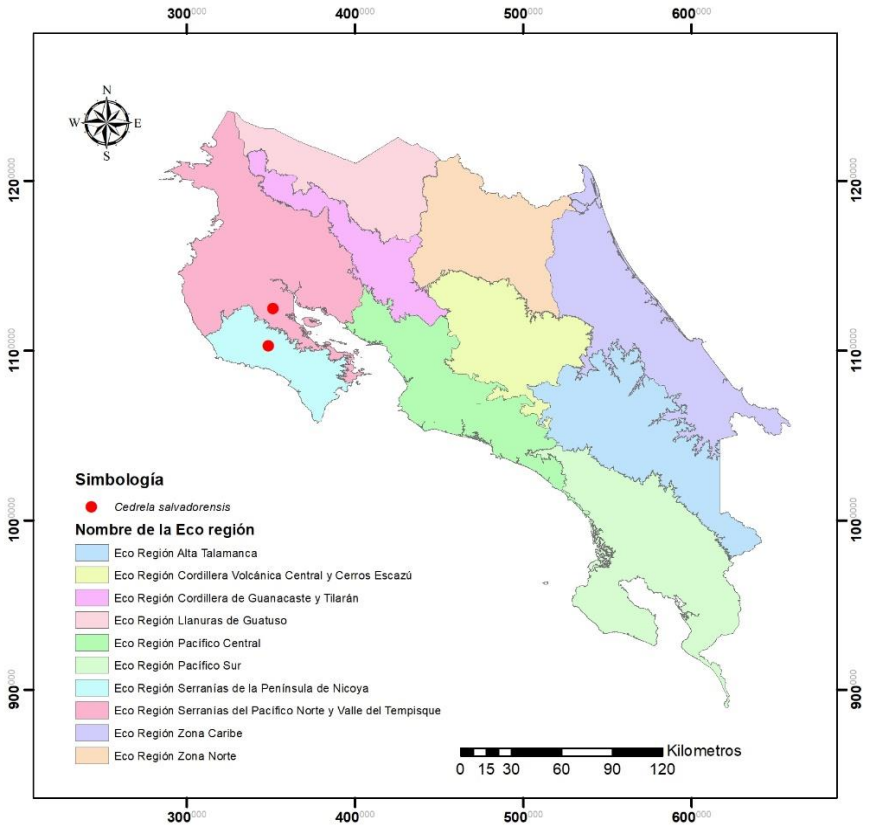


Figura 65. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Cedrela salvadorensis.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 888,720.4 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie monoica, con flores hermafroditas (monoclino-monoicas). (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)), (Kress & Beach, 1994), (UICN, 2018).

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.

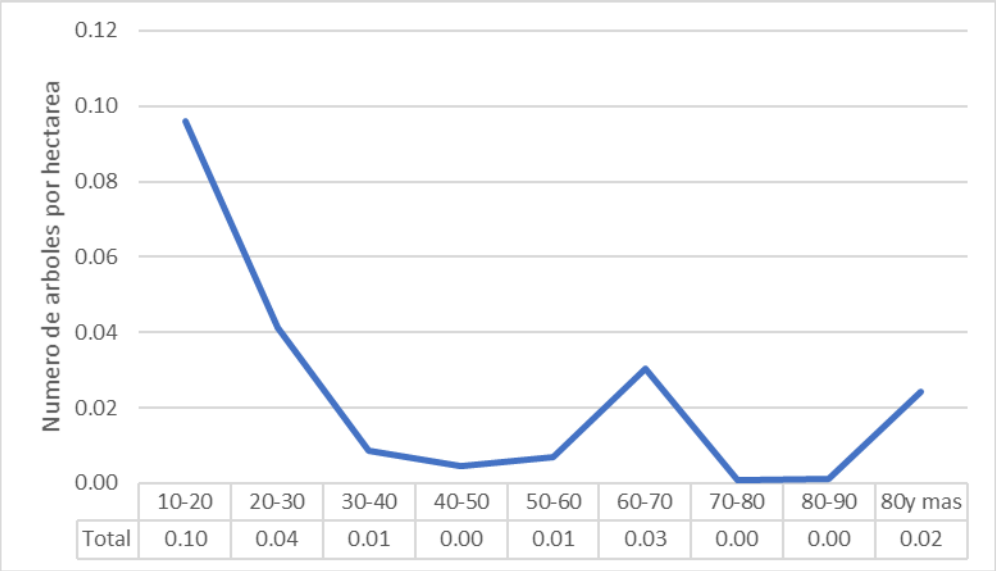
La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

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)
Ceiba pentandra	0.21	888,720.4	**15,456**

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.



	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	80y mas
Total	0.10	0.04	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.02

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.

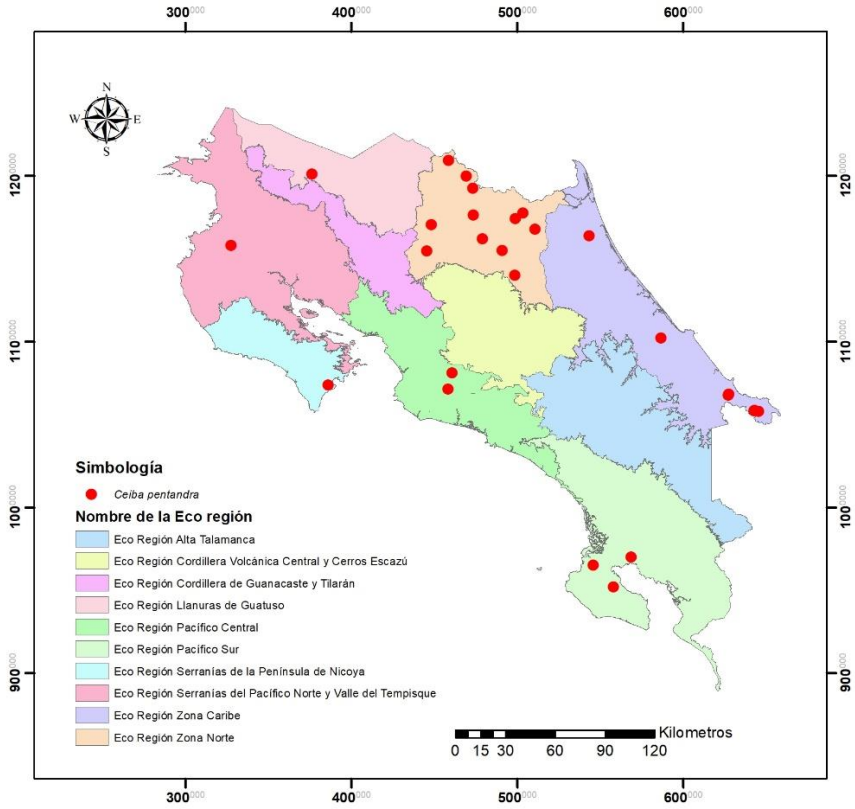


Figura 67. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Ceiba pentandra.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 132,734.3 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)).

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)
Copaifera aromatica	0.02	132,734.3	**621**

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, sin embargo su población efectiva estimada apenas supera este límite, por lo que se debería considerar acciones para aumentar su población y garantizar su conservación in-situ, 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.

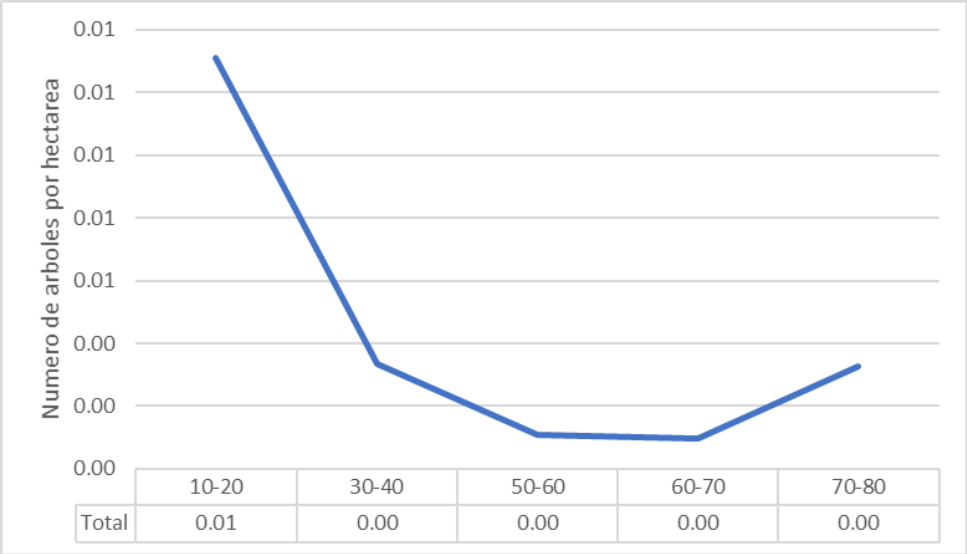


Figura 68. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Copaifera aromática*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

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

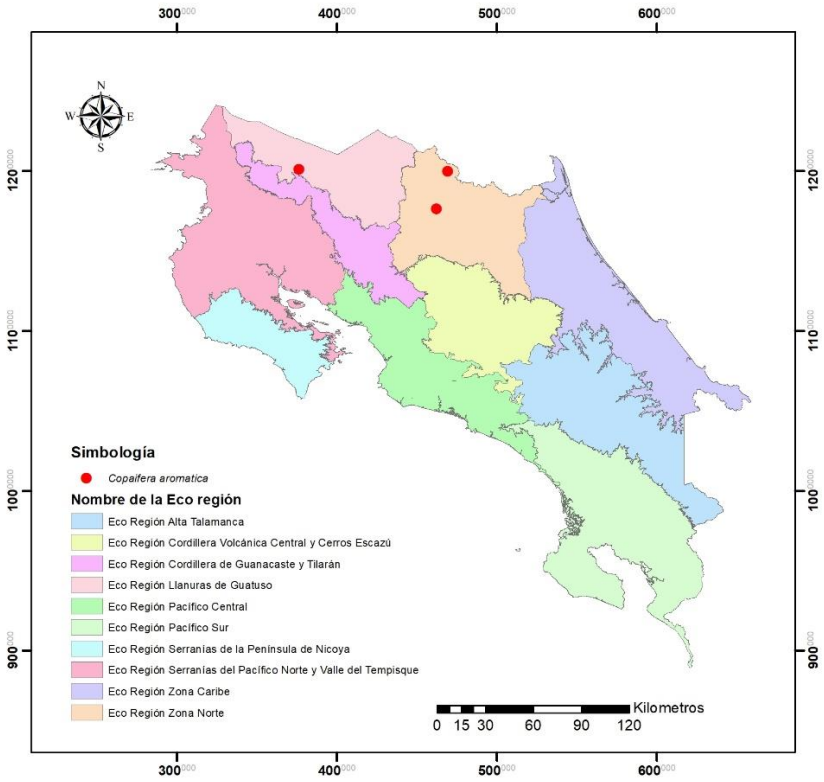


Figura 69. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Copaifera aromática*.

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 144,364.3 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita. (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)).

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)
Copaifera camibar	0.53	144,364.3	**60,785**

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.

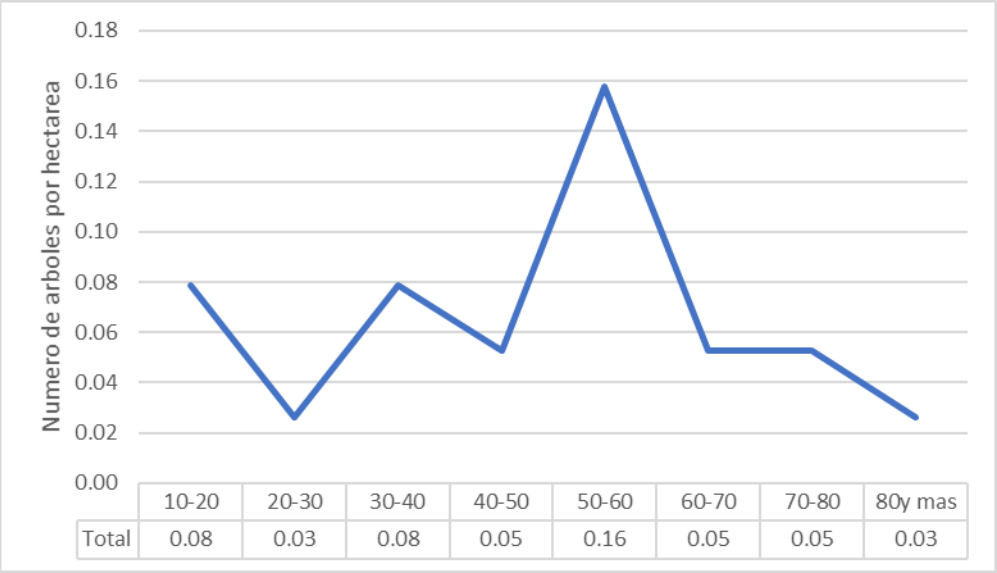


Figura 70. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Copaifera camibar, según información proveniente del INF, PMF y PPM.*

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

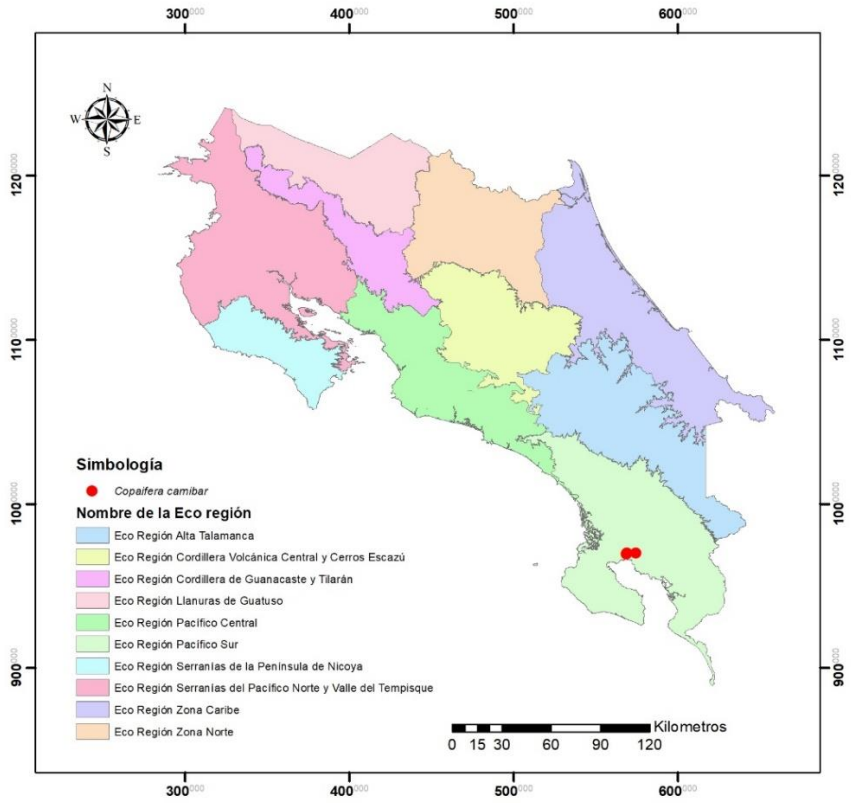


Figura 71. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Copaifera camibar.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 19,884.5 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)), (UICN, 2018).

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)
Cordia gerascanthus	0.14	19,884.5	**686**

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, sin embargo su población efectiva estimada apenas supera este límite, por lo que se debería considerar acciones para aumentar su población y garantizar su conservación in-situ, 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 fueron sumamente reducidos (apenas de 4 individuos). A continuación, en la siguiente figura se ilustra su comportamiento estructural.

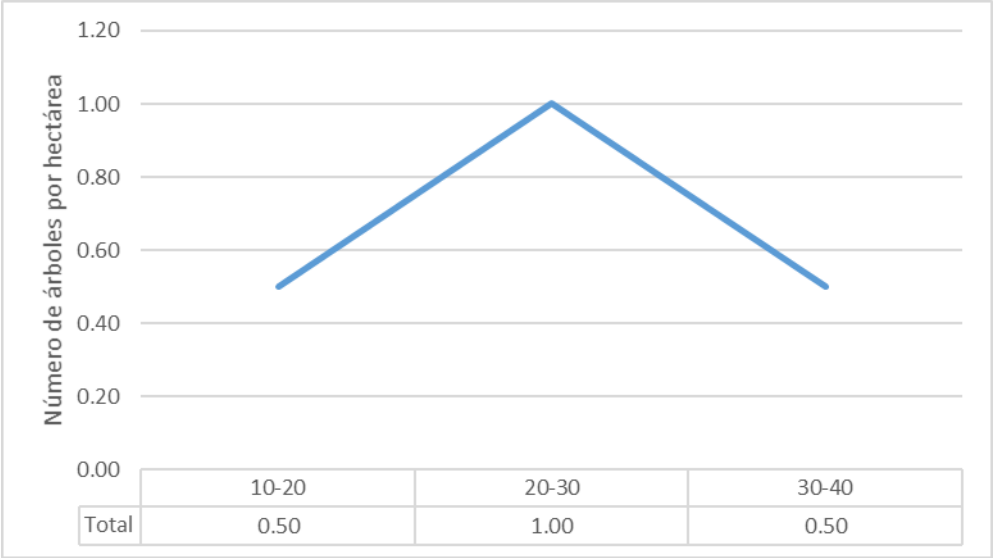


Figura 72. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Cordia gerascanthus*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

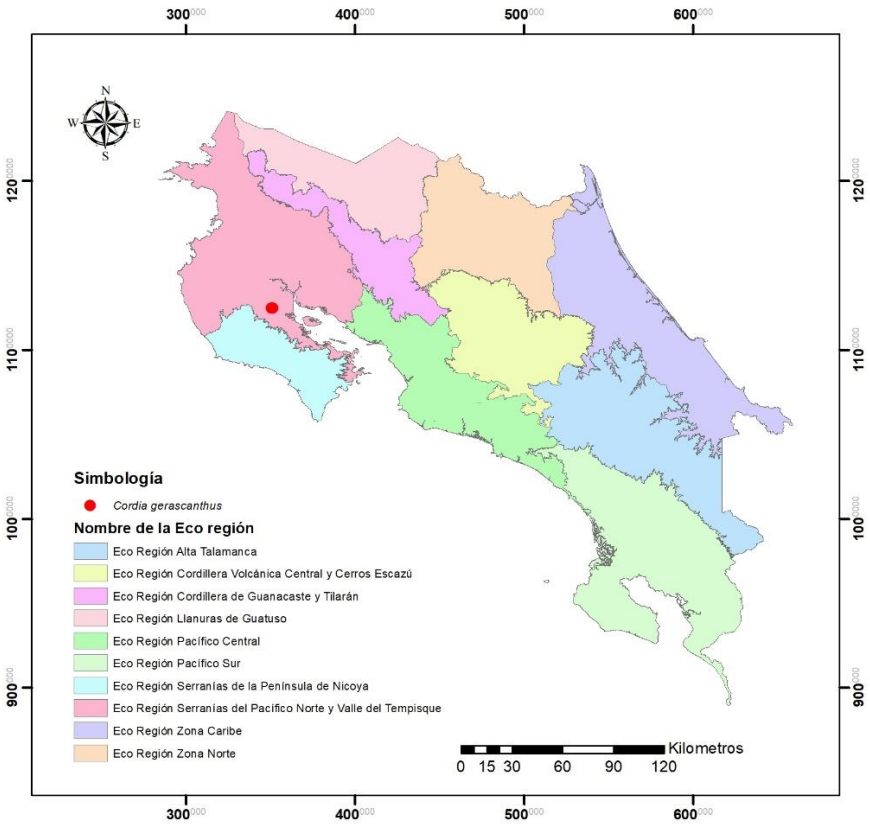


Figura 73. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Cordia gerascanthus.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 254,390.2 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)).

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

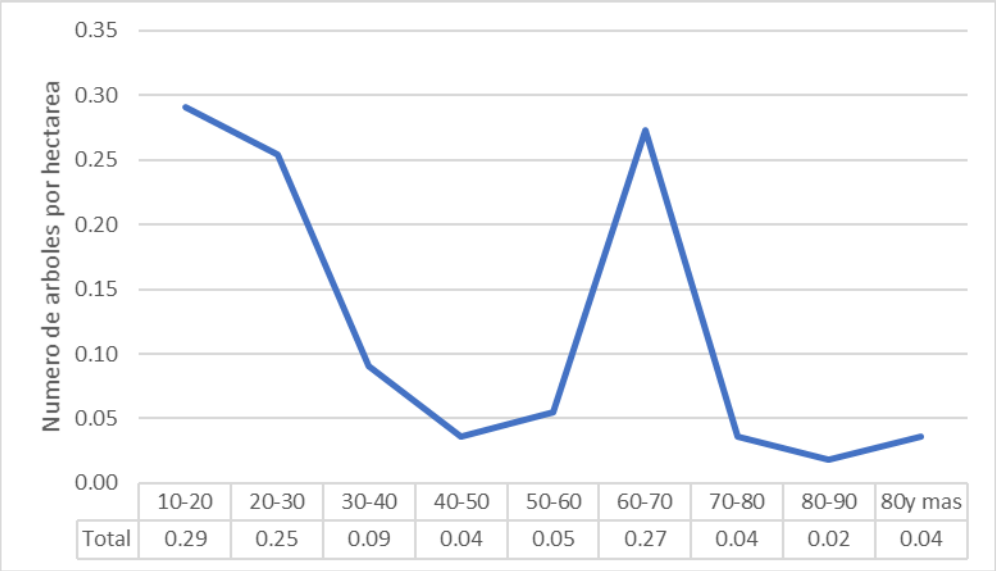
La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

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)
Couratari guianensis	1.09	254,390.2	**83,526**

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.



	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	80y mas
Total	0.29	0.25	0.09	0.04	0.05	0.27	0.04	0.02	0.04

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.

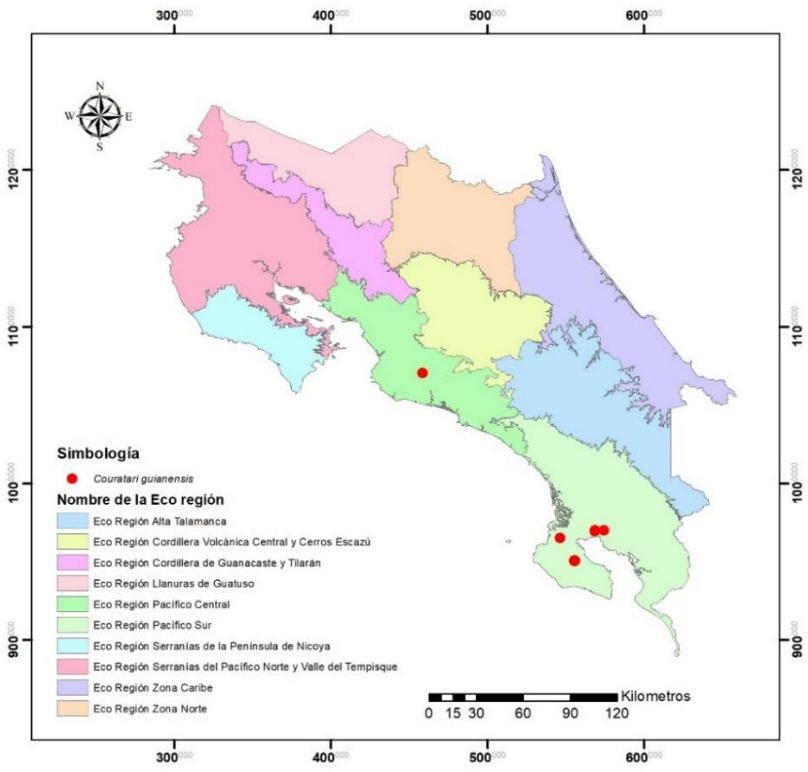


Figura 75. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Couratari guianensis.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 219,626.4 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)).

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)
Couratari scottmorii	0.03	219,626.4	**1,055**

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, sin embargo su población efectiva estimada apenas supera este límite, por lo que se debería considerar acciones para aumentar su población y garantizar su conservación in-situ, 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.

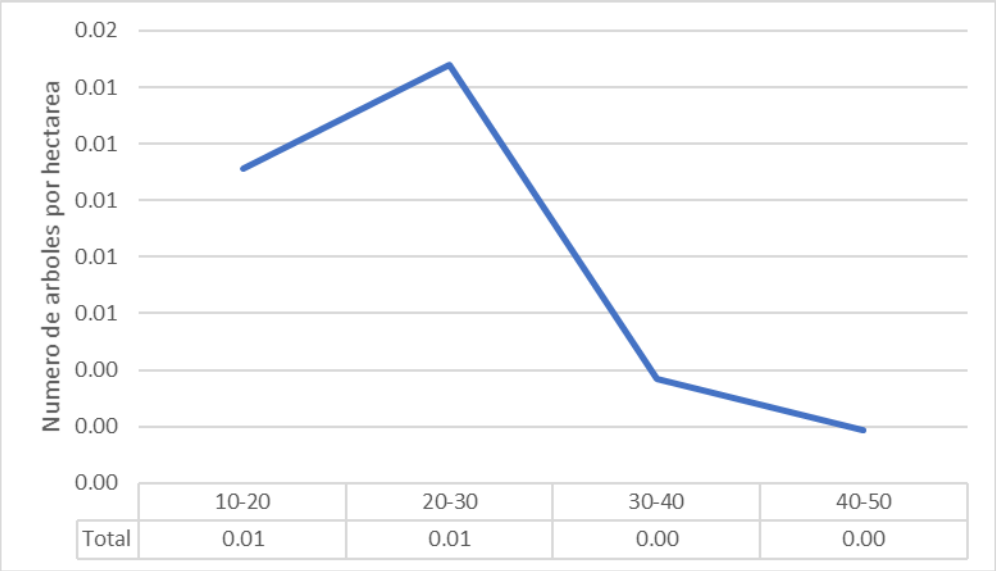


Figura 76. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Couratari scottmorii*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

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

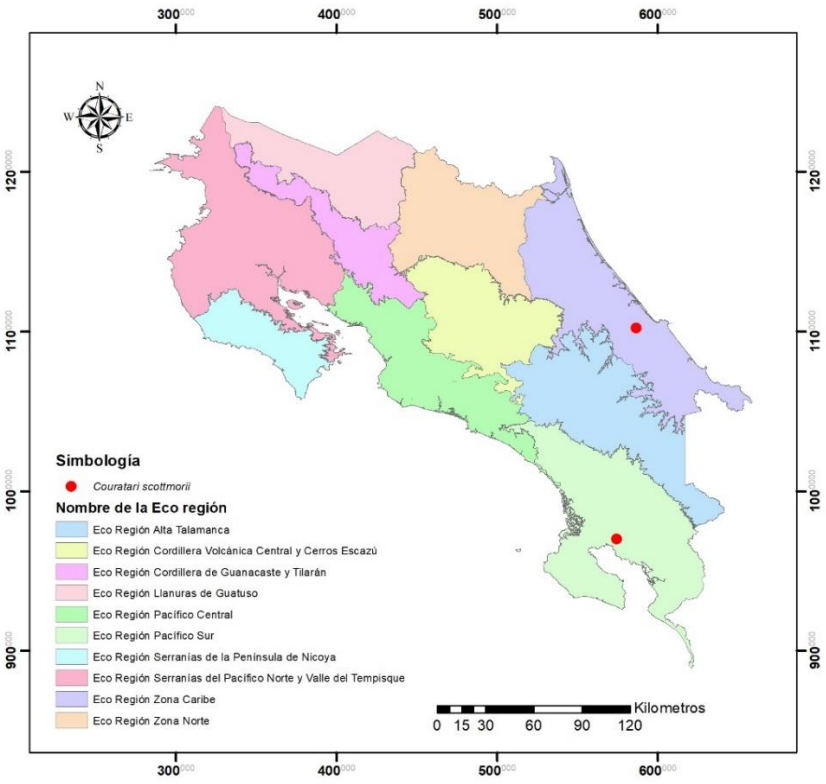


Figura 77. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Couratari scottmorii.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 250,022.4 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie monoica, con flores hermafroditas (monoclino-monoicas) (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)), (UICN, 2018).

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)
Dalbergia retusa	0.52	250,022.4	-

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 y su conservación in-situ.

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.

