

# INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA



## ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL



### *Proyecto de investigación*

*Dinámica de los bosques del Parque Nacional Isla del Coco, Área de Conservación Marina Isla del Coco.*

*Michael Antonio Porras Jiménez.*



*Cartago, Septiembre 2012.*

# INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA



## ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL



### *Proyecto de investigación*

*Dinámica de los bosques del Parque Nacional Isla del Coco, Área de Conservación Marina Isla del Coco.*

*Michael Antonio Porras Jiménez.*



*Cartago, Septiembre 2012.*

# **Acreditación**

## *Dinámica de los bosques del Parque Nacional Isla del Coco, Área de Conservación Marina Isla del Coco.*

Informe Presentado a la Escuela de Ingeniería Forestal del  
Instituto Tecnológico de Costa Rica como requisito para optar al título de  
Licenciatura en Ingeniería Forestal

### Miembros del tribunal

---

Lic. Marvin Castillo Ugalde  
Profesor. Tutor.

---

Dr. Ruperto Quesada Monge  
Profesor. Lector.

---

Lic. Luis Guillermo Acosta Vargas  
Consultor. ITCR

---

Lic. Esteban Herrera  
Programa de manejo ACMIC. Lector.

---

Michael Antonio Porras Jiménez  
Estudiante

## RESUMEN

M. Antonio Porras J. <sup>1</sup>

En Costa Rica las instituciones relacionadas al campo forestal, mantienen en marcha un proyecto denominado “Red nacional de parcelas permanentes de muestreo y monitoreo de ecosistemas forestales”, que genera información científica, sobre el comportamiento de los bosques en forma periódica, como herramienta para su manejo y conservación. El presente trabajo de investigación, ha sido respaldado por la Escuela de Ingeniería Forestal (EIFO), y el Área de Conservación Marina Isla del Coco (ACMIC), en concordancia con dicha red y en correlación con los objetivos del Parque Nacional Isla del Coco (PNIC). Esta Isla oceánica costarricense posee condiciones excepcionales en cuanto a diversidad, endemismo y clima, en relación con su tamaño y ha sido reconocida como un laboratorio natural para el estudio de los procesos ecológicos y evolutivos. Se estudio la dinámica poblacional de dos comunidades boscosas de la Isla, inmersas en un ecosistema único de gran importancia, reconocida internacionalmente como patrimonio de la humanidad. Se ha consolidado un sistema de monitoreo de los ecosistemas forestales más representativos de la Isla, catorce parcelas permanentes de muestreo (PPM), que permiten una estratificación vertical con al menos dos parcelas por cada franja de 100msnm. Se reportan un total de 24 especies en un área muestreada de 3,5 ha, el total de individuos de la muestra es 3728, el área basal encontrada para toda la muestra es del orden de 21,37 m<sup>2</sup>/ha. En el bosque pre montano entre 0 y 300 msnm se analizó la dinámica de crecimiento encontrándose una tasa de recambio anual de 0,83%, mientras que en el bosque nuboso entre los 300 y 600 msnm se caracterizo la estructura y composición florística encontrándose un bajo grado de disturbio. Además para la muestra total se compararon las poblaciones por piso altitudinal encontrándose diferencias significativas únicamente a partir de los 300 msnm. Para la estructura poblacional de ambos bosques en la gradiente altitudinal, la especie *Cyathea alfoniana* representa un factor de diferenciación, mientras que la especie *Sacoglottis holdridgei* representa un factor de similitud.

**Palabras claves:** parcelas permanentes, isla oceánica, composición florística, endemismo, ecosistemas, monitoreo, patrimonio de la humanidad.

<sup>1</sup> Tesis de licenciatura, Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica, 2006.

## ABSTRACT

*M. Antonio Porras J. <sup>1</sup>*

In Costa Rica the institutions related to forestry, kept up a project called "National network of permanent sample plots and monitoring of forest ecosystems", generating scientific information on the behavior of forest periodically, as a tool for management and conservation. This research has been supported by the School of Forestry (EIFO), and the Cocos Island Marine Conservation Area (ACMIC), consistent with the network and correlate with the conservancy objectives of the Cocos Island National Park (PNIC).

This Costa Rican oceanic island has exceptional conditions for Diversity, endemism and climate in relation to its size and has been recognized as a natural laboratory for the study of ecological and evolutionary processes. They study the population dynamics of two forest communities of the island, immersed in a unique ecosystem of great importance, internationally recognized as world heritage.

It has established a monitoring system of the most representative forest ecosystems of the island, fourteen permanent sample plots (PPM), which allow vertical stratification with at least two plots per strip 100 musl. Reporting a total of 24 species in a total area of 3.5 ha has sampled, the total number of individuals in the sample is found 3728, and the basal area for the entire sample is of the order of 21.37 m<sup>2</sup> / ha. In the premontane forest between 0 and 300 musl was analyzed growth dynamics found annual turnover rate of 0.83%, while in the cloud forest between 300 and 600 musl. was characterized the structure and floristic composition, found a low degree of disturbance. In addition to the total sample populations were compared for significant differences altitude level only from the 300 musl. For the population structure of both forests in the altitudinal gradient, the species *Cyathea alphonsiana* represents a differentiation factor, while the species *Sacoglottis holdridgei* represents a similarity factor.