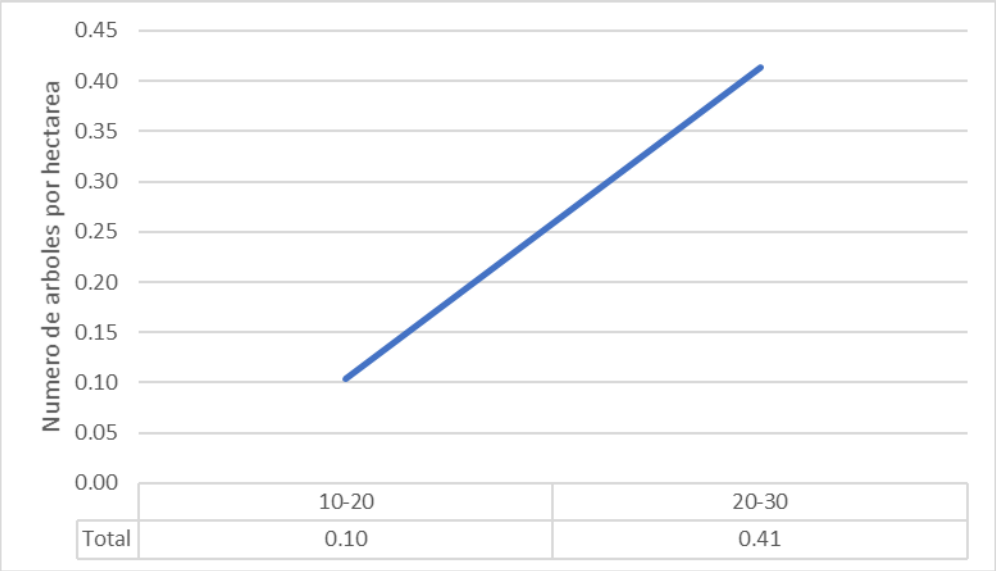


Figura 78. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Dalbergia retusa*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

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

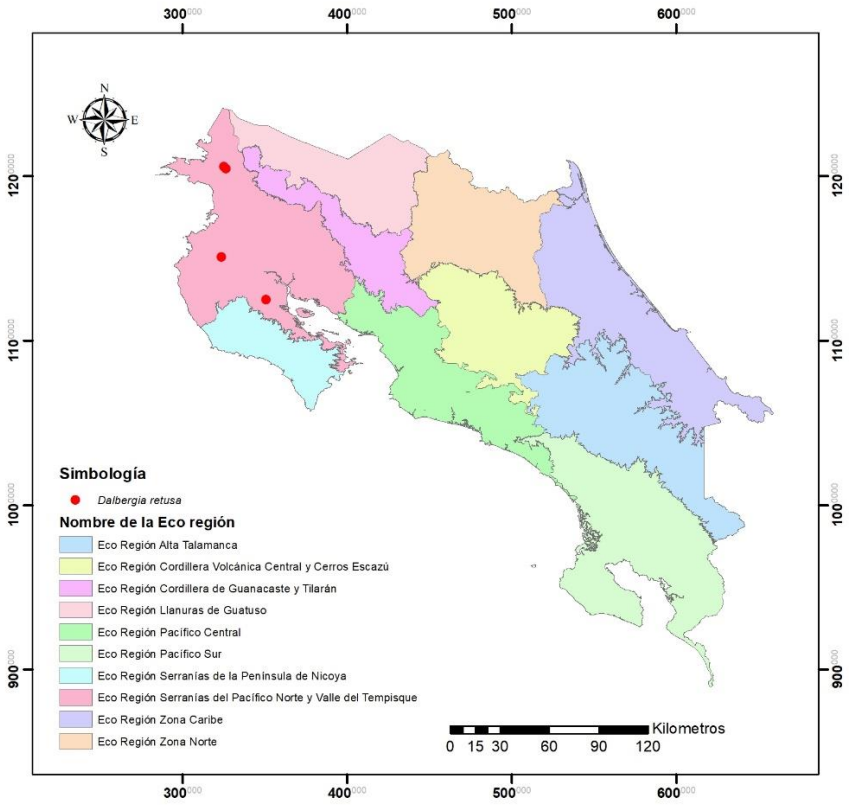


Figura 79. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Dalbergia retusa*.

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 463,930.7 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita (UICN, 2018).

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Hidrocoro.

Otros: Alimento para fauna: aves.

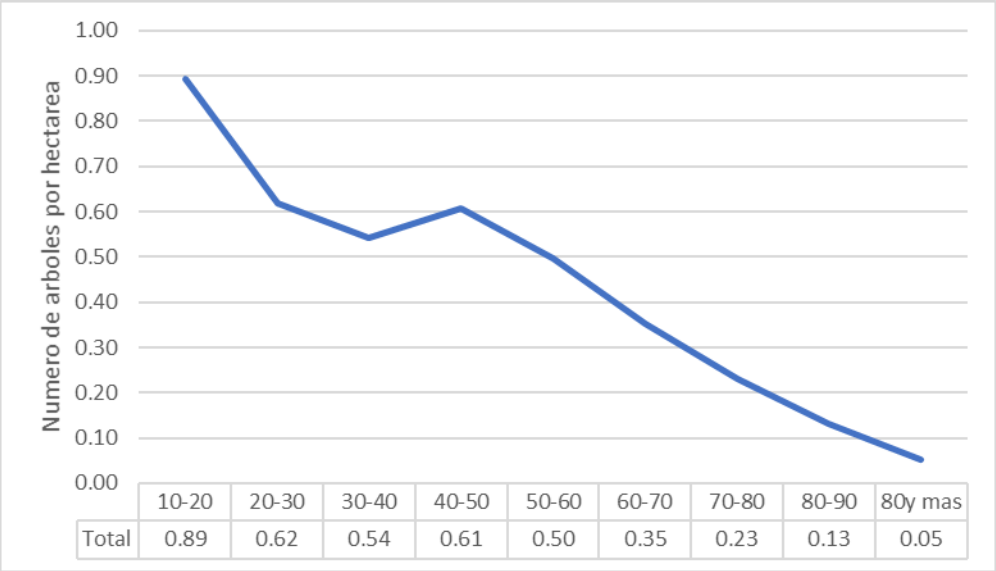
La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

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)
Dialium guianense	3.92	463,930.7	**275,326**

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.



	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	80y mas
Total	0.89	0.62	0.54	0.61	0.50	0.35	0.23	0.13	0.05

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.

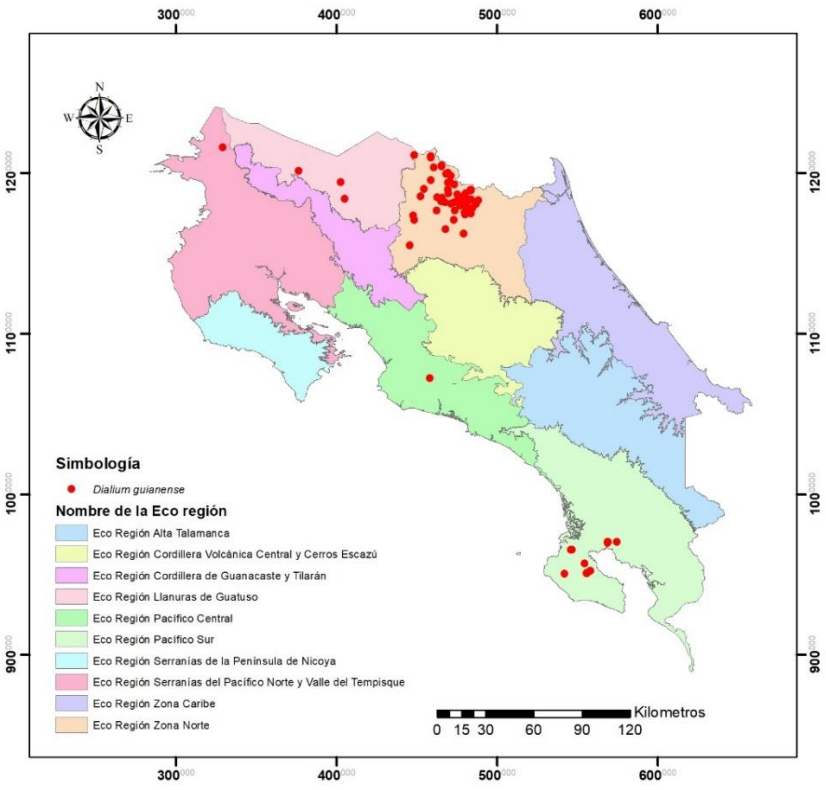


Figura 81. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Dialium guianense.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 238,122.5 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)), (Kress & Beach, 1994).

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)
Dipteryx panamensis	1.70	238,122.5	**129,703**

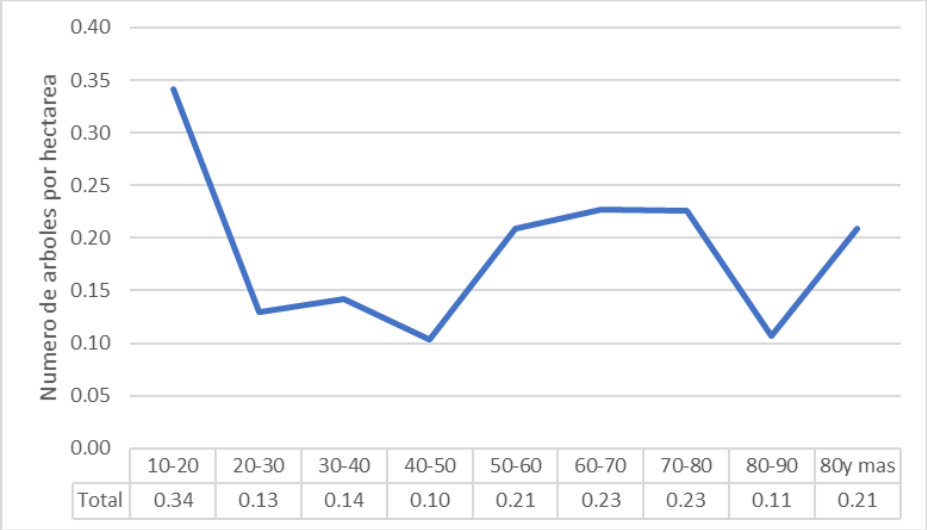
Actualmente, el aprovechamiento de la especie *D. panamensis* está restringido en Costa Rica, esto con base en la sentencia 2008-13426 de la Sala Constitucional.

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 Zoócora 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.



	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	80y mas
Total	0.34	0.13	0.14	0.10	0.21	0.23	0.23	0.11	0.21

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.

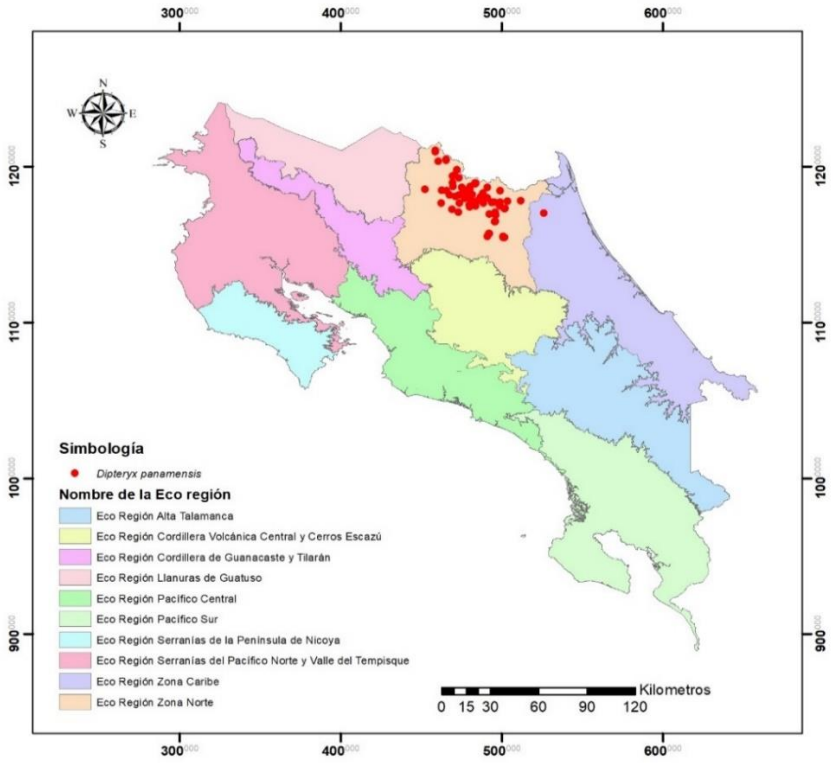


Figura 83. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Dipteryx panamensis.*

4.2.19 Dussia macroprophyllata (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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 1,176,613.9 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)), (Kress & Beach, 1994)

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:

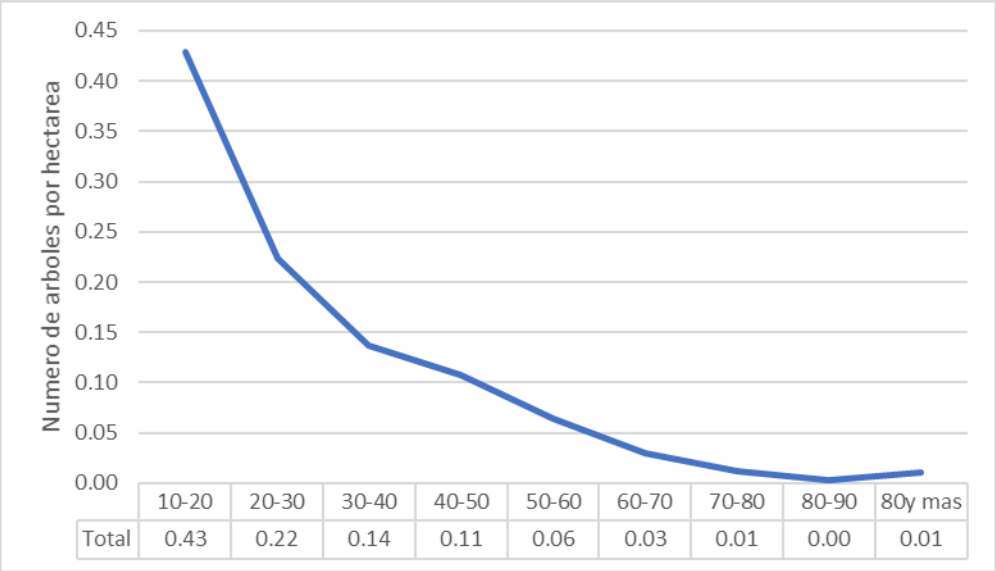
Cuadro 97. Abundancia total de la especie *Dussia macroprophyllata* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
Dussia macroprophyllata	1.02	1,176,613.9	**67,339**

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. macroprophyllata* 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. macroprophyllata* 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.



	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	80y mas
Total	0.43	0.22	0.14	0.11	0.06	0.03	0.01	0.00	0.01

Figura 84. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Dussia macroprophyllata*, 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.

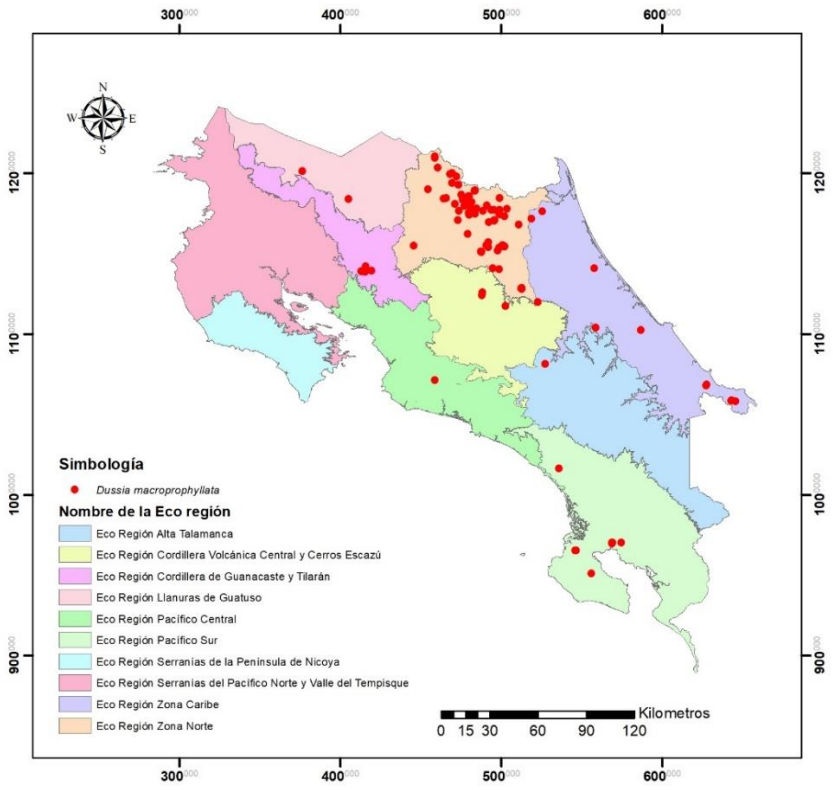


Figura 85. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Dussia macroprophyllata*.

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 719,309.7 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Dioíca ((Morales, 2015), (Salgado Negret, 2007)).

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Algunas variedades de monos.

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

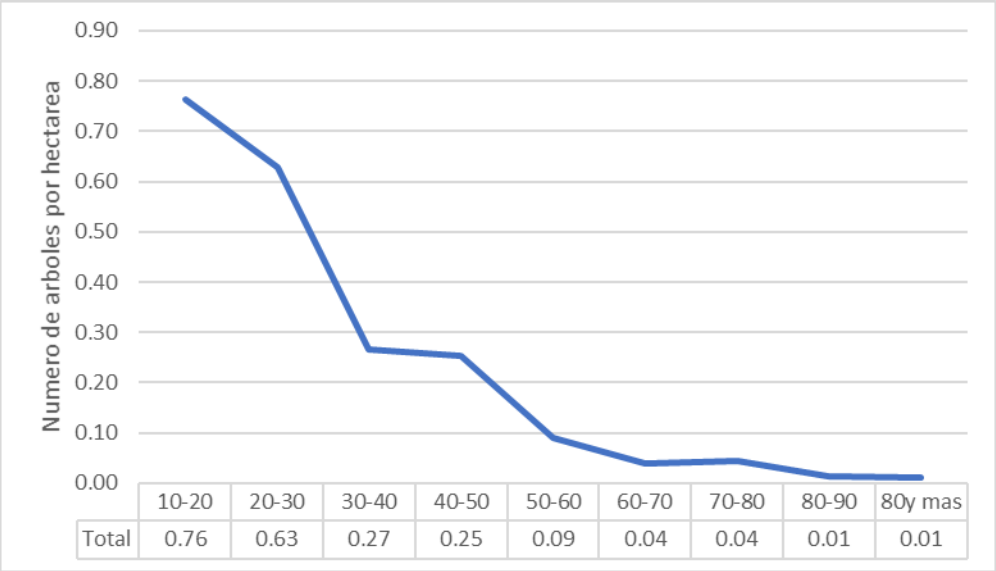
Cuadro 98. Abundancia total de la especie *Elaeoluma glabrescens* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
Elaeoluma glabrescens	2.11	719,309.7	**121,044**

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.



	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	80y mas
Total	0.76	0.63	0.27	0.25	0.09	0.04	0.04	0.01	0.01

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.

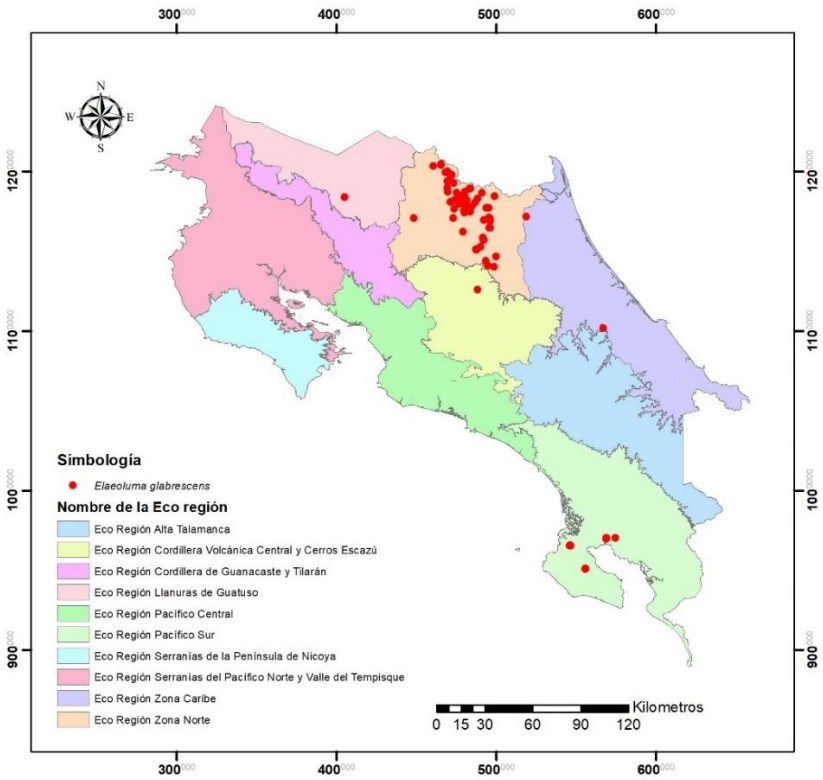


Figura 87. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Elaeoluma glabrescens.*

4.2.21 Guaiacum 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 (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)), (UICN, 2018).

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 *Guaiacum 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.

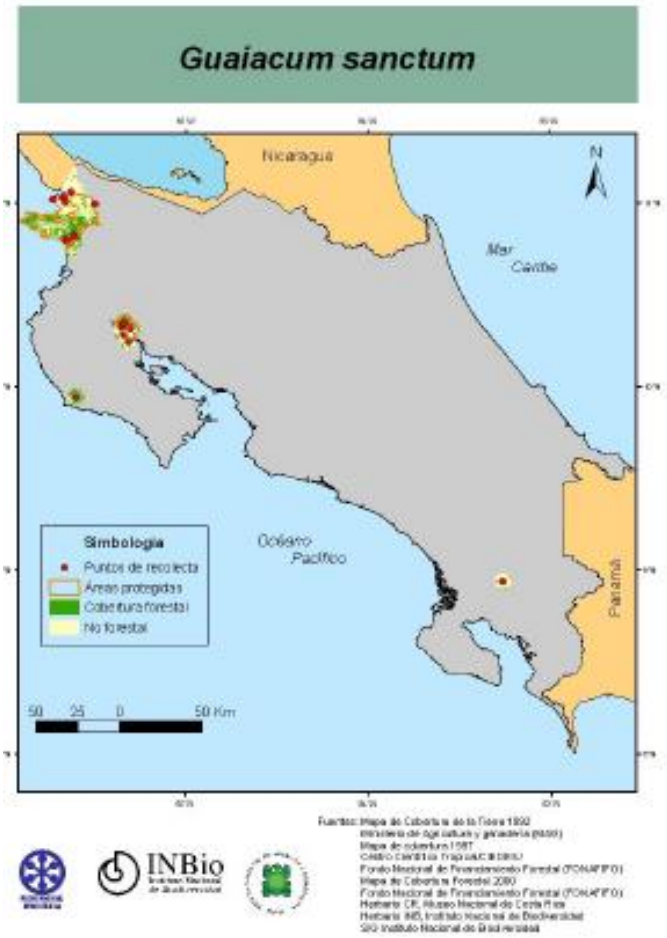


Figura 88. Mapa que incluye el estudio de Estrada *et al.* (2005) sobre los sitios de reporte, para la especie *Guaiacum sanctum* a nivel nacional

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 543,401.0 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie monoica, con flores hermafroditas (monoclino-monoicas) (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)).

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, tolomuco.

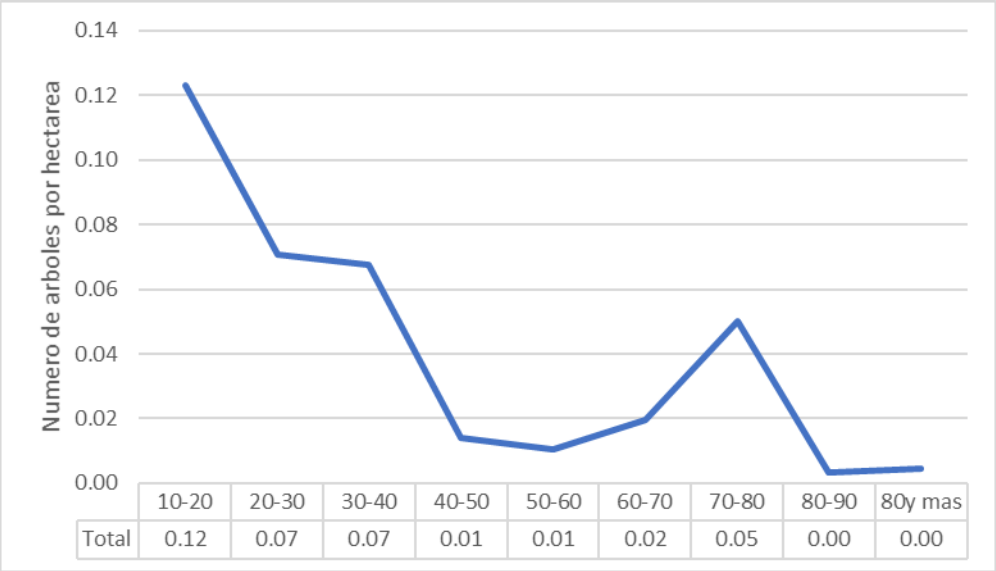
La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

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)
Humiriastrum diguense	0.36	543,401.0	**30,229**

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.



	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	80y mas
Total	0.12	0.07	0.07	0.01	0.01	0.02	0.05	0.00	0.00

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.

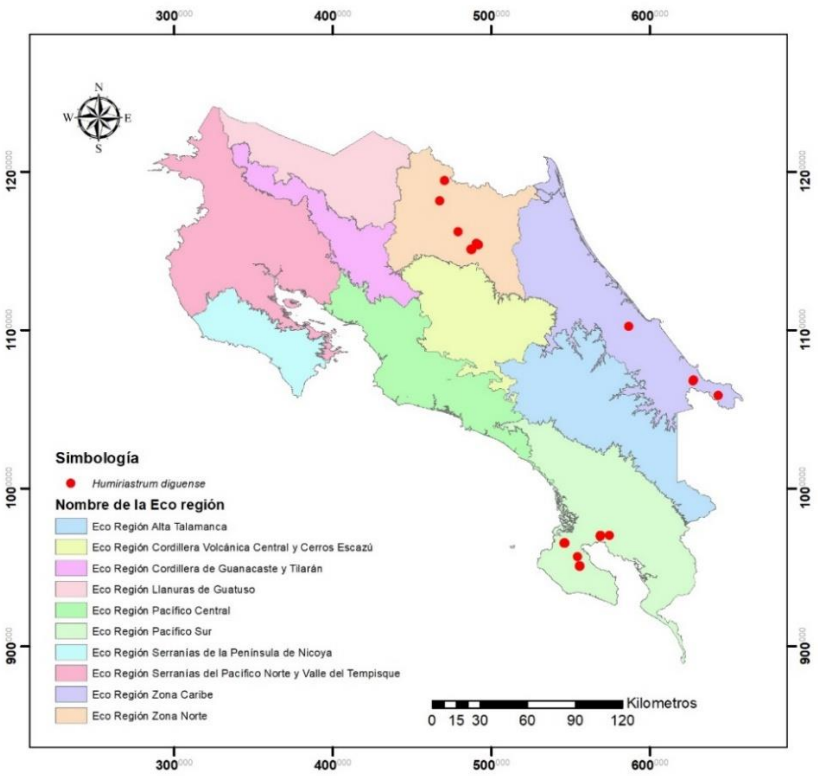


Figura 91. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Humiriastrum diguense.*

4.2.23 Hyeronima alchorneoides Allemão

Nombres vernáculos: Pilón, zapatero, comenegro, sanbox, sangre de toro, ascá, báchöl, bchölklú, 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 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.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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 1,239,866.6 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie dioica. (Abdelnour, Aguilar, & Valverde, 2011), (UICN, 2018).

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:

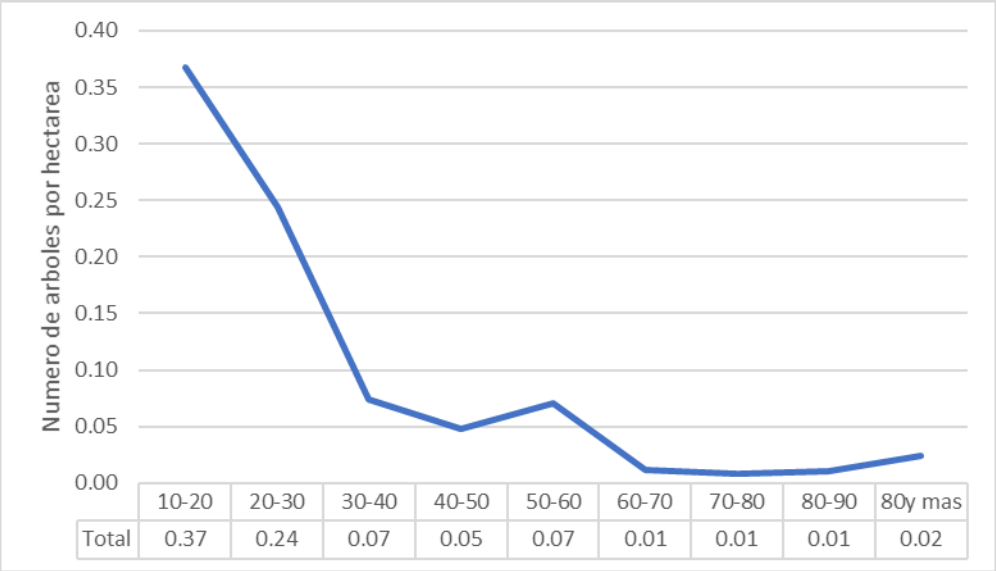
Cuadro 100. Abundancia total de la especie *Hyeronima alchorneoides* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
Hyeronima alchorneoides	0.86	1,239,866.6	**54,576**

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.



	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	80y mas
Total	0.37	0.24	0.07	0.05	0.07	0.01	0.01	0.01	0.02

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.

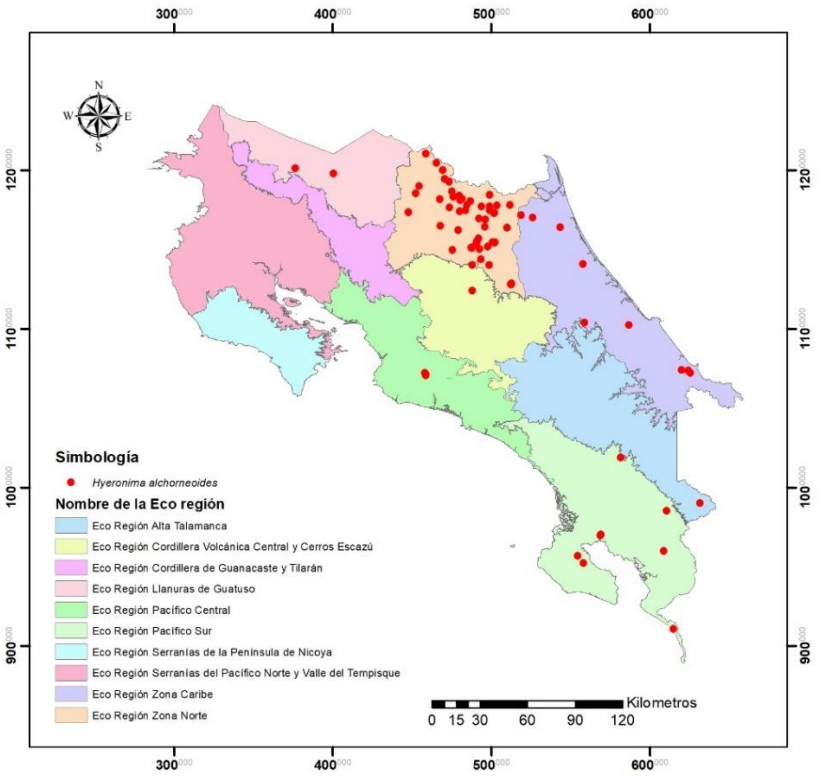


Figura 93. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Hyeronima alchorneoides.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 224,946.4 ha. Algunas de sus características ecológicas son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)).

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)
Hymenolobium mesoamericanum	0.19	224,946.4	**4,989**

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.

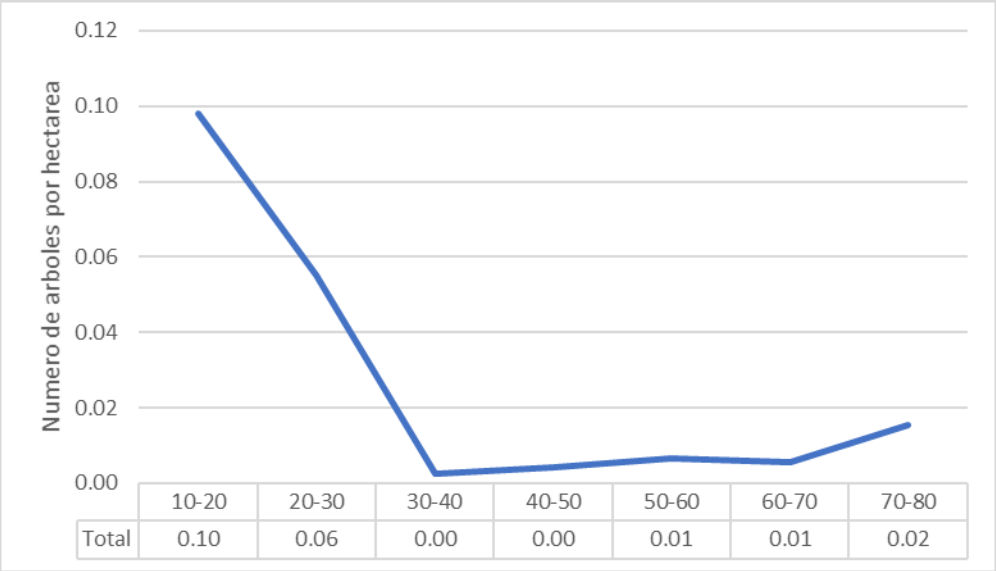


Figura 94. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Hymenolobium mesoamericanum*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

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

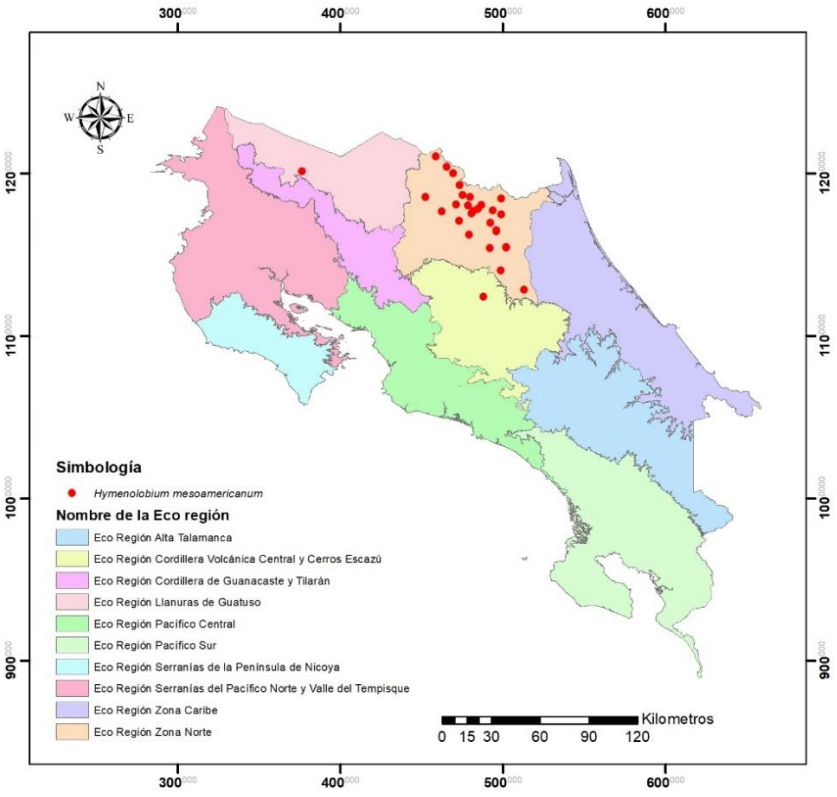


Figura 95. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó *Hymenolobium mesoamericanum.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 742,586.9 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita. (Morales, 2015)

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Zoócora.

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

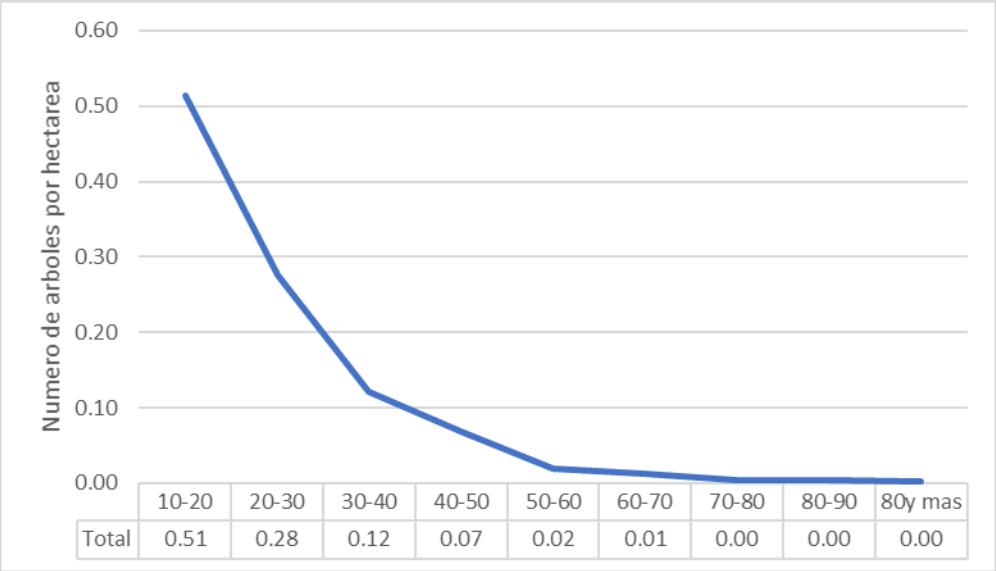
Cuadro 102. Abundancia total de la especie *Manilkara chicle* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
Manilkara chicle	1.02	742,586.9	**53,033**

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.



	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	80y mas
Total	0.51	0.28	0.12	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00

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.

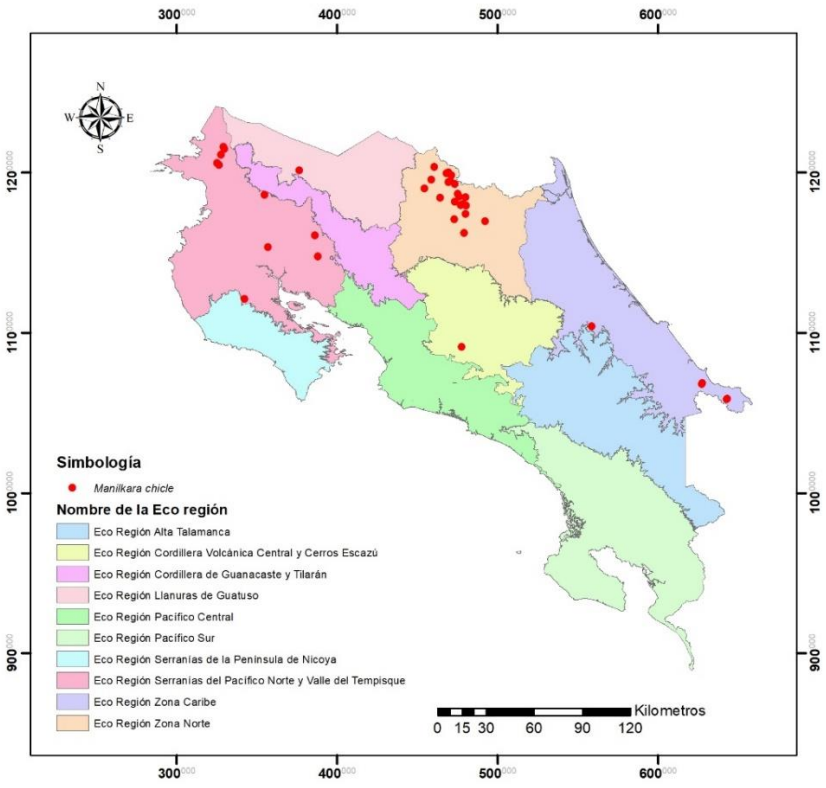


Figura 97. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Manilkara chicle.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 268,529.8 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita (Morales, 2015), (UICN, 2018).

Polinización: Entomófila.

Modo de dispersión de semillas: Barócora, Ornitoquiropterócora (aves o murciélagos).

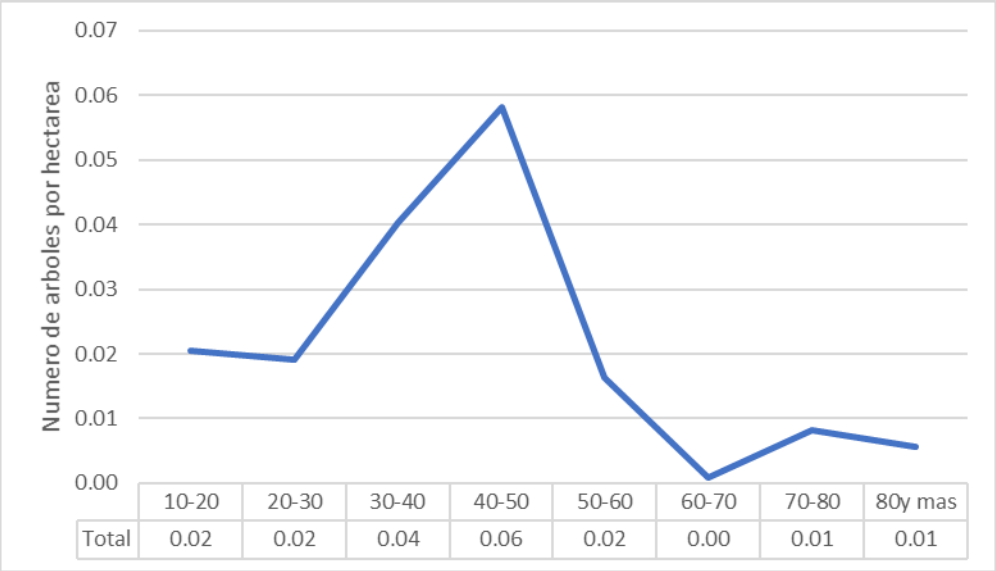
La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

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)
Manilkara zapota	0.17	268,529.8	**14,105**

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.



	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80y mas
Total	0.02	0.02	0.04	0.06	0.02	0.00	0.01	0.01

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.

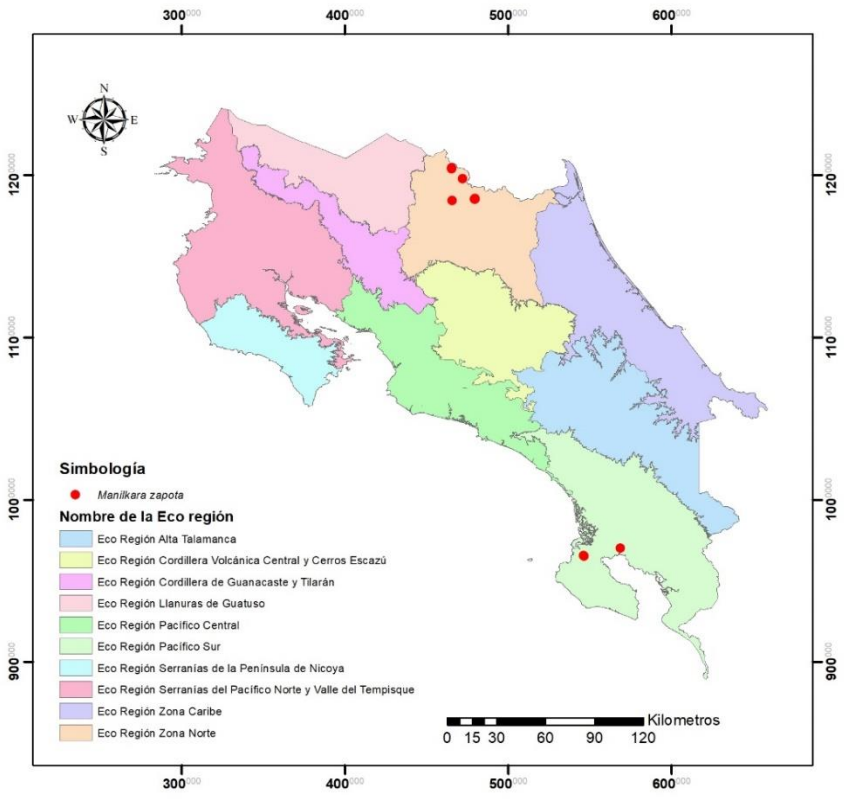


Figura 99. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Manilkara zapota*.

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 925,849.8 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)), (UICN, 2018).

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:

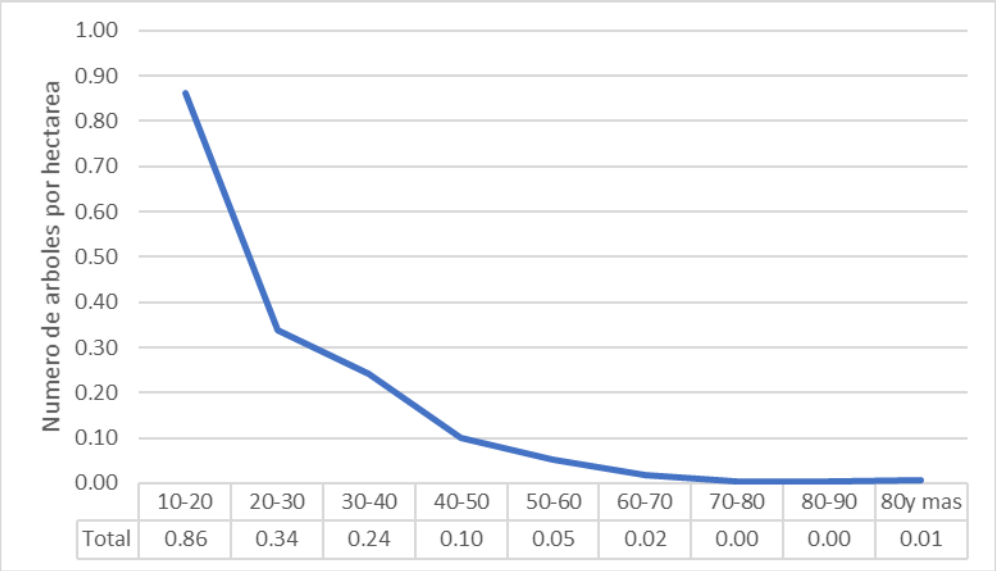
Cuadro 104. Abundancia total de la especie *Minquartia guianensis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
Minquartia guianensis	1.62	925,849.8	**64,749**

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.



	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	80y mas
Total	0.86	0.34	0.24	0.10	0.05	0.02	0.00	0.00	0.01

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.

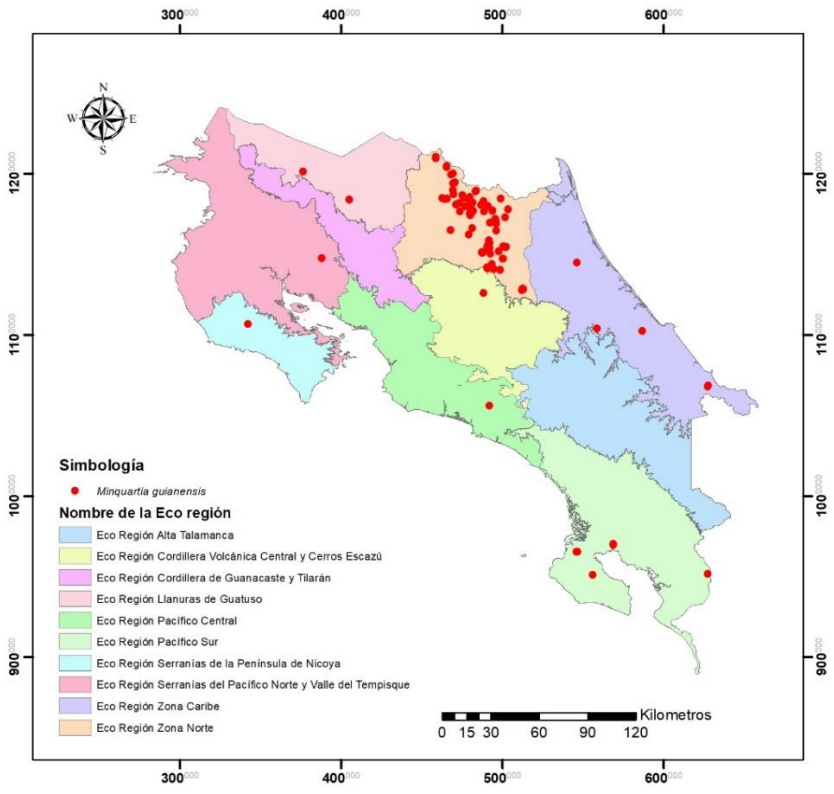


Figura 101. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Minquartia guianensis.*

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 (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)), (UICN, 2018)

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.

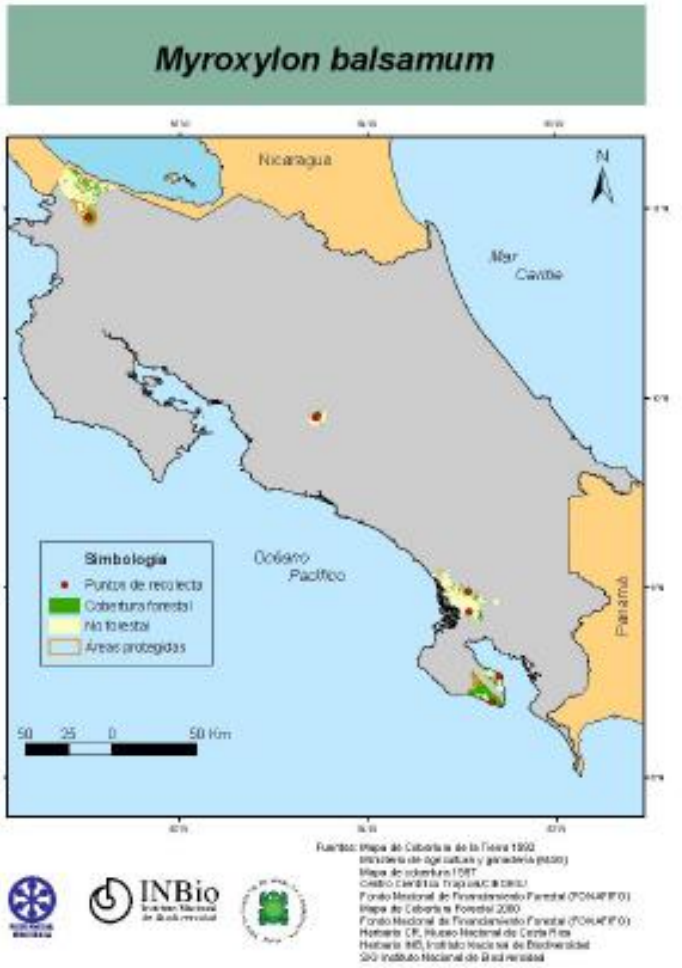


Figura 102. Mapa que incluye el estudio de Estrada *et al.* (2005) sobre los sitios de reporte, para la especie *Myroxylon balsamum* a nivel nacional

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 (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)).

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).

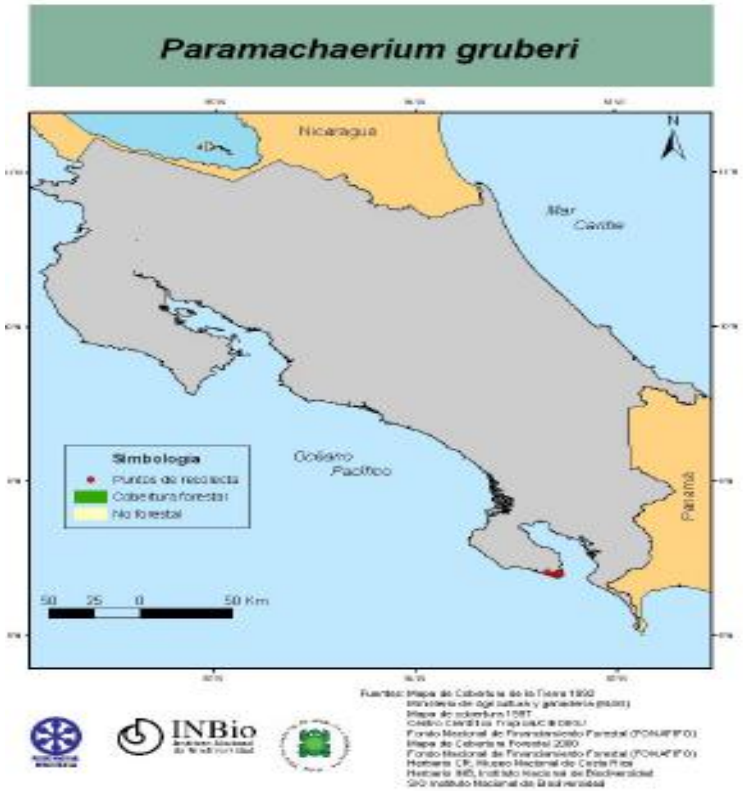


Figura 104. Mapa que incluye el estudio de Estrada *et al.* (2005) sobre los sitios de reporte, para la especie *Paramachaerium gruberi* a nivel nacional

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 (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)).

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).

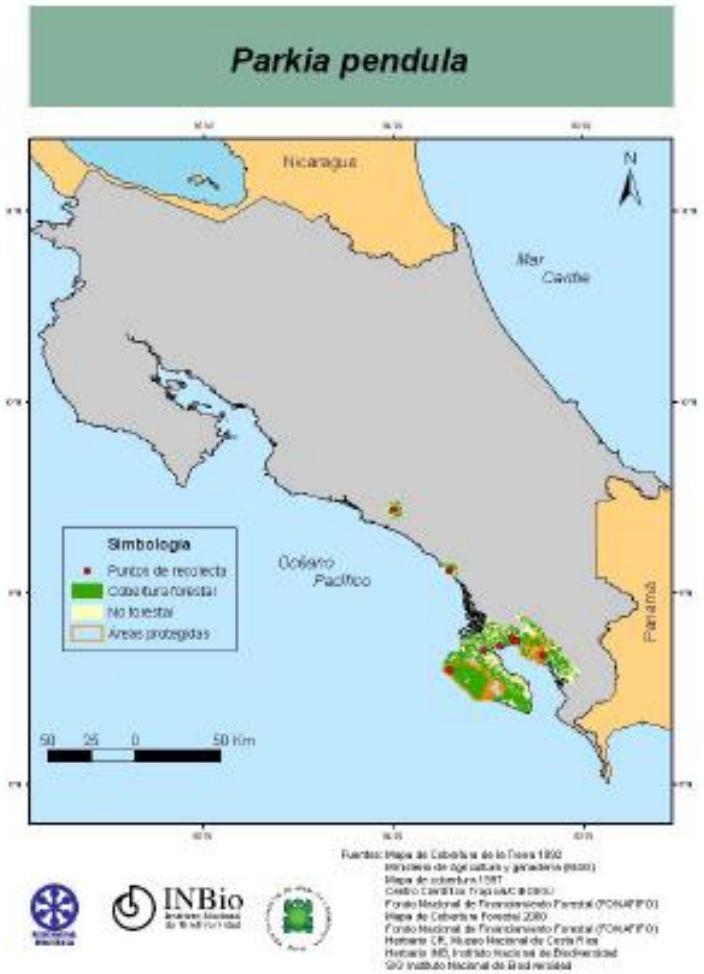


Figura 106. Mapa que incluye el estudio de Estrada *et al.* (2005) sobre los sitios de reporte, para la especie *Parkia pendula* a nivel nacional

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 254,390.2 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)).

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Zoócora.

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

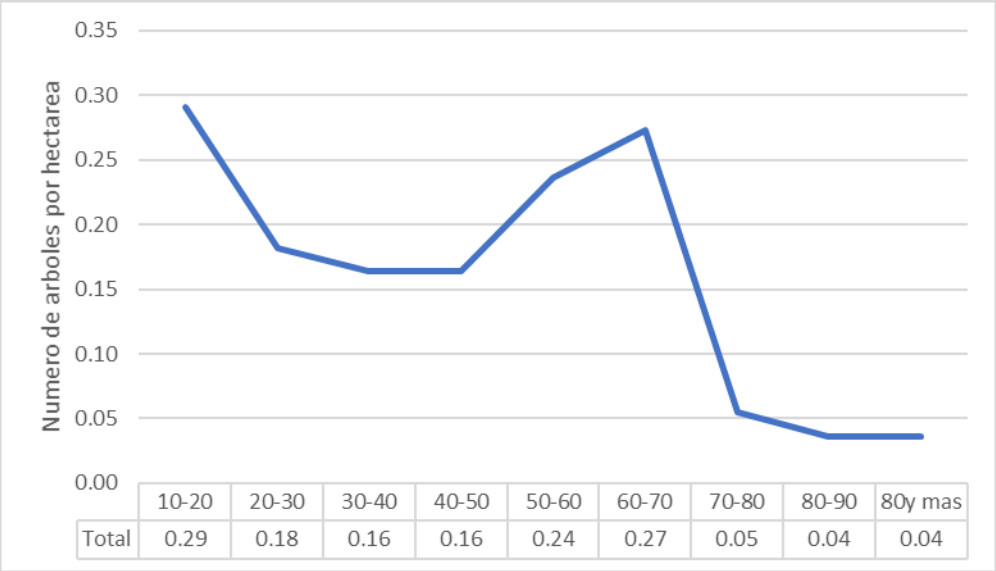
Cuadro 105. Abundancia total de la especie *Peltogyne purpurea* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
Peltogyne purpurea	1.44	254,390.2	**166,425**

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.



	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	80y mas
Total	0.29	0.18	0.16	0.16	0.24	0.27	0.05	0.04	0.04

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.

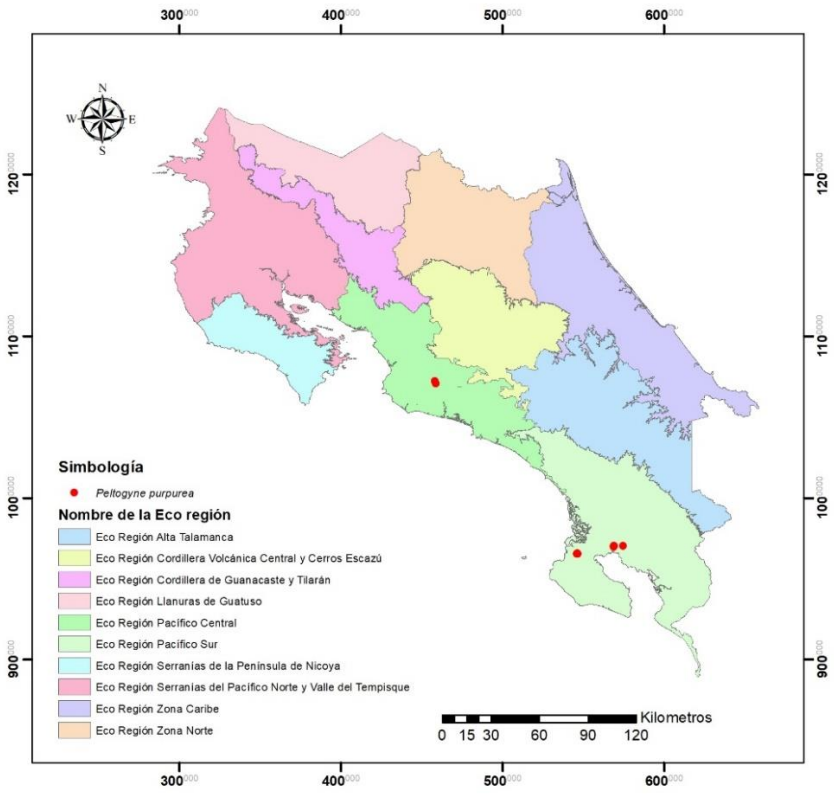


Figura 109. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Peltogyne purpurea.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 537,110.0 ha, algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita (Kress & Beach, 1994), (UICN, 2018).

Polinización: Insectos pequeños.

Modo de dispersión de semillas: Autócora.

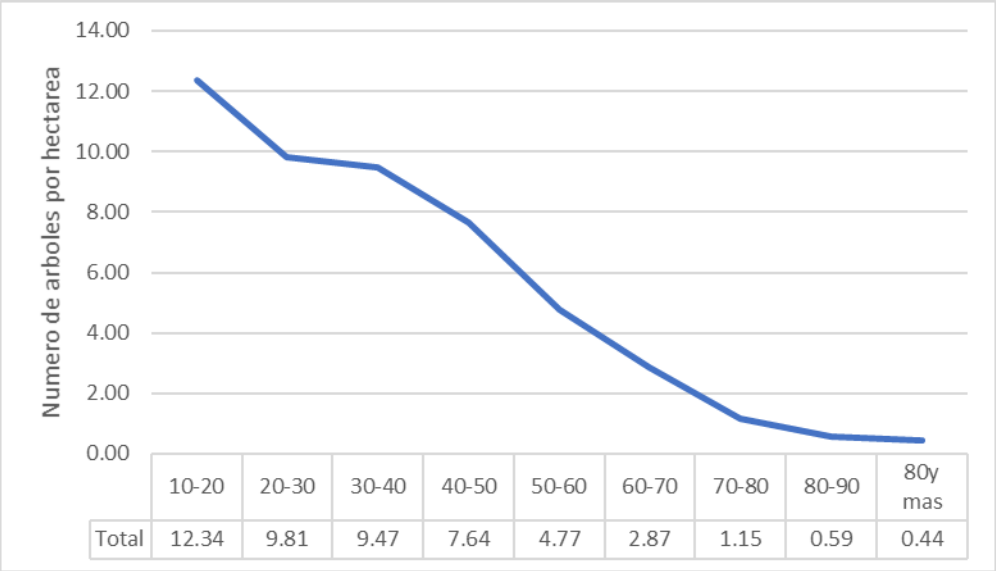
La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

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)
Pentaclethra macroloba	49.09	537,110.0	**5,618,439**

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 autócora, 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.



	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	80y mas
Total	12.34	9.81	9.47	7.64	4.77	2.87	1.15	0.59	0.44

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.

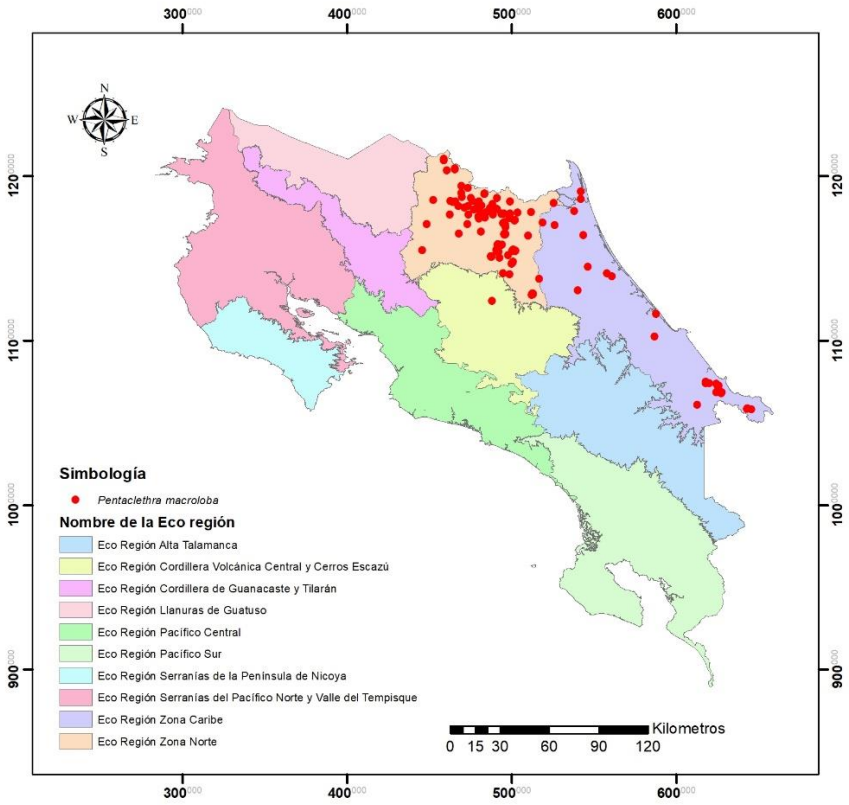


Figura 111. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Pentaclethra macroloba.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 170,618.2 ha. Algunas de las características ecológicas que se atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)).

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)
Platymiscium parviflorum	0.34	170,618.2	-

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 y su conservación in-situ.

La distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para la especie *P. parviflorum* expresada de forma gráfica fue representa solamente por un individuo en la clase diamétrica de 10 - 20 cm. A continuación, en la siguiente figura se ilustra este comportamiento estructural.

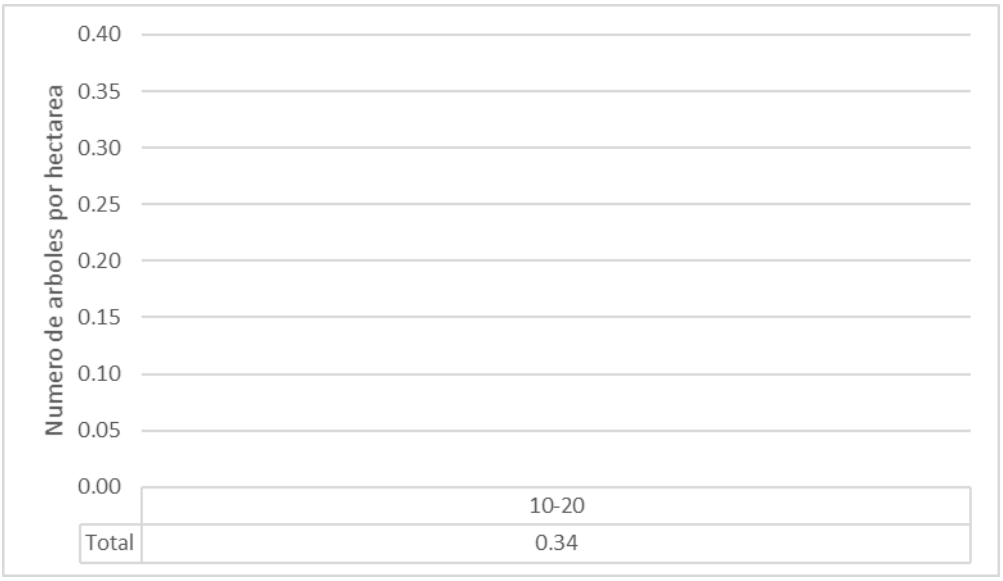


Figura 112. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Platymiscium parviflorum*, según datos del INF, PMF y PPM.

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

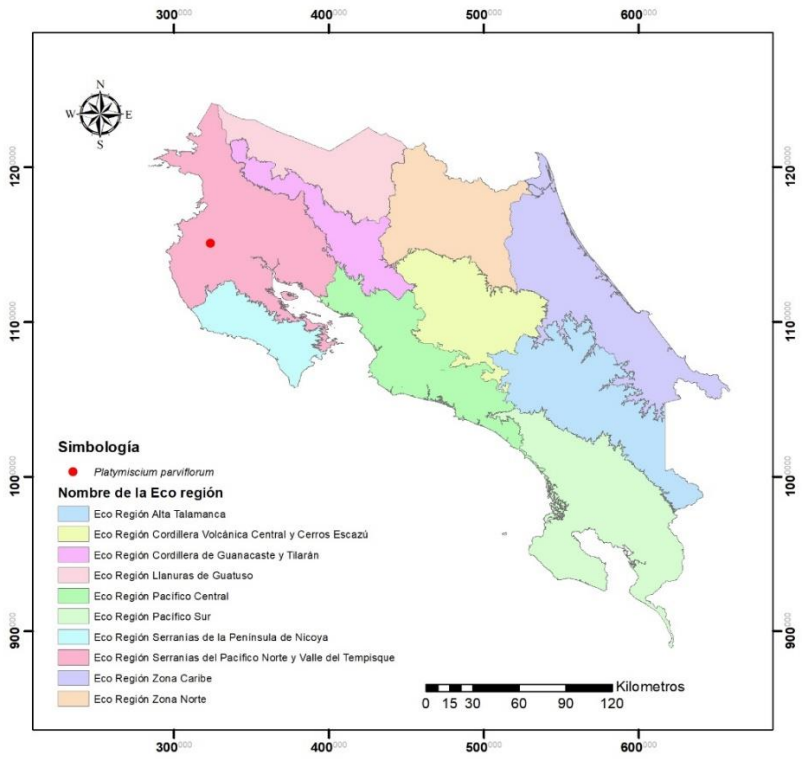


Figura 113. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Platymiscium parviflorum.*

4.2.34 Platymiscium pinnatum (Jacq.) Dugand

Nombres vernáculos: Cristóbal, cachimbo, coyote, granadillo, guayacán chiricano, námbar, quira sangrillo, sin+krá (brunka), zrok (Térraba).

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 71,928.2 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)), (UICN, 2018).

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)
Platymiscium pinnatum	0.06	71,928.2	**356**

Según el valor total estimado de la población, la especie *P. pinnatum* está bajo al mínimo de individuos (>500) necesarios para para asegurar así su sostenibilidad a largo plazo, y por ello el valor de población estimada se presenta en color rojo, 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.

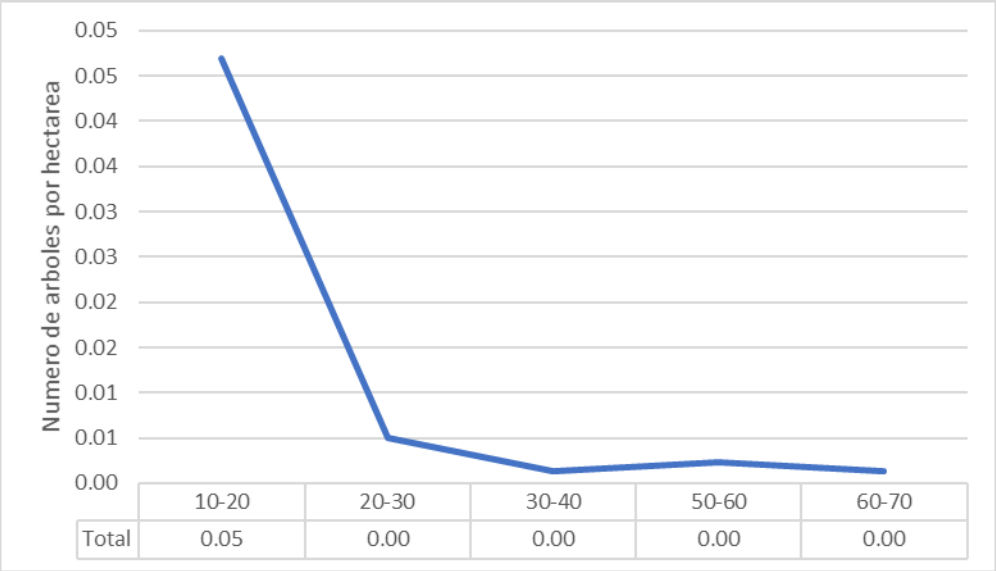


Figura 114. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Platymiscium pinnatum*, según información procedente del INF, PMF y PPM.

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

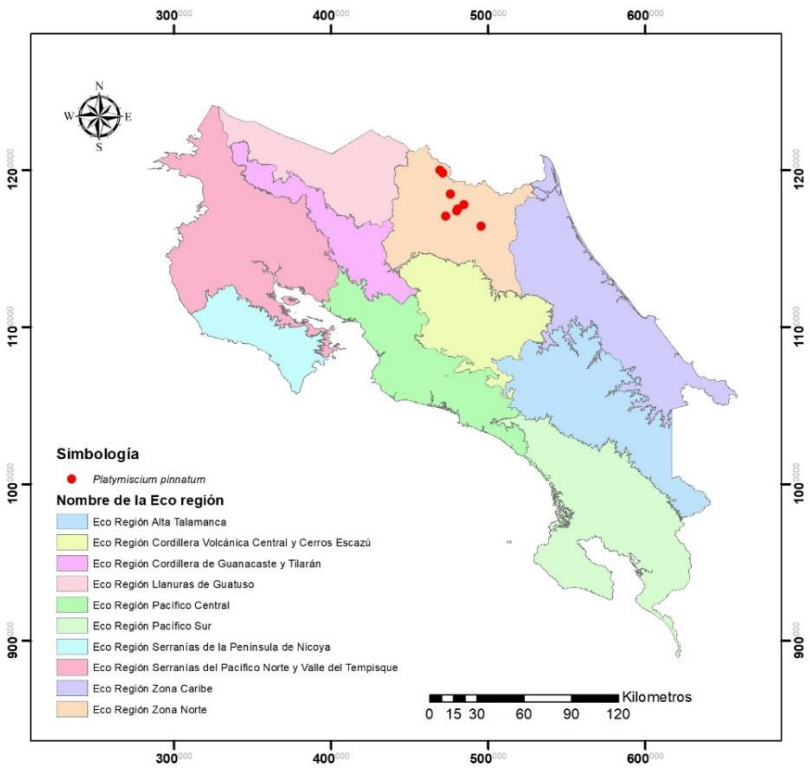


Figura 115. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Platymiscium pinnatum.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 219,964.6 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie dioica (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)).

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)
Podocarpus costaricensis	1.05	219,964.6	**231,542**

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.

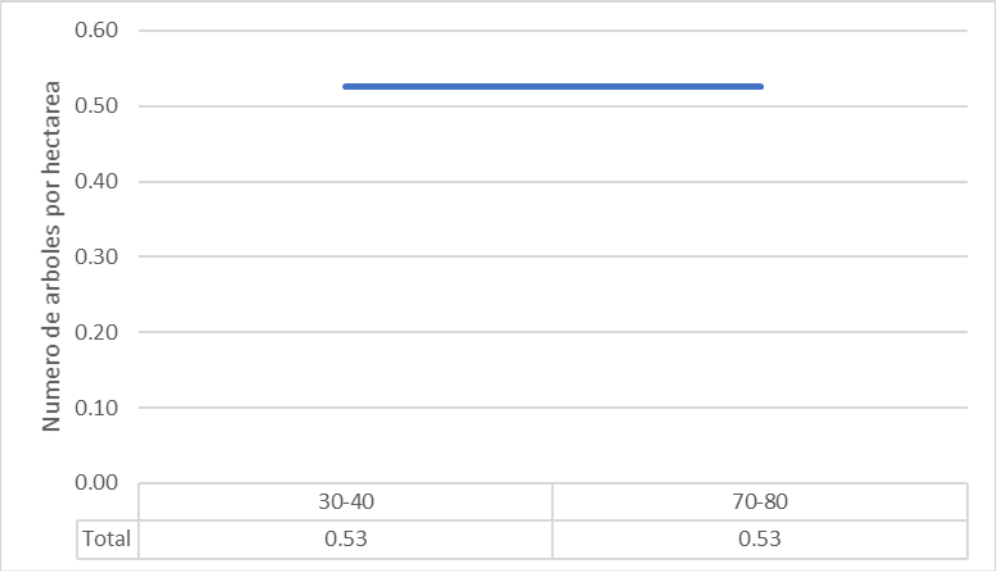


Figura 116. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Podocarpus costaricensis*, según información proveniente del INF, PMF y PPM.

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

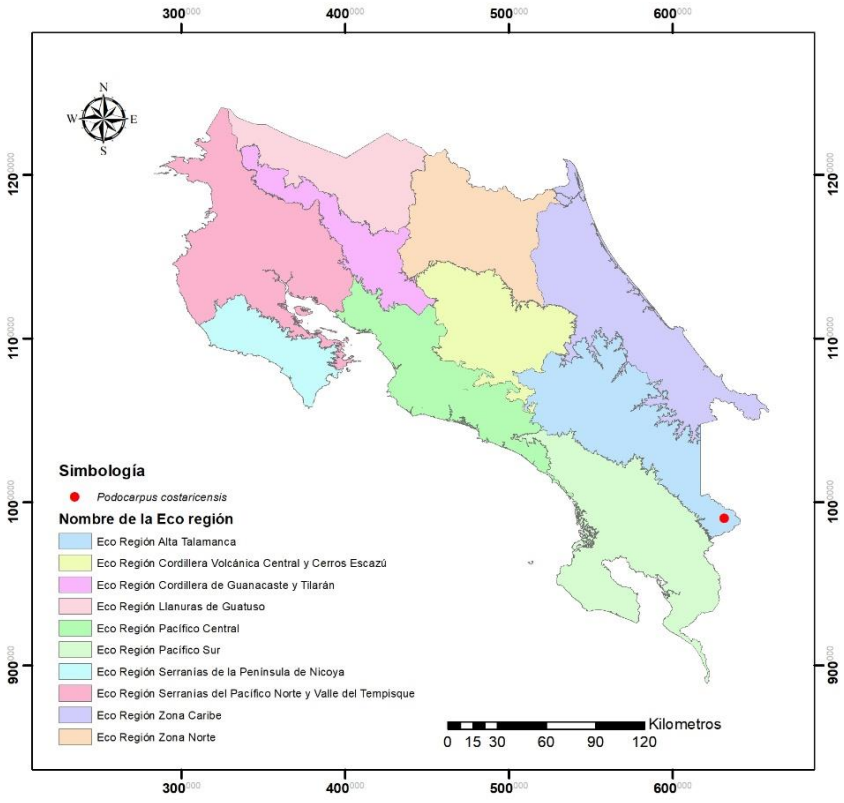


Figura 117. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Podocarpus costaricensis.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 132,566.1 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie dioica (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)), (UICN, 2018).

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)
Podocarpus guatemalensis	0.60	132,566.1	**4,953**

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.

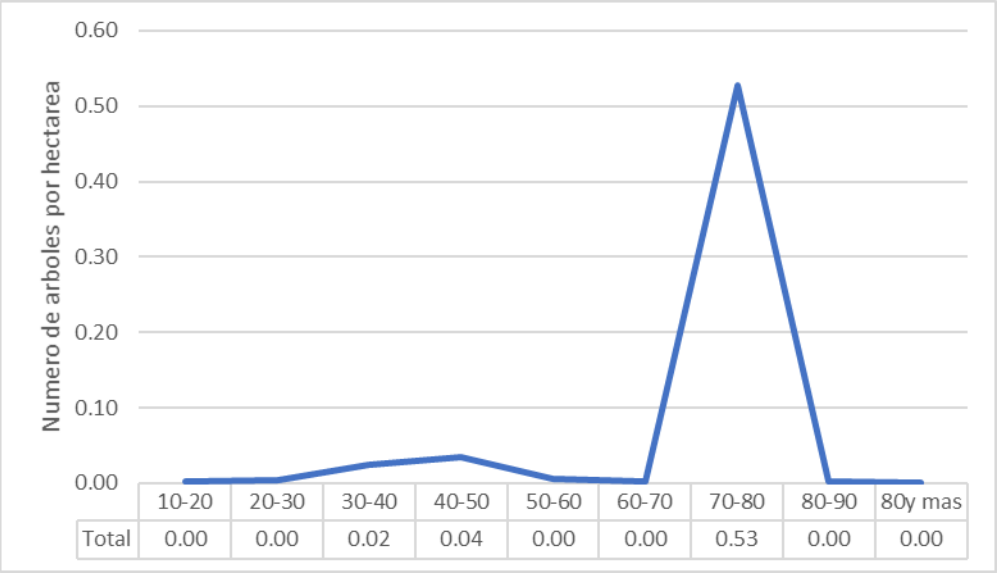


Figura 118. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Podocarpus guatemalensis*, según información procedente del INF, PMF y PPM.

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

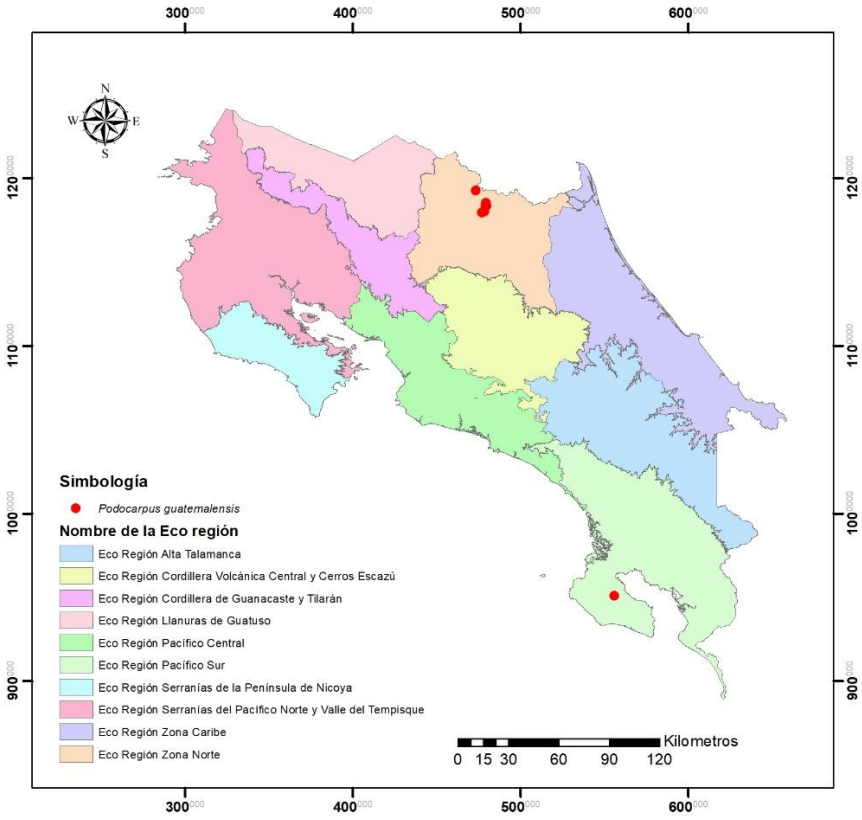


Figura 119. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Podocarpus guatemalensis.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 209,673.9 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)), (UICN, 2018).

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)
Prioria copaifera	14.06	209,673.9	**556,964**

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.

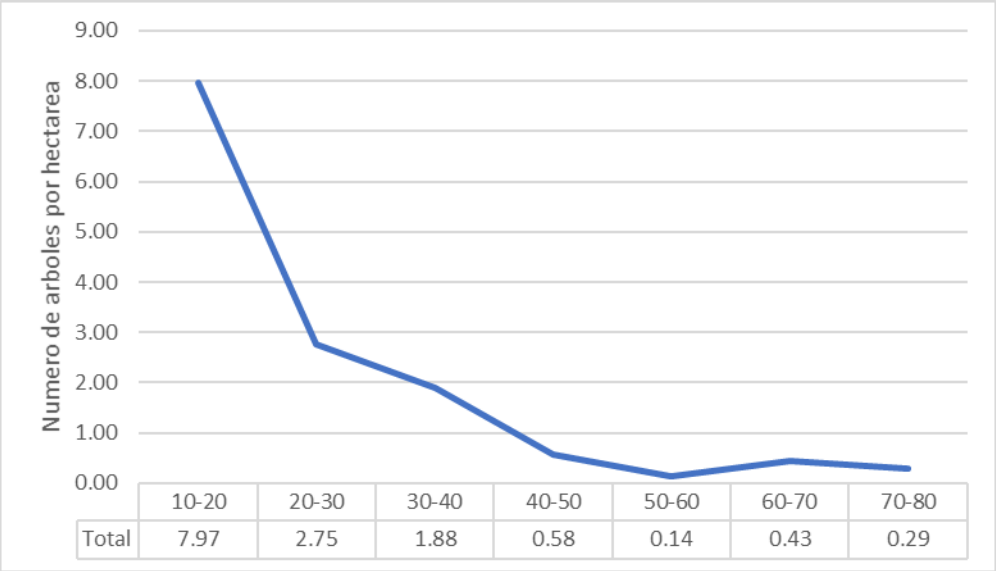


Figura 120. Distribución diamétrica de la abundancia total *Prioria copaifera*, según información procedente del INF, PMF y PPM.

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

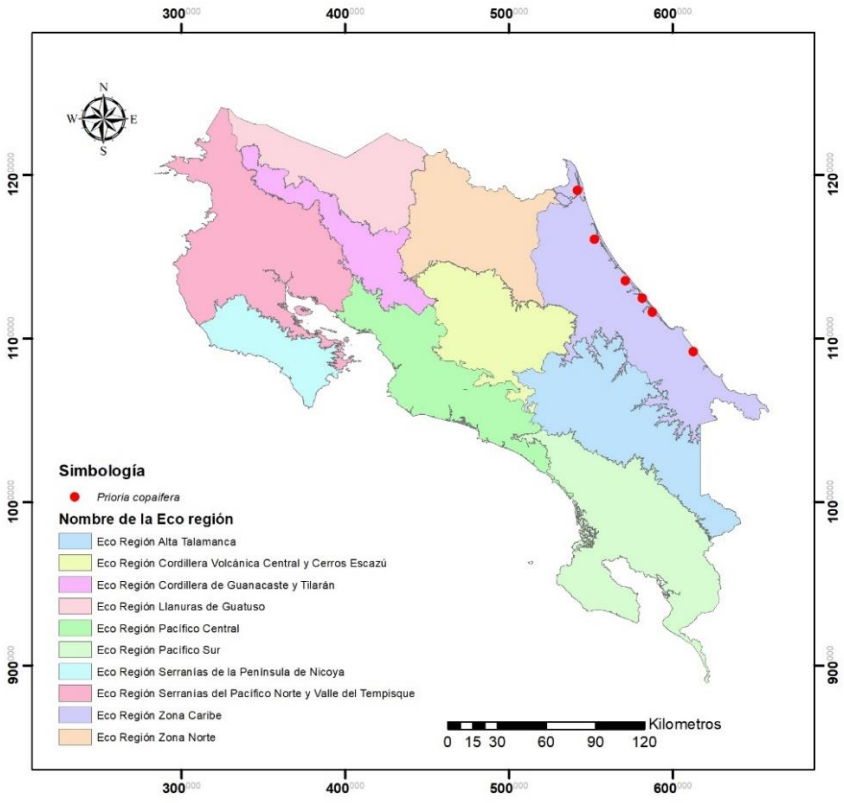


Figura 121. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Prioria copaifera*.

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 343,791.9 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Flores bisexuales (monoica) (Toledo, Villegas, & Justiniano, 2007).

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:

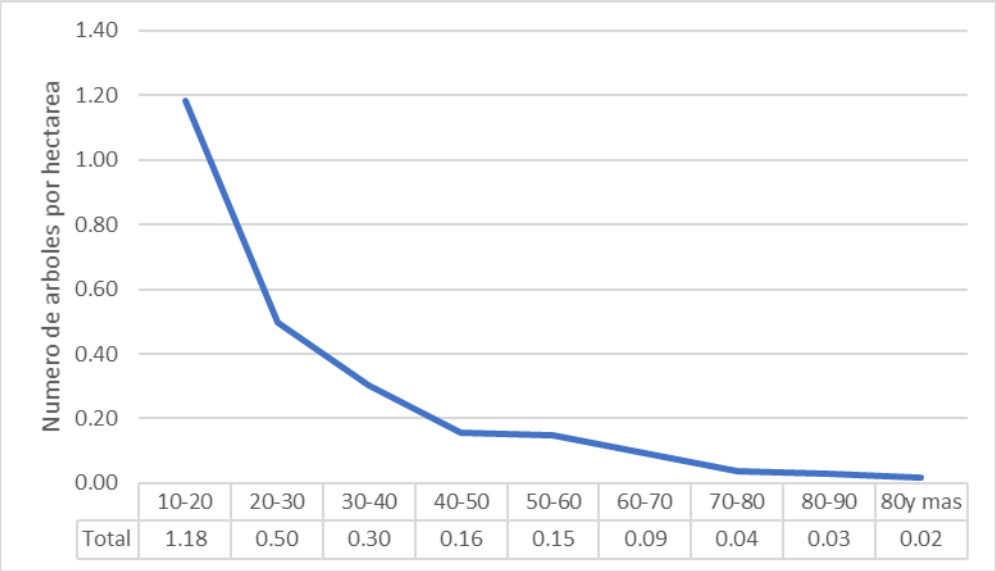
Cuadro 112. Abundancia total de la especie *Qualea paraensis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
Qualea paraensis	2.47	343,791.9	**74,531**

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 anemócora, 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.



	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	80y mas
Total	1.18	0.50	0.30	0.16	0.15	0.09	0.04	0.03	0.02

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.

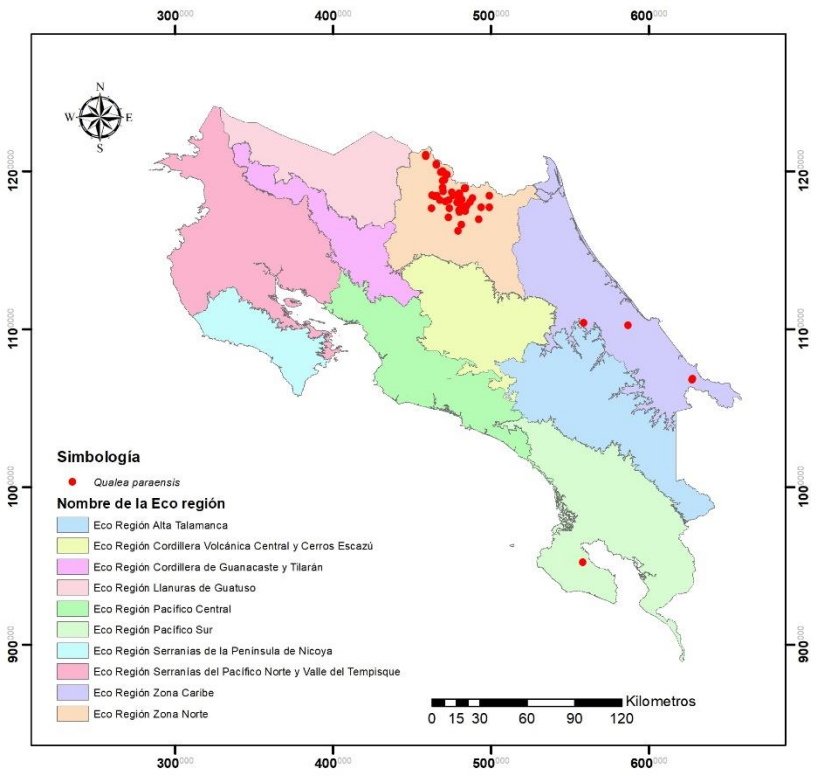


Figura 123. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Qualea paraensis.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 714,914.6 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie dioica (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)).

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Zoócora.

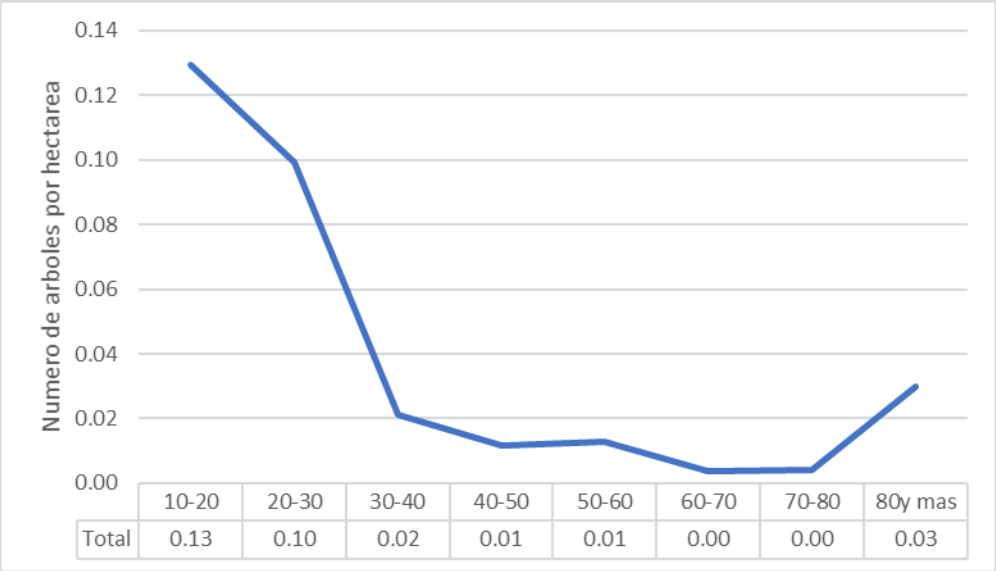
La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

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)
Ruptiliocarpon caracolito	0.31	714,914.6	**15,167**

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.



	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80y mas
Total	0.13	0.10	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.03

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.

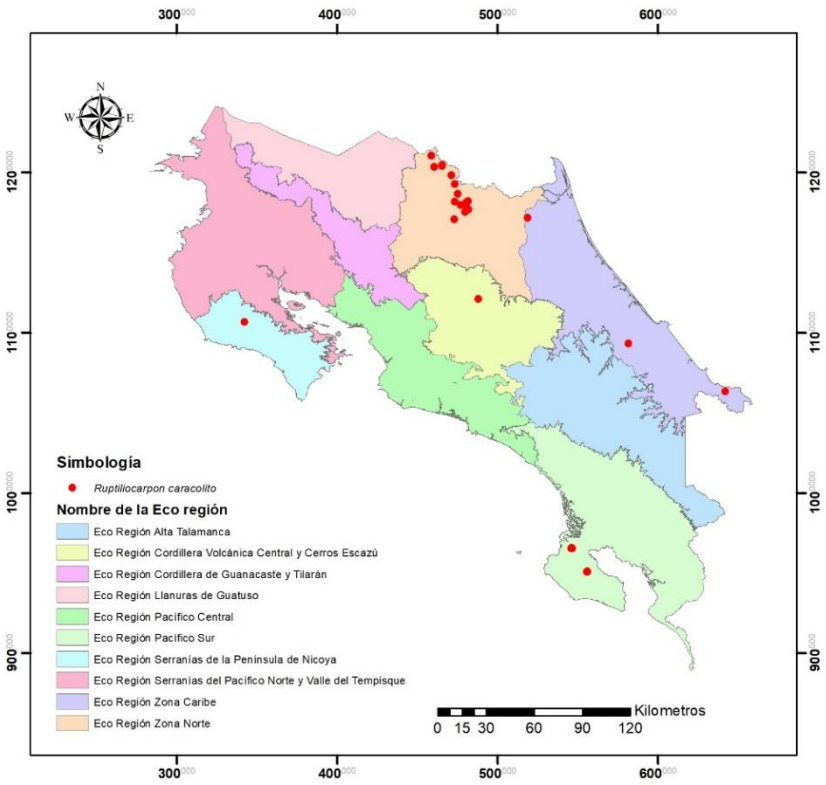


Figura 125. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Ruptiliocarpon caracolito.*

4.2.40 Sacoglottis trichogyna Cuatrec.

Nombres vernáculos: Titor, danto plomillo, 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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 502,280.0 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)).

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:

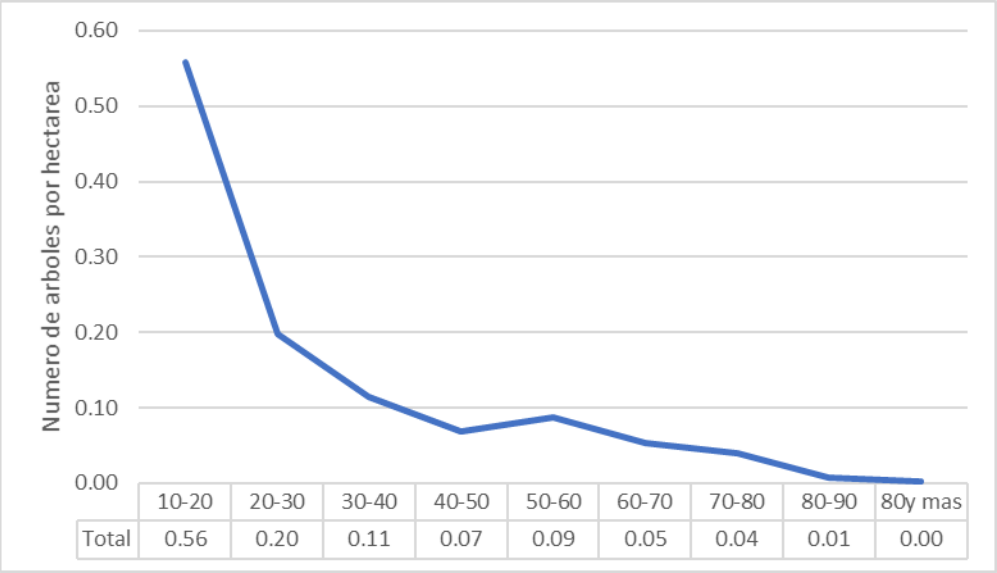
Cuadro 114. Abundancia total de la especie *Sacoglottis trichogyna* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
Sacoglottis trichogyna	1.13	502,280.0	**72,326**

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 u 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.



	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	80y mas
Total	0.56	0.20	0.11	0.07	0.09	0.05	0.04	0.01	0.00

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.

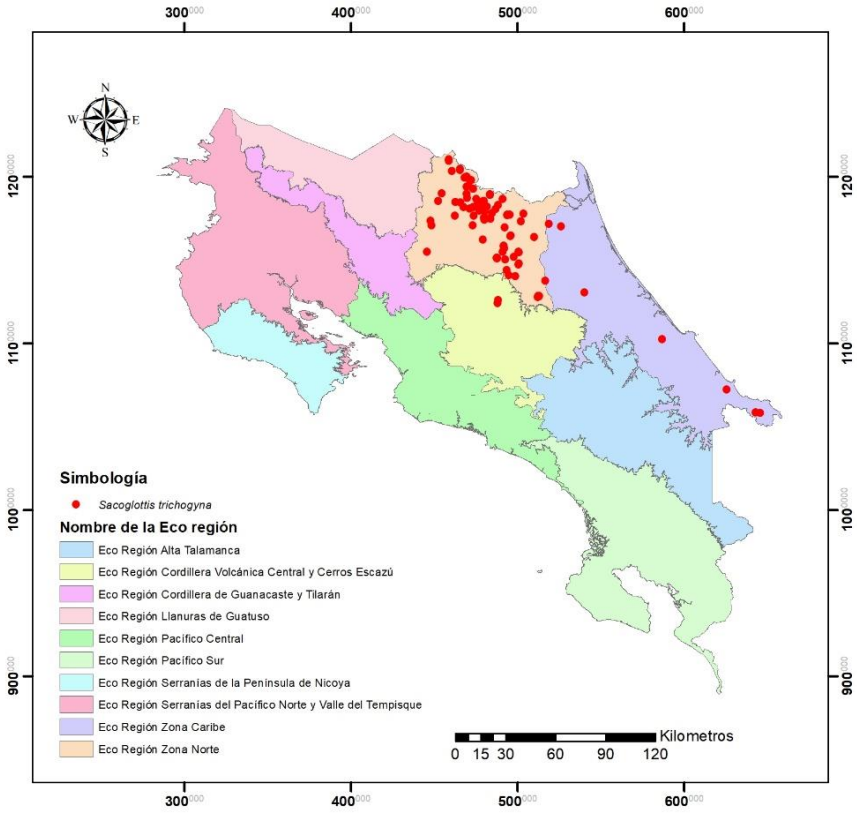


Figura 127. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Sacoglottis trichogyna.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 516,582.3 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)), (UICN, 2018).

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)
Sideroxylon capiri	0.27	516,582.3	**16,574**

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.

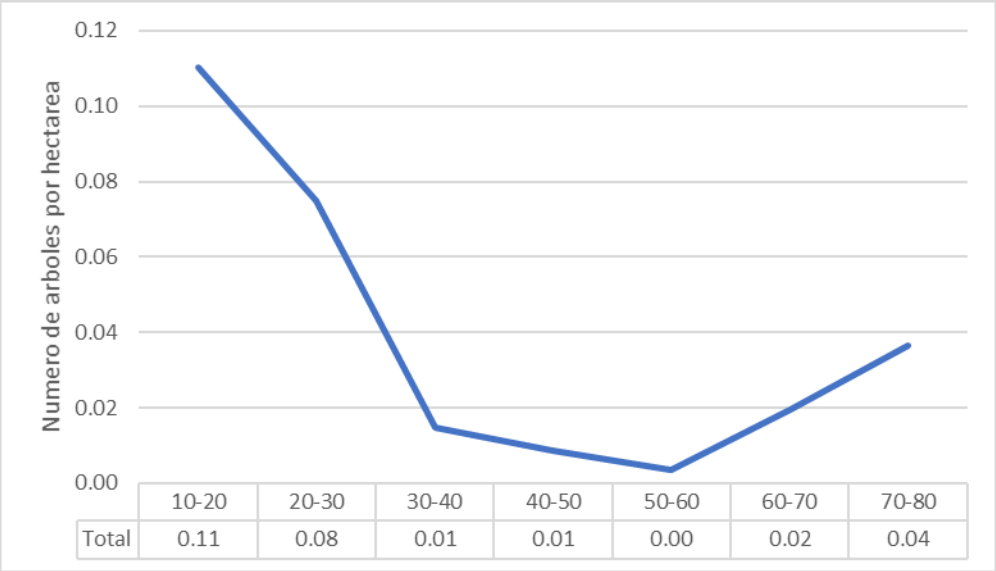


Figura 128. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Sideroxylon capiri*, según información procedente del INF, PMF y PPM.

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

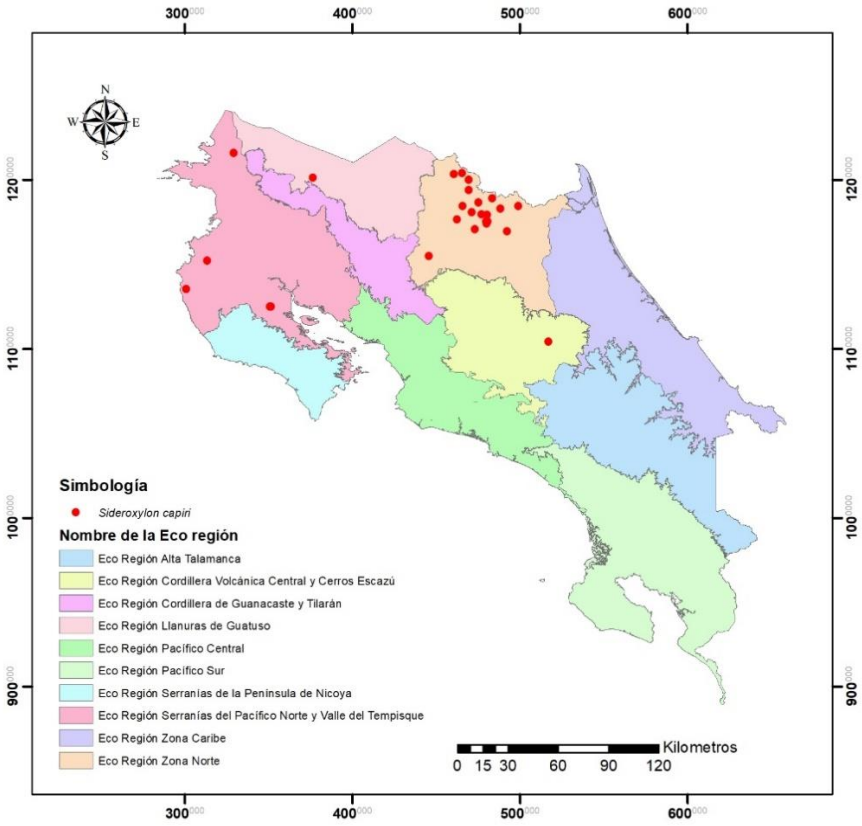


Figura 129. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Sideroxylon capiri.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 287,090.5 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie monoica, con flores hermafroditas (monoclino-monoicas) (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)), (UICN, 2018).

Polinización: Abejas.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

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)
Swietenia macrophylla	0.83	287,090.5	**32,201**

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.

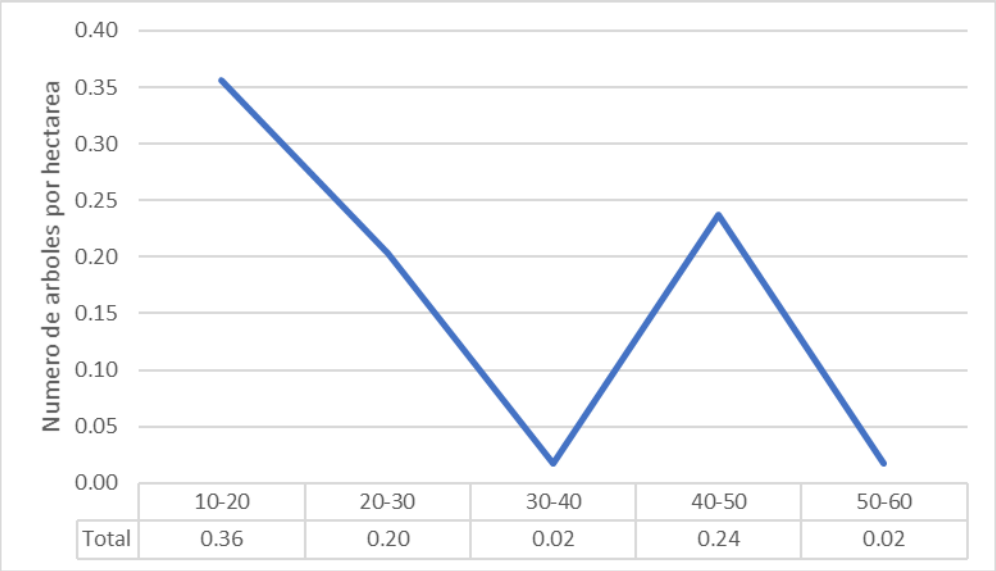


Figura 130. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Swietenia macrophylla*, según información procedente del INF, PMF y PPM.

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

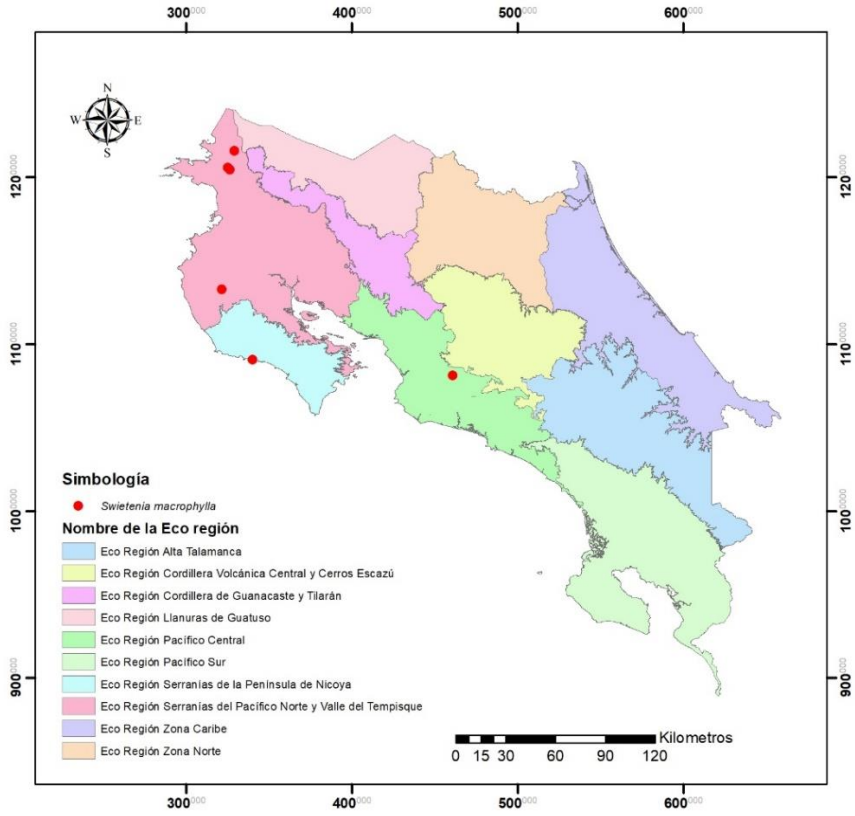


Figura 131. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Swietenia macrophylla.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 516,329.5 ha y algunas de las características ecológicas son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)).

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

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

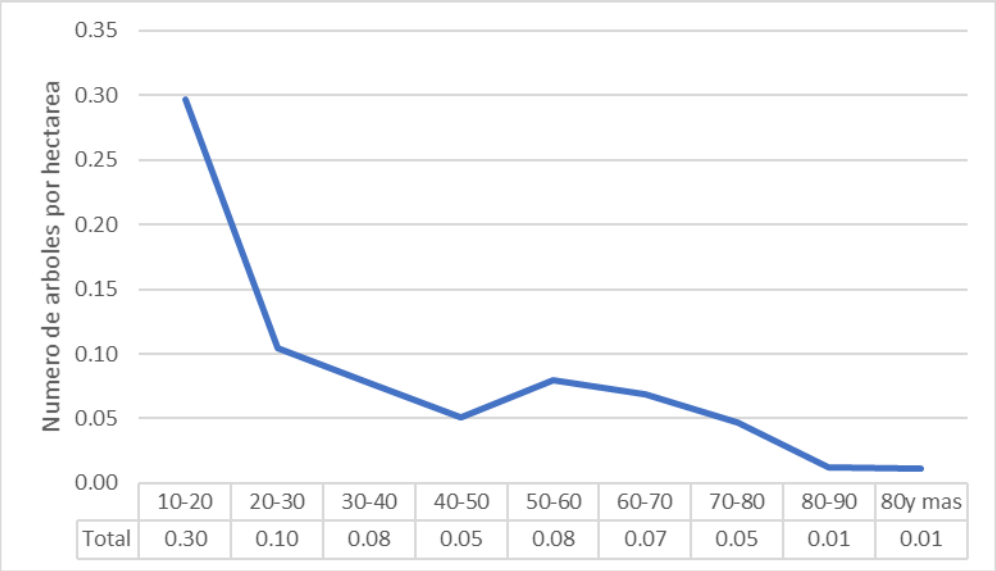
Cuadro 117. Abundancia total de la especie *Tachigali costaricensis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
Tachigali costaricensis	0.75	516,329.5	**46,875**

La especie *T. costaricensis* está en el Decreto Ejecutivo No. 25700-MINAE, sin embargo, esta especie es abundante es 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.



	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	80y mas
Total	0.30	0.10	0.08	0.05	0.08	0.07	0.05	0.01	0.01

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.

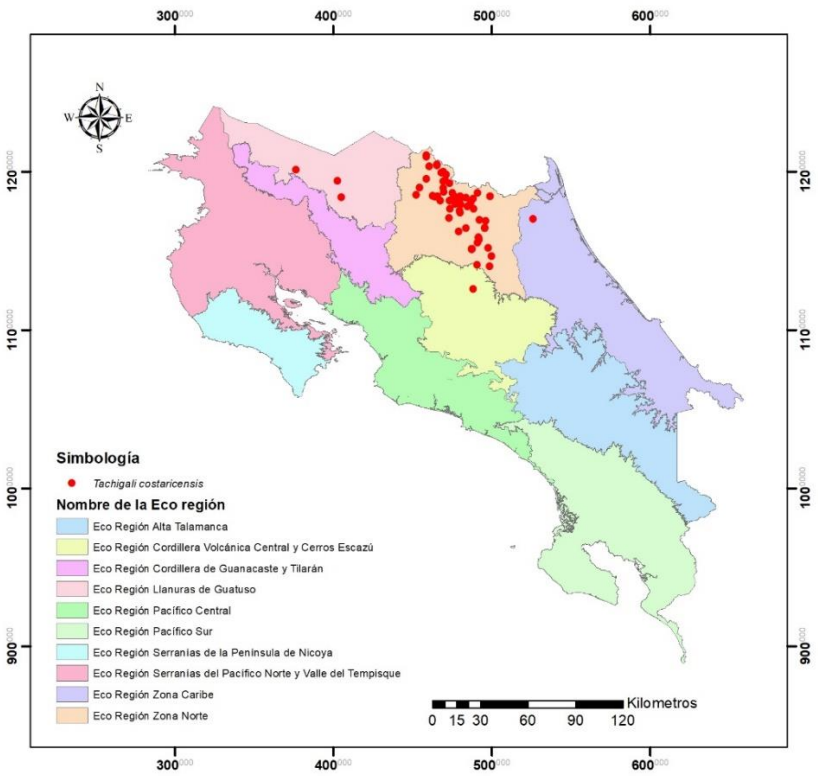


Figura 133. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Tachigali costaricensis.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 254,390.2 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)).

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)
Tachigali versicolor	0.39	254,390.2	**25,056**

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.

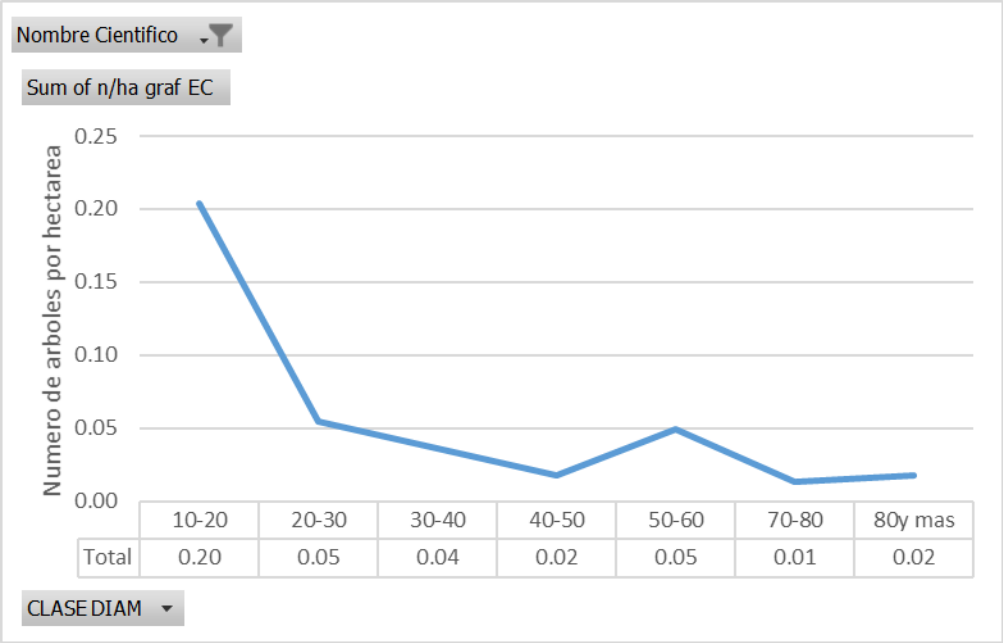


Figura 134. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Tachigali versicolor*, según información procedente del INF, PMF y PPM.

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

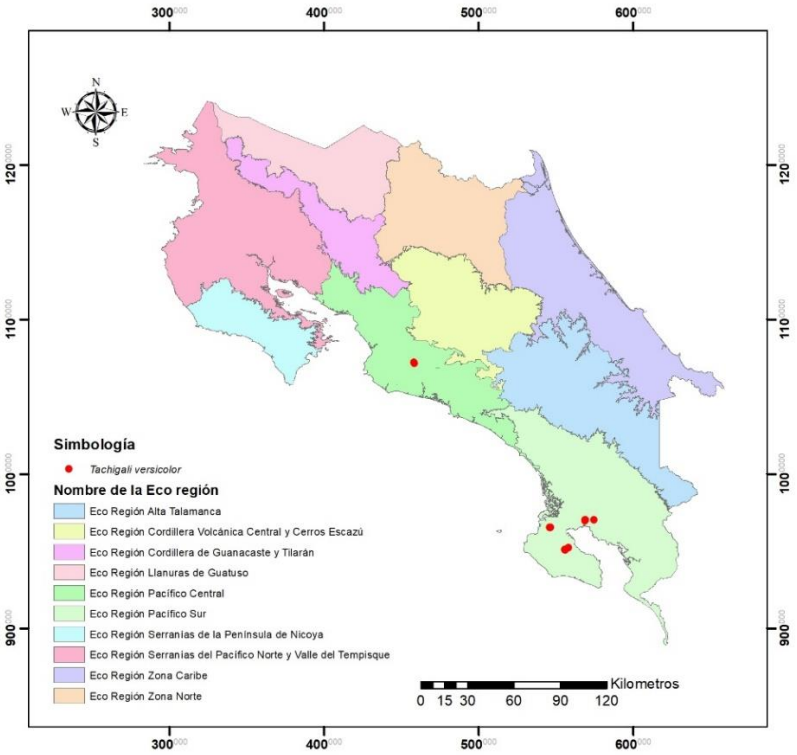


Figura 135. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Tachigali versicolor.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 1,049,543.4 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)), (Kress & Beach, 1994), (UICN, 2018).

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.

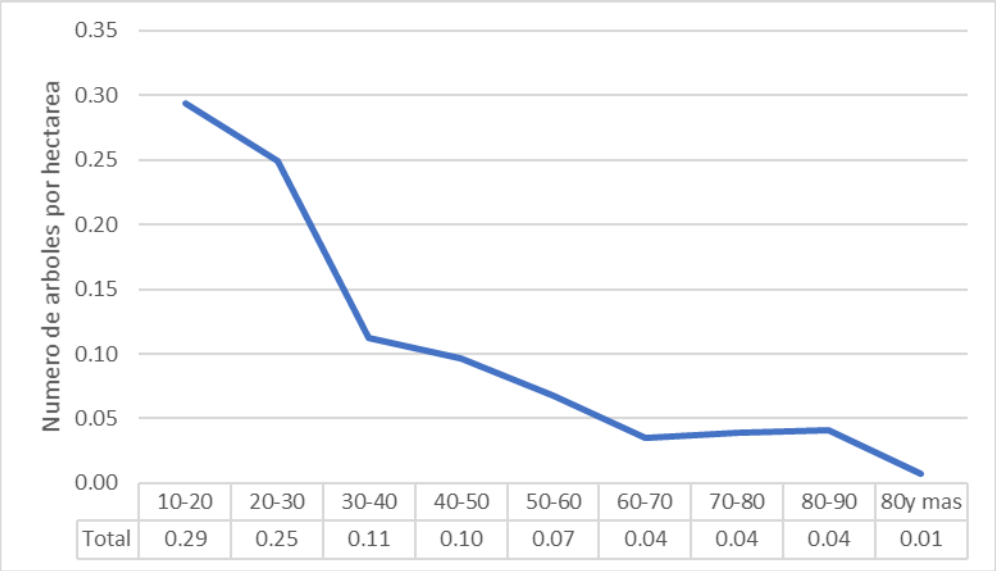
La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

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)
Terminalia amazonia	0.94	1,049,543.4	**72,965**

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.



	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	80y mas
Total	0.29	0.25	0.11	0.10	0.07	0.04	0.04	0.04	0.01

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.

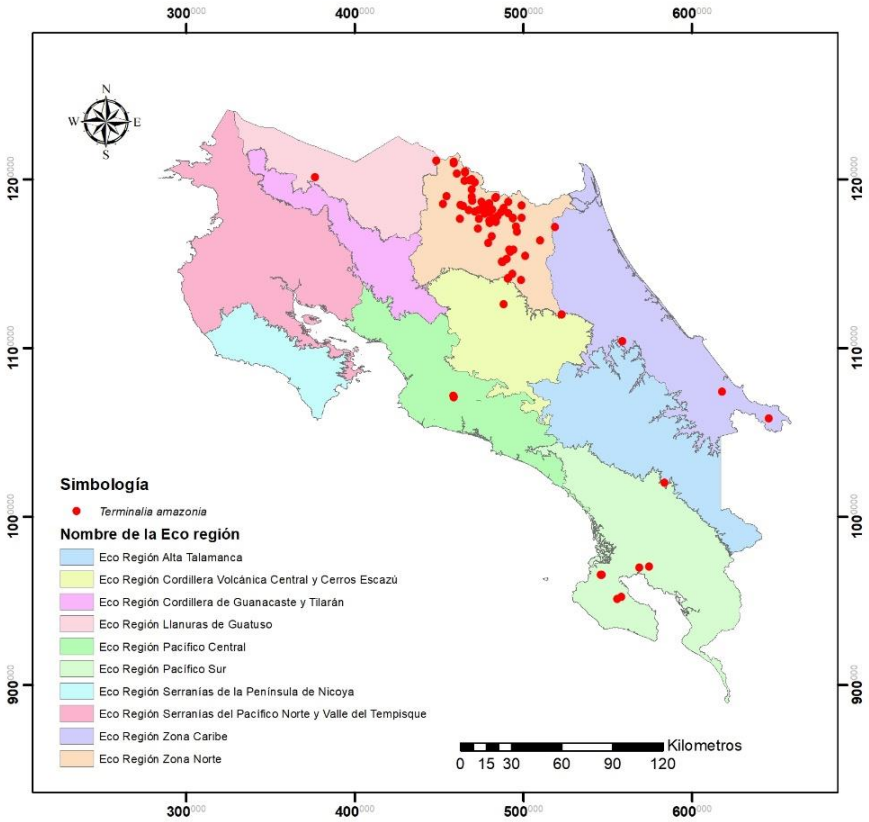


Figura 137. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Terminalia amazonia.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 415,821.6 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Hermafrodita (Salgado Negret, 2007)

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Desconocido.

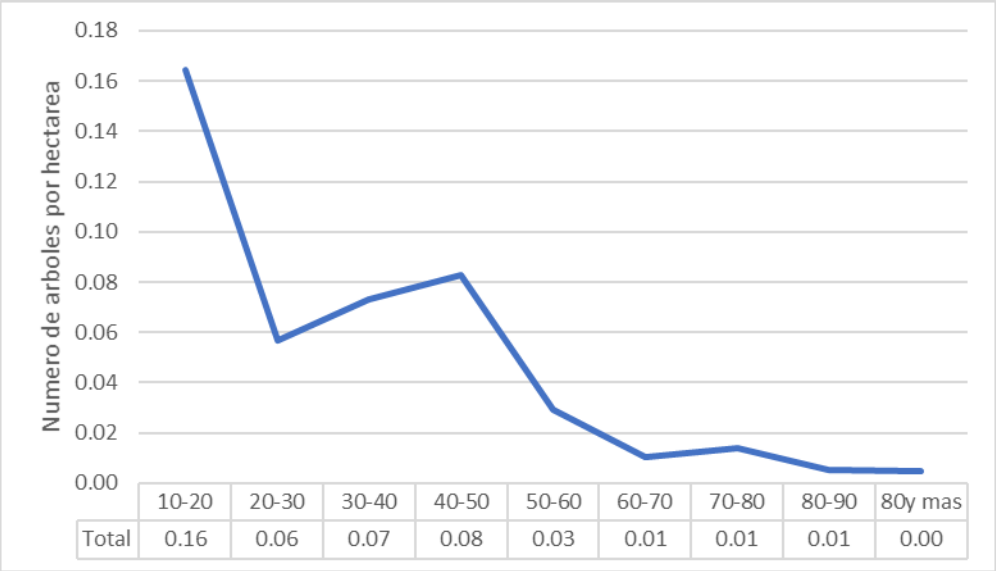
La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

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)
Vantanea occidentalis	0.44	415,821.6	**35,426**

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.



	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	80y mas
Total	0.16	0.06	0.07	0.08	0.03	0.01	0.01	0.01	0.00

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.

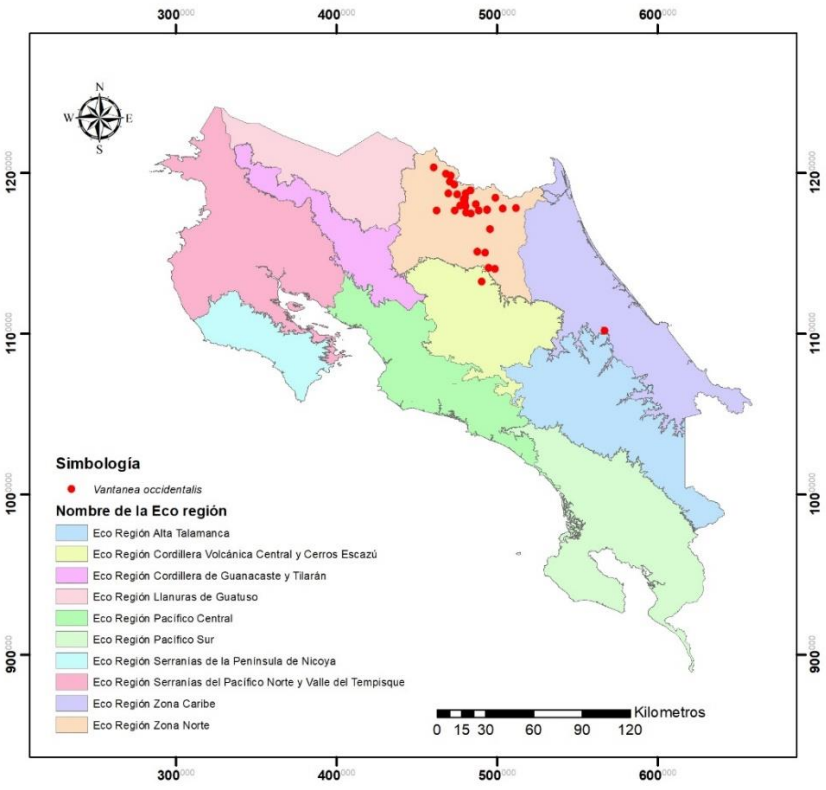


Figura 139. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Vantanea occidentalis.*

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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 112,096.5 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita (Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005)).

Polinización: Desconocida.

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

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

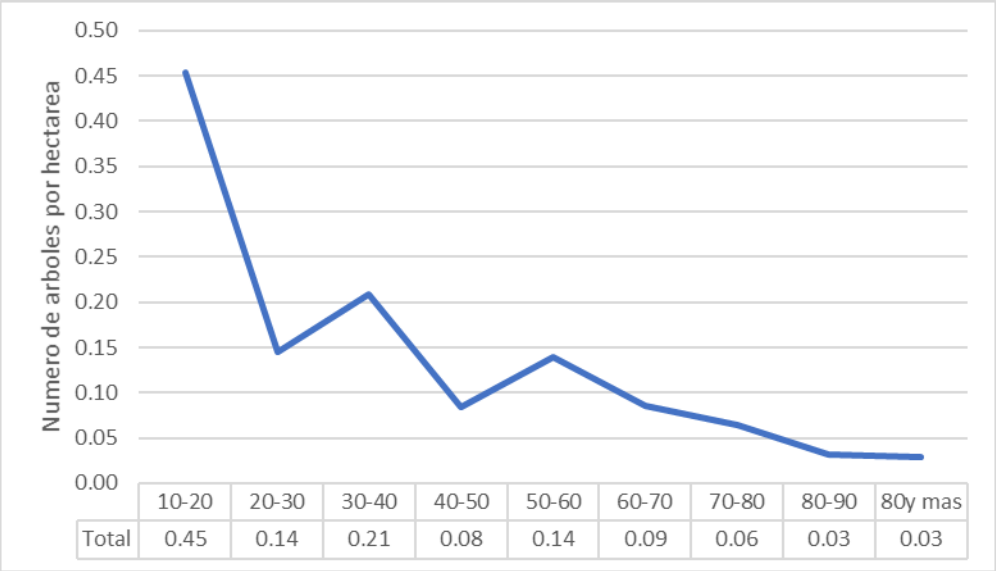
Cuadro 121. Abundancia total de la especie *Vatairea lundellii* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
Vatairea lundellii	1.24	112,096.5	**71,971**

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.



	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	80y mas
Total	0.45	0.14	0.21	0.08	0.14	0.09	0.06	0.03	0.03

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.

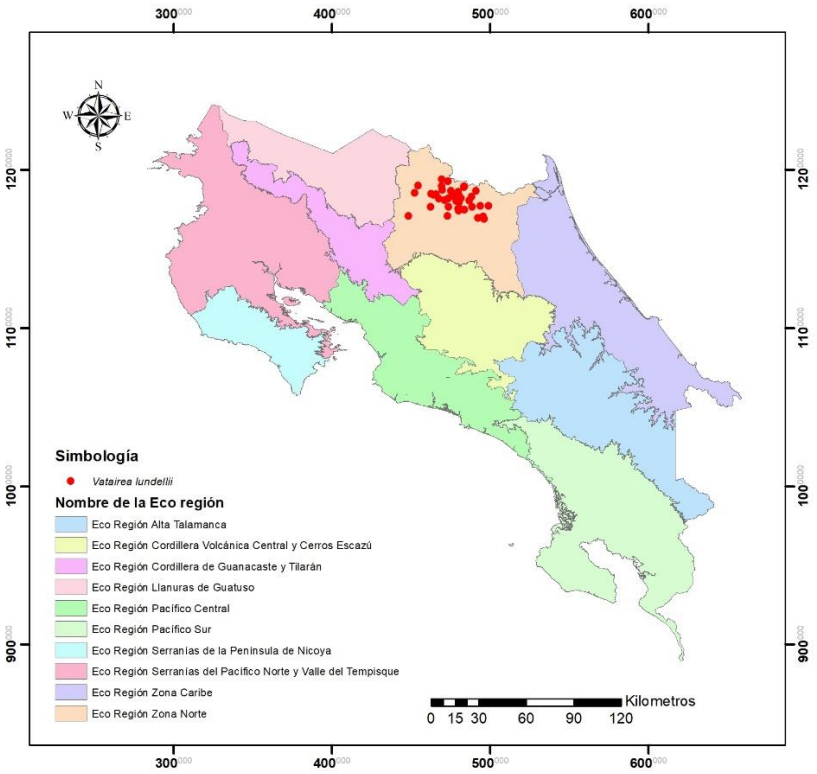


Figura 141. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Vatairea lundellii.*

4.2.48 Virola sebifera Aubl.

Nombres vernáculos: Fruta dorada, cotón, 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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 1,042,634.2 ha y algunas de las características ecológicas son:

Sistema de reproducción: Especie dioica (Lenza & Oliveira, 2006), (Salgado Negret, 2007)

Polinización: Diversos insectos pequeños.

Modo de dispersión de semillas: Lapas/aves frugívoras.

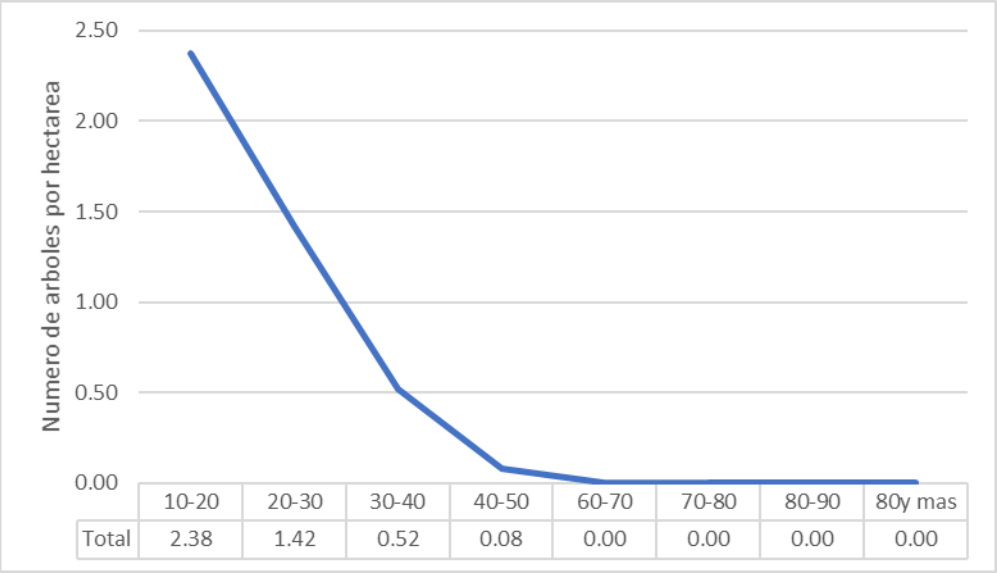
La población identificada para esta especie se resume en el siguiente cuadro:

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)
Virola sebifera	4.41	1,042,634.2	**112,625**

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.



	10-20	20-30	30-40	40-50	60-70	70-80	80-90	80y mas
Total	2.38	1.42	0.52	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00

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.

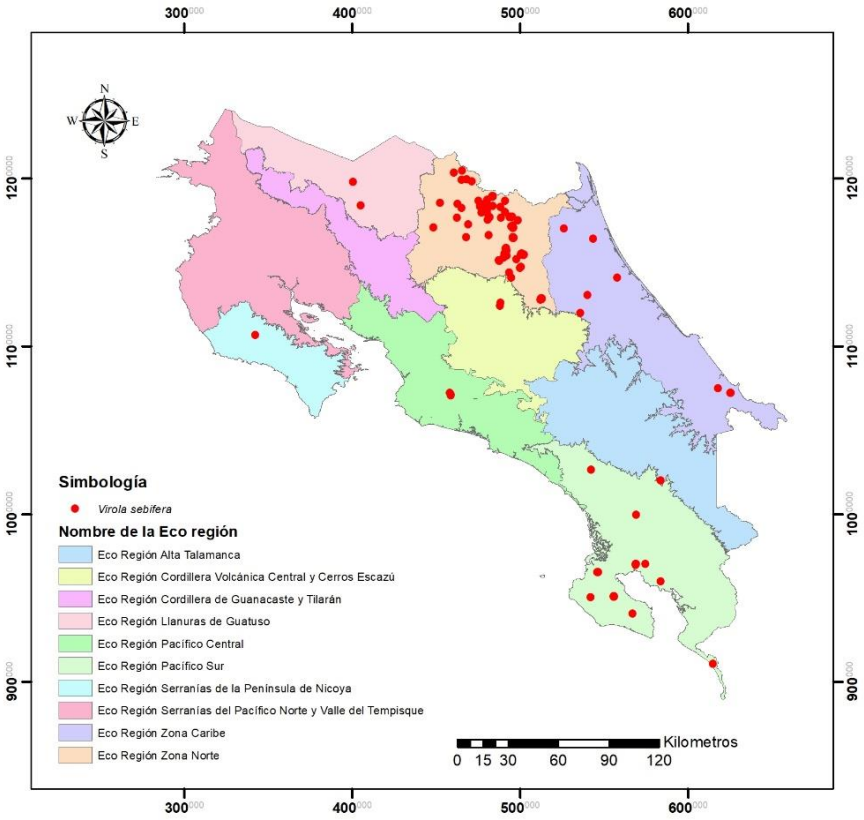


Figura 143. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Virola sebifera.*

4.2.49 Vochysia ferruginea Mart.

Nombres vernáculos: Botarrama, botarrama chancho, chancho colorado, flor de mayo, mayo, mayo colorado, mayo negro, palo de chancho, 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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 917,284.2 ha y algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie hermafrodita. (Kress & Beach, 1994), (UICN, 2018).

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)
Vochysia ferruginea	7.08	917,284.2	**487,791**

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.

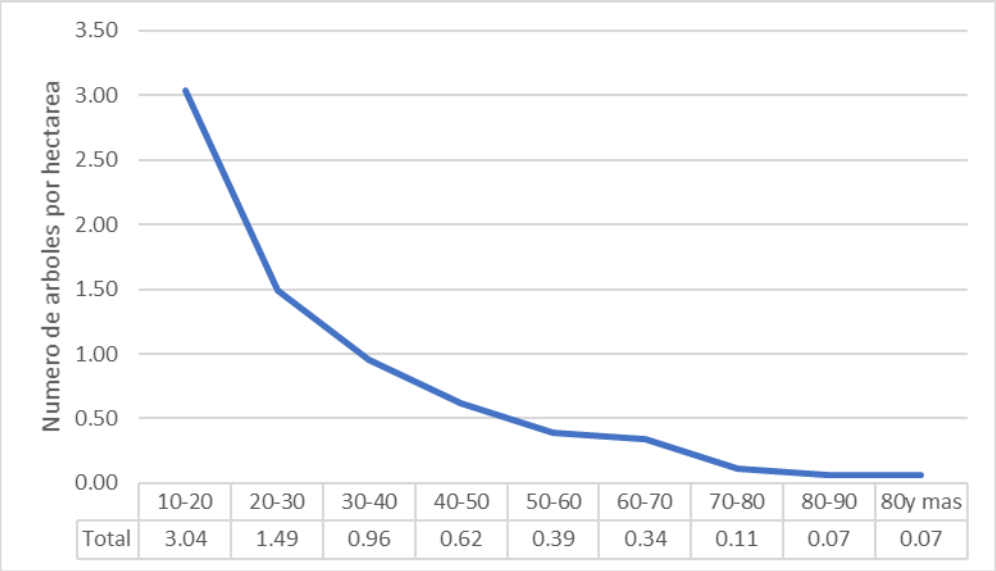


Figura 144. Distribución diamétrica de la abundancia total para la especie *Vochysia ferruginea*, según información procedente del INF, PMF y PPM.

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

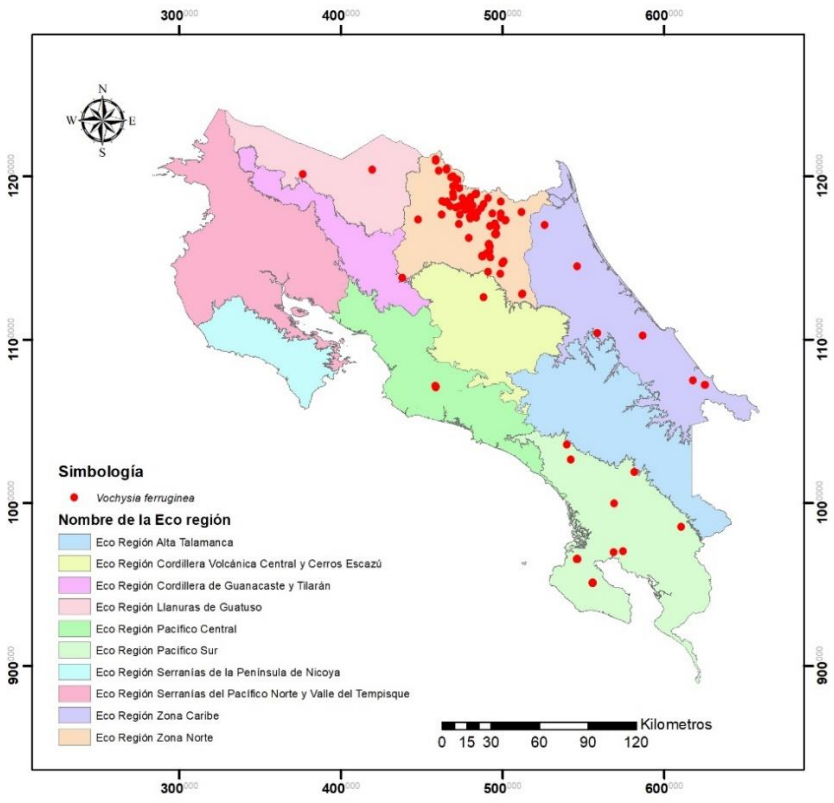


Figura 145. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Vochysia ferruginea.*

4.2.50 Vochysia guatemalensis Donn. Sm.

Nombres vernáculos: Chancho, cebo, barbachele, barbaschele, botarrama, chancho 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, pero sumando el área de las zonas forestales donde se presenta esta especie es de 825,560.4 ha. Algunas de las características ecológicas que se le atribuyen son:

Sistema de reproducción: Especie monoica, con flores hermafroditas (monoclino-monoicas) (UICN, 2018).

Polinización: Abejas (*Bombus*) y mariposas (*Riodinidae*).

Modo de dispersión de semillas: Anemócora.

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

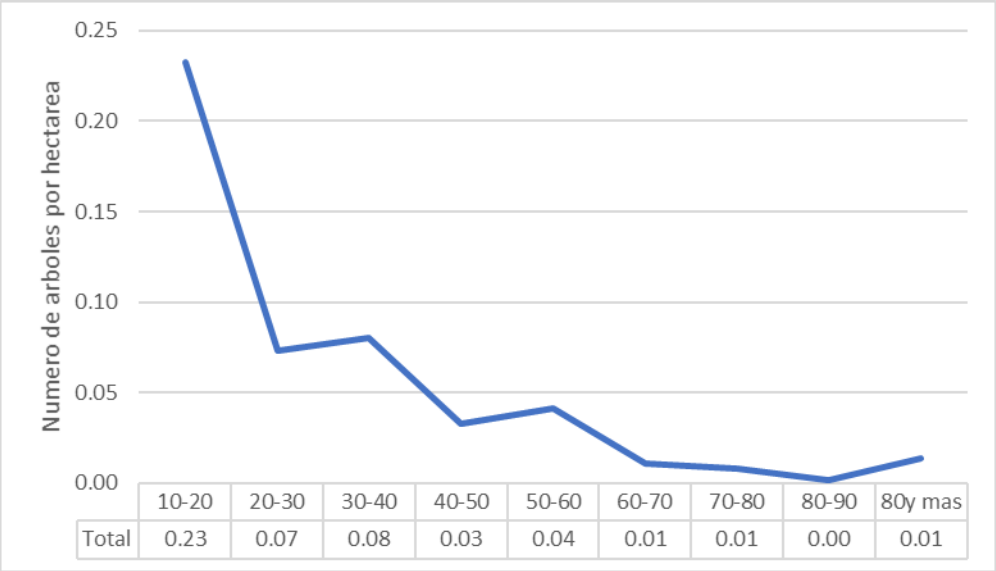
Cuadro 124. Abundancia total de la especie *Vochysia guatemalensis* y su área de distribución, según las Ecorregiones donde fue registrada.

Nombre científico	Abundancia (N/ha) con dap >10 cm	Área de distribución de bosques (ha)	Valor total estimado de la población (dap>30 cm)
Vochysia guatemalensis	0.50	825,560.4	**35,877**

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.



	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	80y mas
Total	0.23	0.07	0.08	0.03	0.04	0.01	0.01	0.00	0.01

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.

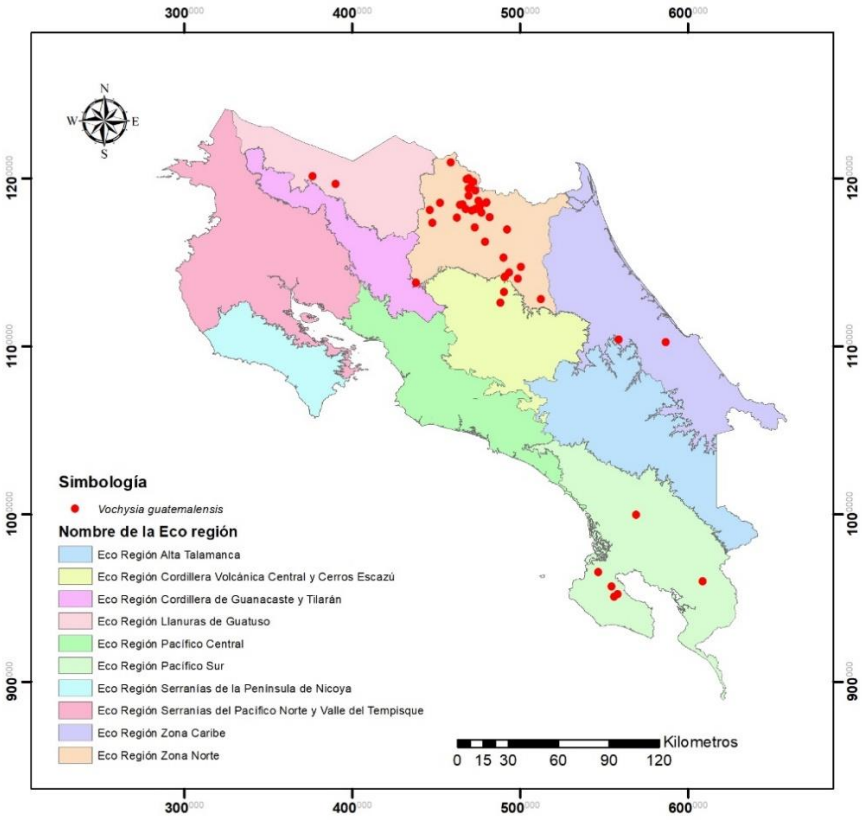


Figura 147. Mapa de Ecorregiones con la ubicación de las parcelas donde se identificó la especie *Vochysia guatemalensis.*

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 (CITIES) 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 *ET AL.* (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
TOTAL[10]	**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 *et al.* (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)
Anthodiscus chocoensis	SI	No incluida	0	0	5	5	2,376
Astronium graveolens	SI	31	19	0	53	72	93,478
Brosimum alicastrum	NO	No incluida	14	420	27	461	68,537
Buchenavia tetraphylla	NO	No incluida	1	0	1	2	8,980
Carapa guianensis	NO	No incluida	29	952	365	1.346	301,358
Caryocar costaricense	SI	No incluida	3	3	6	12	67,546
Caryodaphnopsis burgeri	SI	22	0	1	5	6	1,344
Cedrela odorata	SI	25	16	11	15	42	19,340
Cedrela salvadorensis	SI	12	2	0	3	5	58,723
Ceiba pentandra	SI	22	4	37	6	47	15,456
Copaifera aromatica	SI	8	0	11	0	11	621
Copaifera camibar	SI	19	0	0	20	20	60,785
Cordia gerascanthus	SI	9	0	0	4	4	686
Couratari guianensis	SI	17	2	0	40	42	83,526
Couratari scottmorii	SI	15	0	5	1	6	1,055
Dalbergia retusa	SI	43	1	0	5	6	-
Dialium guianense	NO	No incluida	10	1.61	312	1.932	275,326
Dipteryx panamensis	SI	19	1	422	111	534	129,703
Dussia macroprophyllata	SI	14	5	224	131	360	67,339
Elaeoluma glabrescens	SI	24	1	387	198	586	121,044
Guaiacum sanctum	SI	27	0	0	0	0	-
Humiriastrum diguense	SI	42	0	50	48	98	30,229
Hyeronima alchorneoides	NO	No incluida	12	118	47	177	54,576
Hymenolobium mesoamericanum	SI	9	0	21	10	31	4,989
Manilkara chicle	NO	No incluida	17	107	101	225	53,033
Manilkara zapota	NO	No incluida	0	6	19	25	14,105
Minquartia guianensis	SI	42	5	250	290	545	64,749
Myroxylon balsamum	SI	8	0	0	0	0	-
Paramachaerium gruberi	SI	5	0	0	0	0	-
Parkia pendula	SI	13	0	0	0	0	-

Peltogyne purpurea	SI	21	1	0	69	70	**166,425**
Pentaclethra macroloba	NO	No incluida	37	5.611	4.463	10.111	**5,618,439**
Platymiscium parviflorum	SI	14	1	2	0	1	**-**
Platymiscium pinnatum	SI	15	0	10	1	11	**356**
Podocarpus costaricensis	SI	7	2	0	0	2	**231,542**
Podocarpus guatemalensis	SI	20	1	14	6	23	**4,953**
Prioria copaifera	SI	22	97	0	0	97	**556,964**
Qualea paraensis	SI	No incluida	0	701	151	852	**74,531**
Ruptiliocarpon caracolito	SI	34	6	44	25	75	**15,167**
Sacoglottis trichogyna	SI	24	0	202	107	309	**72,326**
Sideroxylon capiri	SI	40	3	37	12	52	**16,574**
Swietenia macrophylla	SI	32	4	0	9	13	**32,201**
Tachigali costaricensis	SI	13	6	207	38	251	**46,875**
Tachigali versicolor	SI	17	0	3	18	21	**25,056**
Terminalia amazonia	SI	24	8	204	84	296	**72,965**
Vantanea occidentalis	NO	No incluida	1	95	31	127	**35,426**
Vatairea lundellii	SI	10	0	304	59	363	**71,971**
Virola sebifera	NO	No incluida	39	120	524	683	**112,625**
Vochysia ferruginea	NO	No incluida	30	1.711	591	2.332	**487,791**
Vochysia guatemalensis	NO	No incluida	5	150	25	180	**35,877**
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 *et al.* (2005)	Ne > 500 Frankham, *et al.* (2002)
Anthodiscus chocoensis	Si		Especie en Peligro de Extinción			SI
Astronium graveolens			Especie amenazada		En Peligro	SI
Brosimum alicastrum						SI
Buchenavia tetraphylla						SI
Carapa guianensis						SI
Caryocar costarricense				APENDICE II		SI
Caryodaphnopsis burgeri	Si		Especie en Peligro de Extinción, Endémica.		En Peligro Critico	SI
Cedrela odorata		VULNERABLE	Especie amenazada	APENDICE III	Vulnerable	SI
Cedrela salvadorensis	Si		Especie en Peligro de Extinción		En Peligro Critico	SI
Ceiba pentandra					Vulnerable	SI
Copaifera aromatica			Especie amenazada con alto grado de pasar a la categoría de peligro de extinción		En Peligro	SI
Copaifera camibar	Si		Especie en Peligro de Extinción		En Peligro Critico	SI
Cordia gerascanthus	Si		Especie en Peligro de Extinción		En Peligro Critico	SI
Couratari guianensis			Especie amenazada		En Peligro	SI
Couratari scottmorii	Si		Especie en Peligro de Extinción		En Peligro Critico	SI

Dalbergia retusa		VULNERABLE	Especie en Peligro de Extinción	APENDICE II	En Peligro	NO
Dialium guianense						SI
Dipteryx panamensis				APENDICE III	Vulnerable	SI
Dussia macroprophyllata			Especie amenazada		Vulnerable	SI
Elaeoluma glabrescens					Vulnerable	SI
Guaiacum sanctum	Si	EN PELIGRO	Especie en Peligro de Extinción	APENDICE II	En Peligro Critico	NO
Humiriastrum diguense			Especie amenazada		Vulnerable	SI
Hyeronima alchorneoides						SI
Hymenolobium mesoamericanum	Si		Especie en Peligro de Extinción		En Peligro Critico	SI
Manilkara chicle						SI
Manilkara zapota						SI
Minquartia guianensis		CASI AMENAZADA	Especie amenazada		Vulnerable	SI
Myroxylon balsamum	Si		Especie en Peligro de Extinción		En Peligro Critico	NO
Paramachaerium gruberi	Si		Especie en Peligro de Extinción		En Peligro Critico	NO
Parkia pendula	Si		Especie en Peligro de Extinción		En Peligro	NO
Peltogyne purpurea			Especie amenazada		Vulnerable	SI
Pentaclethra macroloba						SI
Platymiscium parviflorum	Si				En Peligro Critico	NO
Platymiscium pinnatum	Si	PREOCUPACION MENOR	Especie en Peligro de Extinción		En Peligro Critico	SI<1000
Podocarpus costaricensis	Si				En Peligro Critico	SI
Podocarpus guatemalensis	Si	PREOCUPACION MENOR			En Peligro Critico	SI
Prioria copaifera		VULNERABLE	Especie amenazada		Vulnerable	SI
Qualea paraensis			Especie amenazada			SI
Ruptiliocarpon caracolito					Vulnerable	SI
Sacoglottis trichogyna					Vulnerable	SI
Sideroxylon capiri			Especie amenazada		En Peligro	SI
Swietenia macrophylla	Si	VULNERABLE	Especie en Peligro de Extinción	APENDICE II	En Peligro Critico	SI
Tachigali costaricensis	Si		Especie en Peligro de Extinción, Endémica.		En Peligro	SI
Tachigalia versicolor			Especie amenazada		En Peligro	SI
Terminalia amazonia					Vulnerable	SI
Vantanea occidentalis						SI
Vatairea lundellii					Vulnerable	SI
Virola sebifera						SI
Vochysia ferruginea						SI
Vochysia guatemalensis						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. Cómo 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. 25700-MINAE	7	12
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).

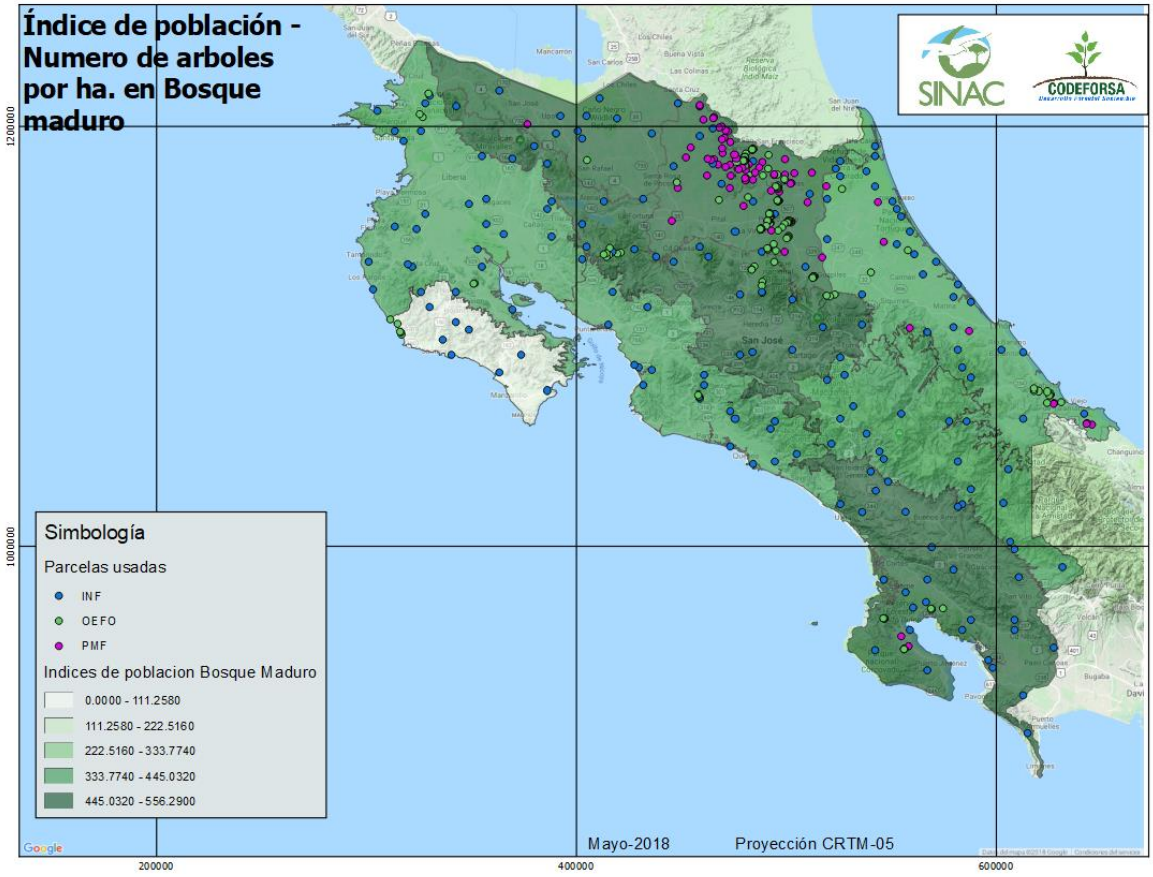


Figura 148. Mapa de Índice del estado Poblacional, en árboles por hectárea, para el estrato de Bosque Maduro.

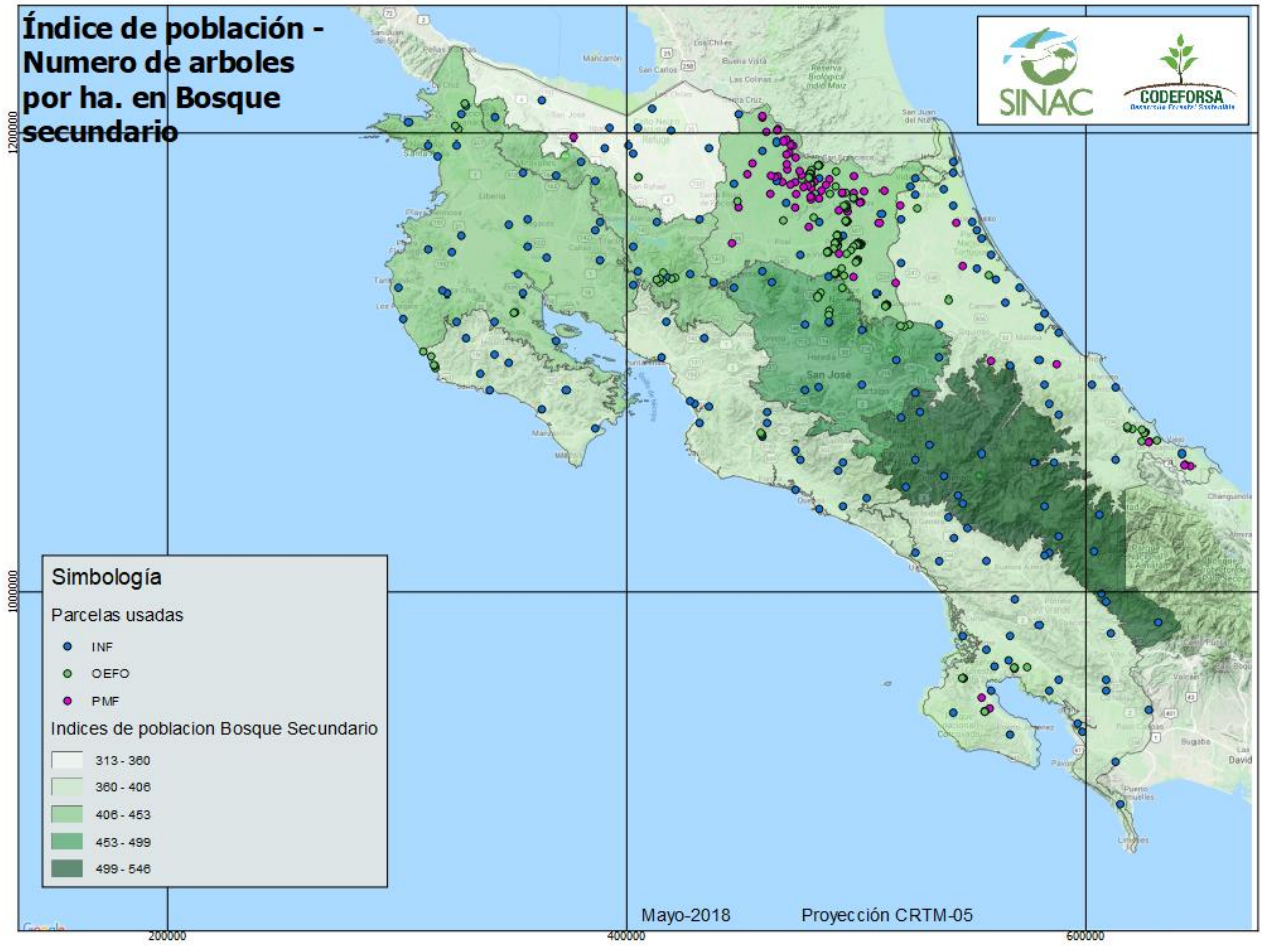


Figura 149. **Mapa de Índice del estado Poblacional, en árboles por hectárea, para el estrato de Bosque Secundario.**

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 tiene 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 Pacifico 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.

$$D_{B\text{-}P} = 1 - (N_{máx} / N)$$

En donde:

$D_{B\text{-}P}$: 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.

$$D_s = 1 - (\Sigma Si = 1\ ni\ (ni - 1) / N\ (N - 1))$$

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.

$$H' = -\Sigma\ S * (pi * \ln(pi))$$

En donde:

H': diversidad de Shannon – Wiener.

S: número de especies (la riqueza de especies).

pi: proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): ni\ 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 loa 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, siento la Ecorregión 111.Zona Norte, la que presentó el valor más alto seguida por la Ecorregiones 109. Zona Caribe y 108. Pacifico 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. Pacifico 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 a 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:

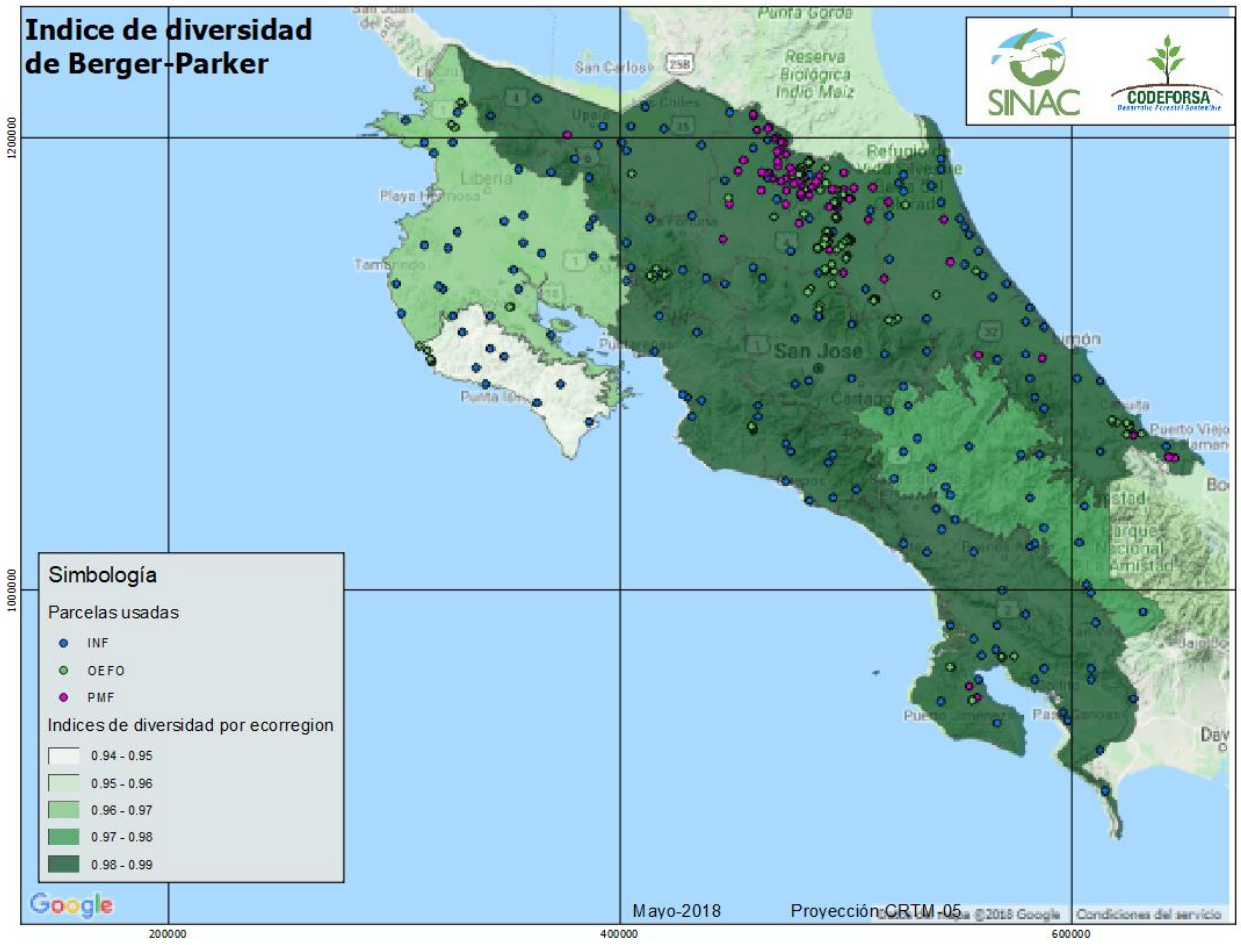


Figura 150. **Mapa de Índice de Diversidad Berger - Parker.**

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.

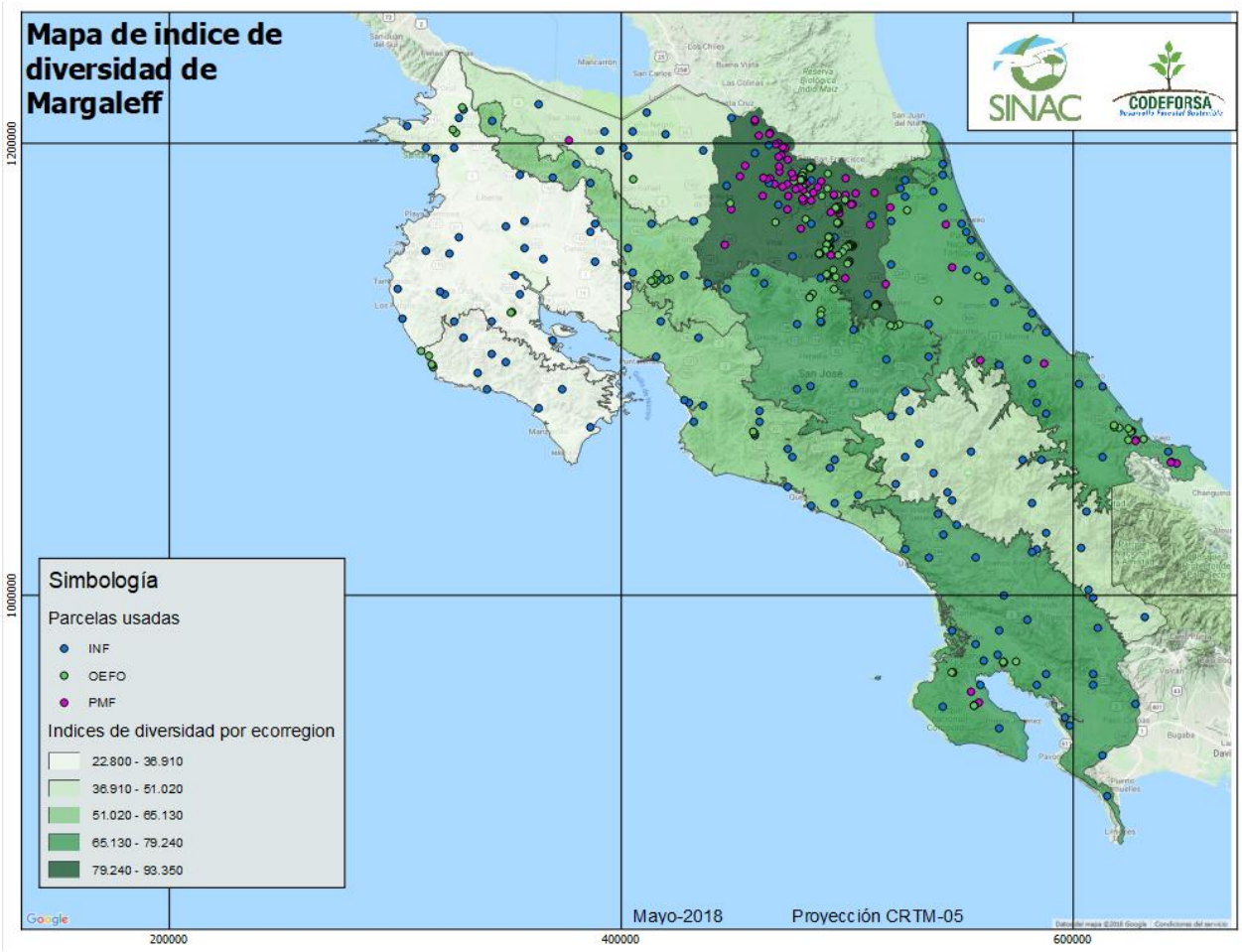


Figura 151. **Mapa de Índice de Diversidad de Margaleff.**

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.

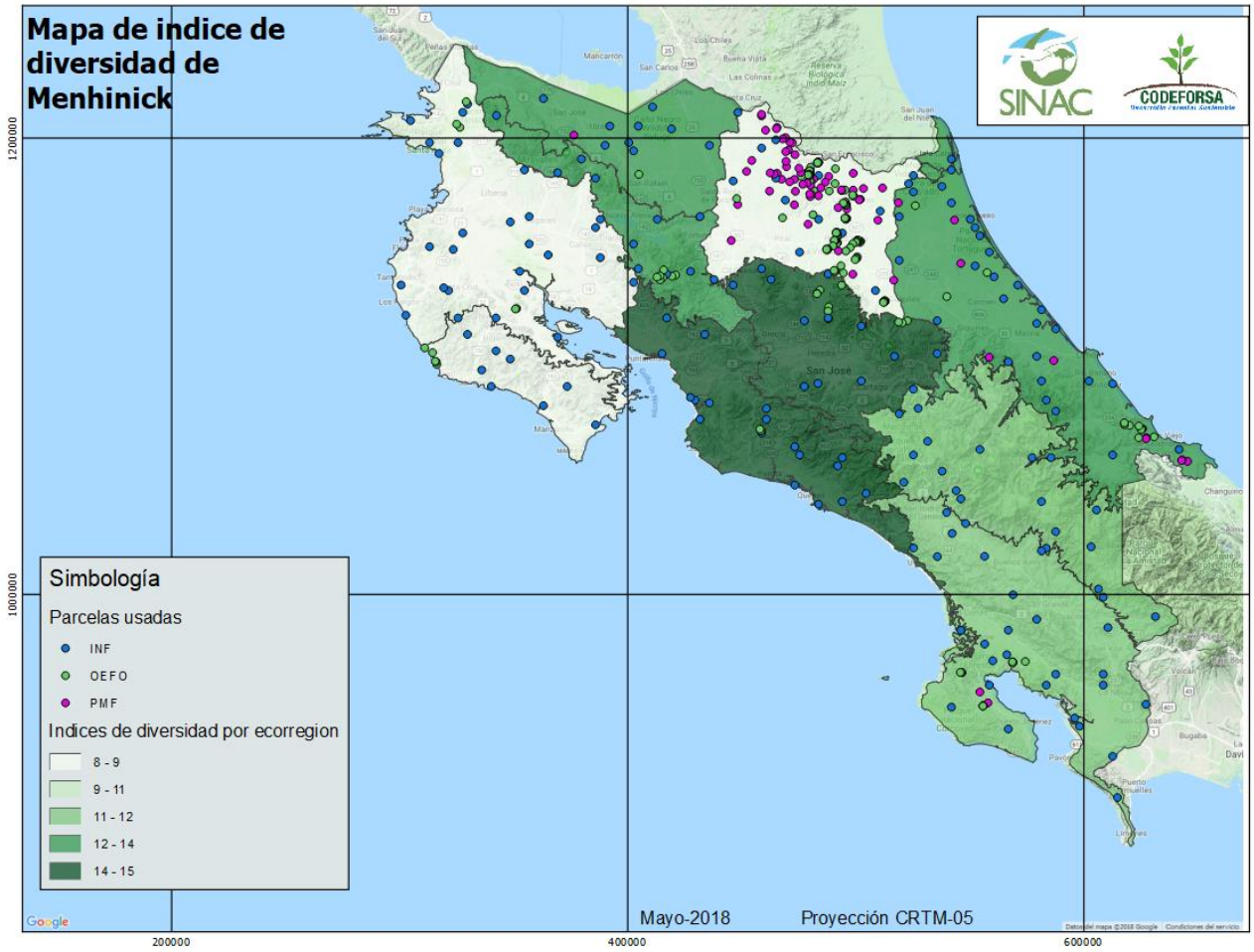


Figura 152. **Mapa de Índice de Diversidad de Menhinick.**

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.

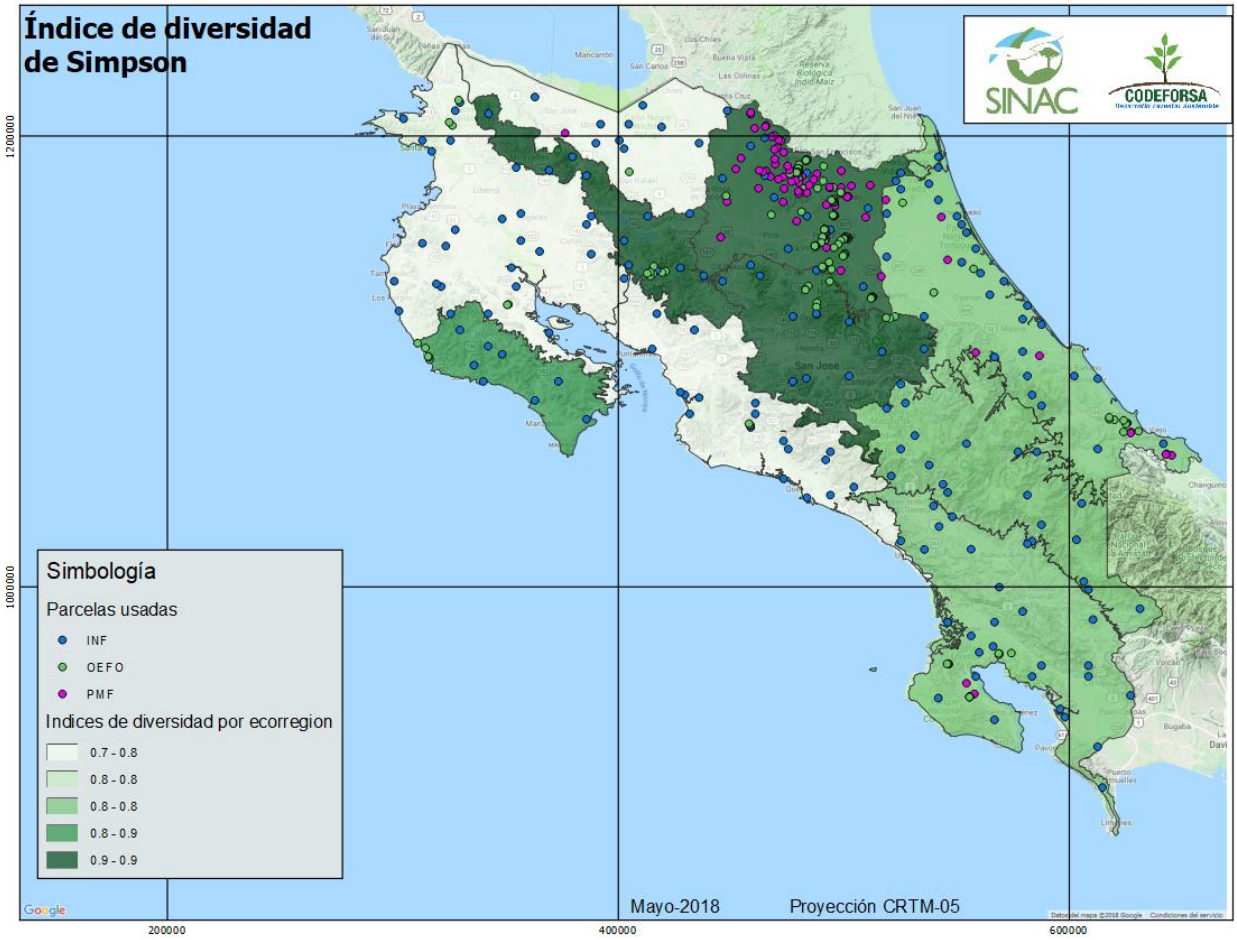


Figura 153. **Mapa de Índice de Diversidad de Simpson.**

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.

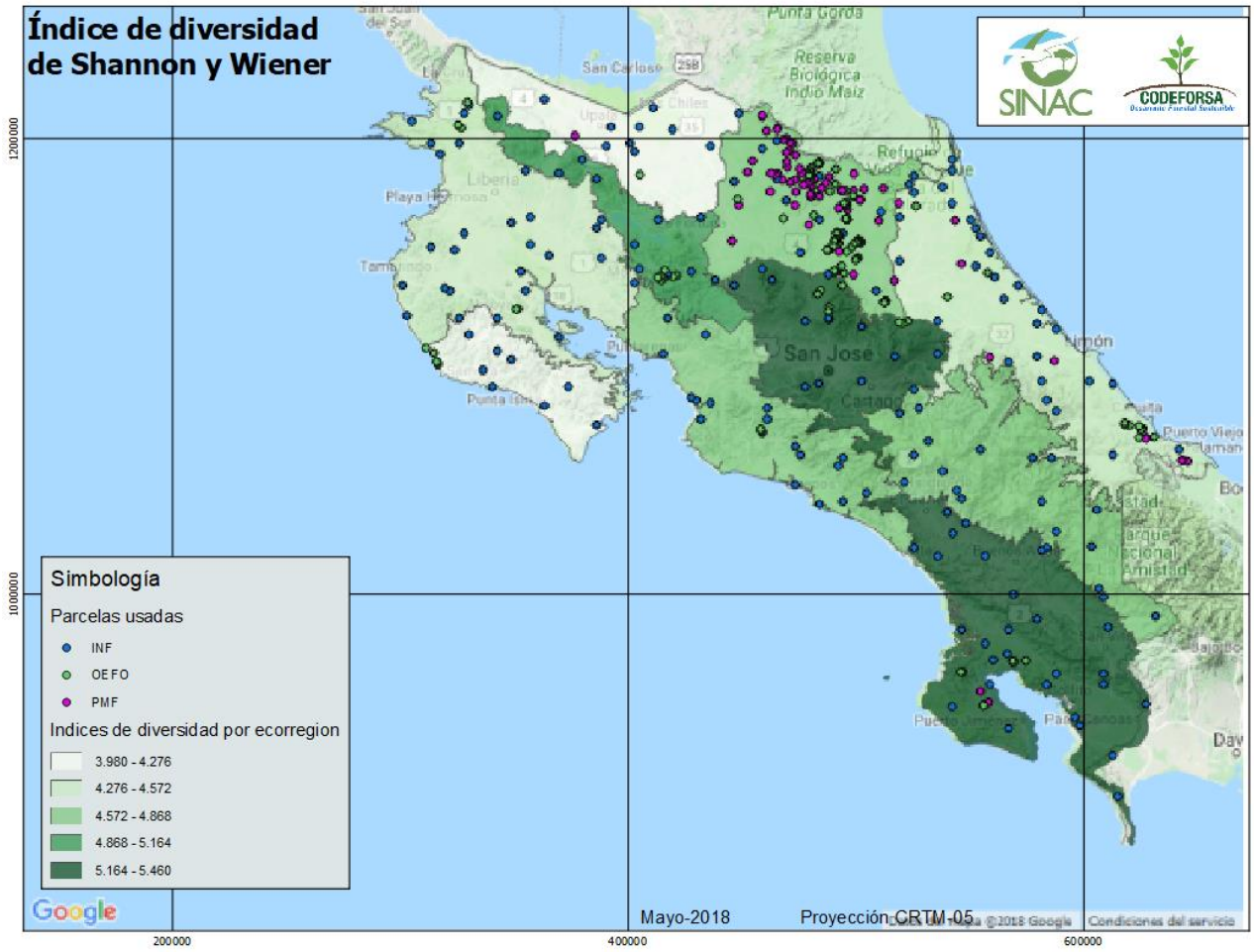


Figura 154. **Mapa de Índice de Diversidad de Shannon y Wiener.**

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:

8. 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
9. La diferencia en la cantidad de parcelas utilizadas por Ecorregión.
10. 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 esta consultoría 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 conversación, se propone usar un valor de población efectiva (Ne) que según (Frankham *et al.,* 2002), Población Efectiva (Ne) es una población mínima de 50 individuos no emparentados para asegurar la existencia de la especie y que la (Ne) 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 Practicas, 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 correspondiente al Código de Practicas, 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	
Anthodiscus chocoensis					0.132						0.132
Astronium graveolens	2.093	0.103	0.103		0.206						2.505
Brosimum alicastrum	0.237		0.113		0.063	0.314		0.613	0.092		1.432
Buchenavia tetraphylla			0.182		0.018						0.200
Carapa guianensis		0.132	0.061		0.241	1.327	0.044	1.675	0.244	0.005	3.727
Caryocar costaricense					0.407	0.011					0.418
Caryodaphnopsis burgeri			0.004		0.015			0.005			0.024
Cedrela odorata	0.107		0.003	0.027	0.080	0.021		0.232	0.027		0.497
Cedrela salvadorensis	0.071	0.476									0.548
Ceiba pentandra	0.027	0.027	0.030		0.007	0.033		0.086	0.003		0.214
Copaifera aromatica								0.002	0.020		0.022
Copaifera camibar					0.526						0.526
Cordia gerascanthus	0.138										0.138
Couratari guianensis			0.364		0.727						1.091
Couratari scottmorii					0.011	0.020					0.031
Dalbergia retusa	0.517										0.517
Dialium guianense	0.036		0.007		0.140			3.641	0.100		3.925
Dipteryx panamensis						0.004		1.691			1.695
Dussia macroprophyllata			0.003	0.026	0.101	0.117	0.028	0.704	0.023	0.013	1.015
Elaeoluma glabrescens				0.031	0.125	0.004		1.950	0.003		2.112
Humiriastrum diguense					0.093	0.121		0.149			0.363
Hyeronima alchorneoides			0.041	0.027	0.185	0.140	0.054	0.384	0.028		0.860
Hymenolobium mesoamericanum								0.182	0.004		0.187
Manilkara chicle	0.772					0.115	0.031	0.103	0.001		1.022
Manilkara zapota					0.053			0.116			0.169
Minquartia guianensis	0.025	0.051	0.025		0.046	0.120	0.068	1.272	0.015		1.623
Peltogyne purpurea			0.200		1.236						1.436
Pentaclethra macroloba						8.814		40.272			49.087
Platymiscium parviflorum	0.345										0.345
Platymiscium pinnatum								0.057			0.057
Podocarpus costaricensis				1.053							1.053
Podocarpus guatemalensis				0.526	0.004			0.071			0.601
Prioria copaifera			0.290			13.768					14.058
Qualea paraensis					0.008	0.049		2.413			2.469
Ruptiliocarpon caracolito		0.030			0.066	0.095	0.060	0.062			0.312
Sacoglottis trichogyna						0.062		1.066			1.128
Sideroxylon capiri	0.117						0.037	0.107	0.007		0.268
Swietenia macrophylla	0.492	0.169	0.169								0.831
Tachigali costaricensis			0.032			0.003	0.021	0.639	0.053		0.749
Tachigali versicolor			0.036		0.358						0.395
Terminalia amazonia			0.060		0.127	0.029	0.028	0.697	0.001		0.942
Vantanea occidentalis				0.040			0.008	0.393			0.441
Vatairea lundellii								1.241			1.241
Virola sebifera		0.030	0.059		0.828	0.128		3.292	0.071		4.408
Vochysia ferruginea			0.046		0.989	0.007	0.009	5.882	0.144		7.077
Vochysia guatemalensis					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 seleccionada, datos por Ecorregión.

Especie	Ecorregión Forestal										Total
	101	102	105	106	108	109	110	111	112	113	
Anthodiscus chocoensis	-	-	-	-	2,376	-	-	-	-	-	2,376
Astronium graveolens	80,867	12,611	-	-	-	-	-	-	-	-	93,478
Brosimum alicastrum	21,816	-	2,406	-	3,174	17,537	-	22,359	1,246	-	68,537
Buchenavia tetraphylla	-	-	8,980	-	-	-	-	-	-	-	8,980
Carapa guianensis	-	9,657	1,300	-	19,221	149,933	4,089	112,463	4,297	399	301,358
Caryocar costaricense	-	-	-	-	67,546	-	-	-	-	-	67,546
Caryodaphnopsis burgeri	-	-	-	-	1,344	-	-	-	-	-	1,344
Cedrela odorata	6,141	-	132	-	3,995	480	-	8,591	-	-	19,340
Cedrela salvadorensis	473	58,250	-	-	-	-	-	-	-	-	58,723
Ceiba pentandra	-	-	260	-	354	6,732	-	8,110	-	-	15,456
Copaifera aromatica	-	-	-	-	-	-	-	120	502	-	621
Copaifera camibar	-	-	-	-	60,785	-	-	-	-	-	60,785
Cordia gerascanthus	686	-	-	-	-	-	-	-	-	-	686
Couratari guianensis	-	-	8,980	-	74,546	-	-	-	-	-	83,526
Couratari scottmorii	-	-	-	-	-	1,055	-	-	-	-	1,055
Dalbergia retusa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dialium guianense	69	-	164	-	15,210	-	-	256,709	3,174	-	275,326
Dipteryx panamensis	-	-	-	-	-	513	-	129,190	-	-	129,703
Dussia macroprophyllata	-	-	128	1,330	15,003	6,286	3,019	40,363	425	785	67,339
Elaeoluma glabrescens	-	-	-	4,226	6,896	-	-	109,923	-	-	121,044
Humiriastrum diguense	-	-	-	-	12,928	6,846	-	10,455	-	-	30,229
Hyeronima alchorneoides	-	-	400	5,945	11,376	14,248	-	22,508	98	-	54,576
Hymenolobium mesoamericanum	-	-	-	-	-	-	-	4,989	-	-	4,989
Manilkara chicle	37,292	-	-	-	-	8,583	-	7,045	112	-	53,033
Manilkara zapota	-	-	-	-	4,312	-	-	9,793	-	-	14,105
Minquartia guianensis	-	-	-	-	6,247	6,914	-	51,023	566	-	64,749
Myroxylon balsamum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Paramachaerium gruberi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Parkia pendula											0
Peltogyne purpurea	-	-	9,878	-	156,547	-	-	-	-	-	166,425
Pentaclethra macroloba	-	-	-	-	-	1,553,617	-	4,064,822	-	-	5,618,439
Platymiscium parviflorum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Platymiscium pinnatum	-	-	-	-	-	-	-	356	-	-	356
Podocarpus costaricensis	-	-	-	231,542	-	-	-	-	-	-	231,542
Podocarpus guatemalensis	-	-	-	-	249	-	-	4,705	-	-	4,953
Prioria copaifera	-	-	-	-	-	556,964	-	-	-	-	556,964
Qualea paraensis	-	-	-	-	-	2,369	-	72,162	-	-	74,531
Ruptiliocarpon caracolito	-	-	-	-	1,267	11,368	-	2,532	-	-	15,167
Sacoglottis trichogyna	-	-	-	-	-	11,922	-	60,404	-	-	72,326
Sideroxylon capiri	15,488	-	-	-	-	-	-	1,086	-	-	16,574
Swietenia macrophylla	32,201	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32,201
Tachigali costaricensis	-	-	1,361	-	-	-	1,241	43,365	908	-	46,875
Tachigali versicolor	-	-	898	-	24,159	-	-	-	-	-	25,056
Terminalia amazonia	-	-	704	-	6,497	5,028	3,320	57,313	104	-	72,965
Vantanea occidentalis	-	-	-	-	-	-	-	35,426	-	-	35,426
Vatairea lundellii	-	-	-	-	-	-	-	71,971	-	-	71,971
Virola sebifera	-	3,619	438	-	22,545	4,873	-	81,150	-	-	112,625
Vochysia ferruginea	-	-	2,111	-	100,733	348	-	380,135	4,465	-	487,791
Vochysia guatemalensis	-	-	-	-	12,052	4,835	2,326	16,555	109	-	35,877

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 Áreas Silvestres Protegidas (ASP):
En el Cuadro 133, se muestra por especie la proporción de individuos registrados en el INF, PPM y PMF, ubicados en Áreas 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 Áreas Silvestres Protegidas

Especie	PN, RB, ZP, HH y otras	RF y RVS	Total en ASP	Fuera de ASP	Total	Decreto 25700-MINAE
Anthodiscus chocoensis	0.0%	100%	**100%**	0.0%	100.0%	**Vedada**
Astronium graveolens	73.6%	0%	**22%**	78.2%	100.0%	
Brosimum alicastrum	3.7%	20%	**20%**	80.1%	100.0%	
Buchenavia tetraphylla	0.0%	100%	**100%**	0.0%	100.0%	
Carapa guianensis	2.7%	33%	**35%**	64.7%	100.0%	
Caryocar costaricense	0.0%	67%	**18%**	81.5%	100.0%	
Caryodaphnopsis burgeri	16.7%	83%	**100%**	0.0%	100.0%	**Vedada**
Cedrela odorata	31.0%	10%	**14%**	85.9%	100.0%	
Cedrela fissilis	0.0%	0.0%	**0%**	0.0%	0.0%	**Vedada**
Cedrela salvadorensis	60.0%	0%	**13%**	87.0%	100.0%	**Vedada**
Ceiba pentandra	2.1%	19%	**9%**	91.5%	100.0%	
Copaifera aromatica	0.0%	0%	**0%**	100.0%	100.0%	
Copaifera camibar	0.0%	100%	**100%**	0.0%	100.0%	**Vedada**
Cordia gerascanthus	100.0%	0%	**100%**	0.0%	100.0%	**Vedada**
Couratari guianensis	0.0%	100%	**100%**	0.0%	100.0%	
Couratari scottmorii	0.0%	17%	**35%**	64.7%	100.0%	**Vedada**
Dalbergia retusa	83.3%	0%	**33%**	66.7%	100.0%	
Dialium guianense	0.7%	37%	**52%**	47.9%	100.0%	
Dipteryx panamensis	0.0%	55.1%	**58%**	41.6%	100.0%	**Restringida**
Dussia macroprophyllata	6.9%	46.4%	**51%**	49.4%	100.0%	
Elaeoluma glabrescens	1.4%	72.9%	**72%**	28.1%	100.0%	
Guaiacum sanctum	0.0%	0.0%	**0%**	0.0%	0.0%	**Vedada**
Humiriastrum diguense	0.0%	45.9%	**42%**	58.2%	100.0%	
Hyeronima alchorneoides	4.5%	34.5%	**27%**	73.5%	100.0%	
Hymenolobium mesoamericanum	3.2%	35.5%	**27%**	73.1%	100.0%	**Vedada**
Manilkara chicle	48.0%	27.1%	**61%**	39.3%	100.0%	
Manilkara zapota	0.0%	76%	**90%**	10.4%	100.0%	
Minquartia guianensis	6.4%	37%	**34%**	66.4%	100.0%	
Myroxylon balsamum	0.0%	0.0%	**0%**	0.0%	0.0%	**Vedada**
Paramachaerium gruberi	0.0%	0.0%	**0%**	0.0%	0.0%	**Vedada**
Parkia pendula	0.0%	0.0%	**0%**	0.0%	0.0%	**Vedada**
Peltogyne purpurea	1.4%	99%	**100%**	0.0%	100.0%	
Pentaclethra macroloba	1.8%	33%	**25%**	75.2%	100.0%	
Platymiscium parviflorum	0.0%	0%	**0%**	100.0%	100.0%	**Vedada**
Platymiscium pinnatum	0.0%	55%	**30%**	69.6%	100.0%	**Vedada**
Podocarpus costaricensis	100.0%	0%	**100%**	0.0%	100.0%	**Vedada**
Podocarpus guatemalensis	4.3%	87%	**93%**	7.1%	100.0%	**Vedada**
Prioria copaifera	7.2%	15%	**23%**	77.3%	100.0%	
Qualea paraensis	0.0%	58%	**68%**	31.5%	100.0%	
Ruptiliocarpon caracolito	2.7%	73%	**55%**	45.5%	100.0%	
Sacoglottis trichogyna	7.4%	38%	**48%**	51.7%	100.0%	
Sideroxylon capiri	25.0%	19%	**43%**	57.3%	100.0%	
Swietenia macrophylla	69.2%	0%	**18%**	81.6%	100.0%	**Vedada**
Tachigali costaricensis	1.2%	30%	**28%**	72.4%	100.0%	**Vedada**
Tachigali versicolor	9.5%	76%	**83%**	17.1%	100.0%	
Terminalia amazonia	3.7%	41%	**41%**	58.6%	100.0%	
Vantanea occidentalis	2.4%	56%	**52%**	47.7%	100.0%	
Vatairea lundellii	0.0%	47%	**64%**	35.8%	100.0%	
Virola sebifera	5.0%	40%	**30%**	69.5%	100.0%	
Vochysia ferruginea	0.3%	57%	**64%**	35.7%	100.0%	
Vochysia guatemalensis	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 critico

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:

Cuadro 134. Categoría asignada según el nivel de riesgo o combinación de los riesgos calculados por especie

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
Anthodiscus chocoensis	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
Astronium graveolens	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
Brosimum alicastrum	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
Buchenavia tetraphylla	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
Carapa guianensis	MEDIO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
Caryocar costaricense	ALTO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MAYOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
Caryodaphnopsis burgeri	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
Cedrela odorata	ALTO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MAYOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
Cedrela fissilis	ALTO	ALTO	BAJO	EN PELIGRO CRITICO	Hacer estudios de hábitat
Cedrela salvadorensis	ALTO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MAYOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
Ceiba pentandra	ALTO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MAYOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
Copaifera aromatica	ALTO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MAYOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
Copaifera camibar	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
Cordia gerascanthus	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
Couratari guianensis	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
Couratari scottmorii	MEDIO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
Dalbergia retusa	MEDIO	ALTO	BAJO	PREOCUPACION MAYOR	Establecer acciones para proteger esta especie debido a su Población
Dialium guianense	BAJO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
Dipteryx panamensis	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
Dussia macroprophyllata	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	

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
Elaeoluma glabrescens	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
Guaiacum sanctum	ALTO	ALTO	BAJO	EN PELIGRO CRITICO	Hacer estudios de hábitat
Humiriastrum diguense	MEDIO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
Hyeronima alchorneoides	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
Hymenolobium mesoamericanum	MEDIO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
Manilkara chicle	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
Manilkara zapota	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
Minquartia guianensis	MEDIO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
Myroxylon balsamum	ALTO	ALTO	BAJO	EN PELIGRO CRITICO	Hacer estudios de hábitat
Paramachaerium gruberi	ALTO	ALTO	BAJO	EN PELIGRO CRITICO	Hacer estudios de hábitat
Parkia pendula	ALTO	ALTO	BAJO	EN PELIGRO CRITICO	Hacer estudios de hábitat
Peltogyne purpurea	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
Pentaclethra macroloba	MEDIO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
Platymiscium parviflorum	ALTO	ALTO	BAJO	EN PELIGRO CRITICO	Hacer estudios de hábitat
Platymiscium pinnatum	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
Podocarpus costaricensis	BAJO	BAJO	ALTO	PREOCUPACION MAYOR	Incorporar criterios técnicos al manejo de esta especie en función de su estrategia de reproducción
Podocarpus guatemalensis	BAJO	BAJO	ALTO	PREOCUPACION MAYOR	Incorporar criterios técnicos al manejo de esta especie en función de su estrategia de reproducción
Prioria copaifera	MEDIO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
Qualea paraensis	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
Ruptiliocarpon caracolito	BAJO	BAJO	ALTO	PREOCUPACION MAYOR	Incorporar criterios técnicos al manejo de esta especie en función de su estrategia de reproducción
Sacoglottis trichogyna	MEDIO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
Sideroxylon capiri	MEDIO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
Swietenia macrophylla	ALTO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MAYOR	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
Tachigali costaricensis	MEDIO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
Tachigali versicolor	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
Terminalia amazonia	MEDIO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
Vantanea occidentalis	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
Vatairea lundellii	BAJO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga
Virola sebifera	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
Vochysia ferruginea	BAJO	BAJO	BAJO	RIESGO MENOR	
Vochysia guatemalensis	MEDIO	BAJO	BAJO	PREOCUPACION MENOR	Hacer estudios de hábitat y recomendar la creación de ASP que la contenga

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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, Vílchez & 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).

12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. 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).
16. 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.
17. 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.
18. 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.
19. 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.
20. 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.
21. 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.
22. 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).

23. 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.
24. 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.
25. 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.
26. 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.
27. 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.
28. 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)
29. 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.
30. 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.
31. De las 3 ZF descritas en la ecorregión 108. Pacifico 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.
32. 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
33. 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.

34. 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.
35. 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).
36. 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%.
37. 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.
38. Autores como Frankham *et al.* (2002) y (Murillo 1992; citado por Jiménez 1999b) mencionan el concepto de población efectiva (Ne), 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 Ne, 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.
39. 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.
40. 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.
41. 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.
42. 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.
43. 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)
44. 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.
45. Se recomienda para las especies con una población estimada cercana a 1000 individuos, tales como *Copaifera aromatica*, *Couratari scottmorii*, *Dalbergia retusa*, *Guaiacum 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.

46. 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 y acciones de conservación y manejo de *D. panamensis* en la Ecorregión 111. Zona Norte.
47. 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.
48. 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.
49. 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.
50. 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.
51. 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.
52. Analizando las tres fuentes de información, se encontraron más cantidad de especies clasificadas con algún grado de amenaza en los estudios de Estrada *et al.* (2005) (**31**) y Jiménez 2009b (**22**).
53. 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.
54. 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: *Guaiacum sanctum*, *Myroxylon balsamum*, *Paramachaerium gruberi* y *Parkia pendula.*
55. 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.

56. 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.

57. 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.

58. 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.

59. 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.

60. 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.

61. 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 descocidos no fueron incluidas para estos cálculos, sin embargo, las especies identificadas a nivel de género si fueron incluidas

62. 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.

63. 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.

64. 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.

65. 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.

66. 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).

67. 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)

68. 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.

69. Se recomienda, dado el estado de conservación PREOCUPACION MAYOR, establecer acciones para proteger la especie *Dalbergia retusa* debido a su tamaño de población.

70. 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

71. 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.

72. 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

73. 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

74. 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

75. 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

76. 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.

77. 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*, *Ruptiliocarpon caracolito.*

78. 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 macroprophyllata*, *Elaeoluma glabrescens*, *Manilkara chicle*, *Manilkara zapota*, *Peltogyne purpurea, Qualea paraensis*, *Tachigali versicolor*, *Vantanea occidentalis*, *Vochysia ferruginea.*

10 BIBLIOGRAFIA.

Abdelnour, A., Aguilar, E., & Valverde, L. (2011). MICROPROPAGACIÓN DE PILÓN (*Hieronyma alchorneoides*). Agronomía Costarricense 35(2): 9-19, 9-19.

ACG-EEFH-UNA-INISEFOR. (2017). Proyecto monitoreo de ecosistemas forestales. Base de datos de parcelas de muestreo permanente. Heredia, Costa Rica. Recuperado el 14 de diciembre de 2017.

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). 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.

CATIE. (2017). Investigación Ecológica a Largo Plazo que el Programa Bosques, Biodiversidad y Cambio Climático. Base de datos de parcelas de muestreo permanente. Datos 1996 2015. Turrialba, Costa Rica. Recuperado el 14 de diciembre de 2017.

CCT-UNA-INISEFOR. (2017). Proyecto monitoreo de ecosistemas forestales. Base de datos de parcelas de muestreo permanente. Heredia, Costa Rica. Recuperado el 14 de diciembre de 2017.

Clarke, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. Austral ecology, 18(1), 117-143 p.

CODEFORSA. (2018). Programa de Monitoreo Forestal. Base de datos de parcelas de muestreo permanente. Datos 1991 2010. San Carlos, Costa Rica. Recuperado el 9 de enero de 2018.

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.

FUNDECOR. (2017). Programa de monitoreo a largo plazo de bosques tropicales de la Zona Norte de Costa Rica. Base de datos de parcelas de muestreo permanente. Datos 1995-2016. San José, Costa Rica. Recuperado el 14 de diciembre de 2017.

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.

Hurtado, J. (2017). Proyecto TEAM NETWORK. Vegetation - Trees & Lianas. Volcán Barva.TEAM-DataPackage-20171212073818_2007. Base de datos de parcelas de muestreo permanentes. Datos 2003 2017. Puerto Viejo de Sarapiquí, Heredia, Costa Rica. Recuperado el 12 de diciembre de 2017Gómez, L. D. (1986). Vegetación y Clima de Costa Rica, Vol. 1. Universidad Estatal A Distancia, San José, Costa Rica. 1. 327 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.

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

Kress, W., & Beach, J. H. (1994). Flowering Plant Reproductive Systems. En L. McDade, K. Bawa, H. Hespenheide, & G. Hartshorn, La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest. La Selva Biological Station. Costa Rica: The University of Chicago Press.

Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Trad. A. Carrillo. Eschborn, GE, GTZ. 335 p.

Lenza, E. D. D. I. E., & Oliveira, P. E. (2006). Biologia reprodutiva e fenologia de *Virola sebifera* Aubl. (Myristicaceae) em mata mesofítica de Uberlândia, MG, Brasil. Revista Brasileira de Botânica, 29(3), 443-451 p.

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.

McDade L., Bawa K., Hespenheide H., & Hartshorn G., La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest. La Selva Biological Station. Costa Rica: The University of Chicago Press.

MINAE. (2 de nov de 1998). Decreto Ejecutivo No. 27388. La Gaceta No.212. San José, Costa Rica.

Ministerio de Ambiente y Enegia de Costa Rica. (2015). Marco conceptual y metodológico para Inventario Nacional Forestal de Costa Rica Vol (4). San José, Cost Rica: Sistema de Áreas de Conservación de Costa Rica.

Morales, J. (2015). Sapotaceae. Manual de Plantas de Costa Rica. Vol. VIII. B.E. Hammel, M.H. Grayum, C. Herrera, N. Zamora (eds.) Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 131: 95-140.

Morales-Salazar, M., Vilchez-Alvarado, B., Chalzdon, 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 America latina y el Caribe. Obtenido de http://www.cinu.or

Noss, RF; O` Connell; Murphy, D. (1997). The science of conservation planning: habitat 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 Poblaciónes 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 Poblaciónes 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 Carcterización de los Recursos Forestales. San José, Cost Rica : Sistemas de Áreas de Conservación (SINAC) Costa Rica.

Rivera, D.; Víquez, H. (2010). Proyecto de Investigación: Evaluación del estado poblaciónal y el comercio de *Cedrela odorata* L. (MELIACEAE) Y *Dalbergia retusa* Hemsl. (FABACEAE) EN COSTA RICA.

Salgado Negret, B. E. (2007). Definición de tipos funcionales de especies arbóreas y caracterización de su respuesta a diferentes intensidades de perturbación en un bosque muy húmedo tropical mesoamericano (No. Thesis S164d). CATIE, Turrialba (Costa Rica). 151 p.

Sesnie, S. (2006). A geospatial data integration framework for mapping and monitoring tropical landscape diversity in Costa Rica's San Juan-La Selva biological coridor. 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 premuestreo 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.

TEC-EIFO. (2017). Proyecto monitoreo de ecosistemas forestales. Base de datos de parcelas de muestreo permanente. Heredia, Costa Rica. Recuperado el 14 de diciembre de 2017.

Toledo, M., Villegas, Z., & Justiniano, J. (2007). Ecología y silvicultura de especies menos conocidas: cambará macho, *Qualea paraensis* Ducke Vochysiaceae (No. 634.97382 T649). Instituto Boliviano de Investigación Forestal, Santa Cruz (Bolivia).

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, Jyvaskyla, 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 Naturáleza.

UICN. (22 de 05 de 2018). Especies para la restauración. Obtenido de *Myroxylon balsamum* (L.) Harms: http://www.especiesrestauracion-uicn.org/especies.php

UNA-INISEFOR. (2017). Proyecto monitoreo de ecosistemas forestales. Base de datos de parcelas de muestreo permanente. Heredia, Costa Rica. Recuperado el 14 de diciembre de 2017.

Vílchez, 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, N. (2008). Revista Recursos Naturales y Ambiente. No. 54, CATIE. Pag. 14-20.

Zamora, N., Hammel, B., & Grayum, M. (2004). Manual de Plantas de Cost Rica. vol (1) . Missouri: Missouri Botanical Garden.