**Key words:** permanent sample plots, oceanic island, floristic composition, endemism, ecosystem, monitoring, world heritage.

<sup>1</sup>Practice Especially Informer, Forestal Engineering School, Technological Institute of Costa Rica. Cartago, Costa Rica, 2006.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN</b> .....	<b>4</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	<b>11</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>13</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>14</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>15</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>17</b>
OBJETIVO GENERAL.....	17
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>17</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>18</b>
ISLAS OCEÁNICAS .....	18
HISTORIA DE LA ISLA DEL COCO .....	19
FLORA Y FAUNA DE LA ISLA DEL COCO.....	22
DIVERSIDAD DE LOS BOSQUES TROPICALES .....	26
DINÁMICA POBLACIONAL DE LOS BOSQUES TROPICALES .....	29
DINÁMICA DE COMUNIDADES VEGETALES EN ISLAS Y VARIACIÓN POR ALTITUD .....	32
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>35</b>
ÁREA DE ESTUDIO .....	35
<i>Ubicación geográfica</i> .....	35
<i>Aspectos biofísicos</i> .....	36
<i>Estado de conservación PNIC</i> .....	37
DISEÑO EXPERIMENTAL.....	38
<i>Monitoreo del bosque pluvial pre montano</i> .....	40
<i>Caracterización del bosque nuboso</i> .....	40
<i>Análisis de la muestra por gradiente altitudinal y tipo de bosque</i> .....	40
<i>Estandarización de las unidades de muestreo</i> .....	41
<i>Ubicación de unidades de muestreo</i> .....	42
<i>Diseño de unidades de muestreo</i> .....	42
<i>Variables de medición</i> .....	44
EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA DE CRECIMIENTO DEL BOSQUE PLUVIAL .....	45
<i>Variación en la estructura poblacional</i> .....	45
<i>Variación en la composición florística</i> .....	46
ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN BOSQUE NUBOSO .....	47
<i>Estructura vertical</i> .....	47
<i>Estructura horizontal</i> .....	47
<i>Coefficientes e índices indicadores de composición florística</i> .....	49
ANÁLISIS COMPARATIVO POR GRADIENTE ALTITUDINAL .....	51

<i>Comparación de las variables de estructura</i> .....	51
<i>Comparación de las variables de composición florística</i> .....	51
ANÁLISIS DE DATOS.....	51
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>52</b>
FUENTES DE INFORMACIÓN .....	52
<i>Ubicación de las unidades de muestreo</i> .....	52
<i>Descripción de las unidades de muestreo</i> .....	54
MONITOREO DEL BOSQUE PLUVIAL PREMONTANO.....	77
<i>Variación en la estructura poblacional</i> .....	78
<i>Variación en la composición florística</i> .....	85
CARACTERIZACIÓN DEL BOSQUE NUBOSO .....	96
<i>Composición florística</i> .....	98
<i>Estructura horizontal</i> .....	100
<i>Estructura vertical</i> .....	107
<i>Índices de diversidad</i> .....	112
CARACTERIZACIÓN DE ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN POR PISO ALTITUDINAL Y TIPO DE BOSQUE. ....	116
<i>Composición</i> .....	116
<i>Estructura horizontal</i> .....	120
<i>Estructura vertical</i> .....	124
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>127</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>129</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>130</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>138</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de ubicación de la isla del Coco y distancias al continente. Parque Nacional Isla del Coco. 2012. Fuente: IGN (2000).....	22
Figura 2. Diagrama de ubicación de la Isla del Coco en el Océano Pacífico costarricense. Parque Nacional Isla del Coco. 2012. Fuente: IGN (2000).....	36
Figura 3. Mapa de estratificación del bosque de la Isla del Coco. Océano Pacífico Costa Rica. Parque Nacional Isla del Coco. 2012. Fuente: IGN (2000) Atlas digital (2008). .....	39
Figura 4. Modelo idealizado para la demarcación de las Parcelas Permanentes de Muestreo. Parque Nacional Isla del Coco. 2012. Fuente: Autor. ....	43
Figura 5. Mapa de ubicación de catorce parcelas permanentes de muestreo en el parque nacional isla del coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	53
Figura 6. Modelo topográfico de la PPM 1 (Los Tepemechines) en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012. Fuente: Autor.....	55
Figura 7. Modelo topográfico de la PPM 2 (La Hormiga de Fuego) en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012. (léase curva 104 como 72) Fuente: Rivera (2006).....	57
Figura 8. Modelo topográfico de la PPM 3 “La Roca” en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012. (Léase curva 112 como 125) Fuente: Rivera (2006). ....	59
Figura 9. Modelo topográfico de la PPM 4 “Chatam” en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.(Léase curva 104 como 190) Fuente: Rivera (2006). ....	60
Figura 10. Modelo topográfico de la PPM 5 “El Aguacate” en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2006.(Léase curva 108 como 228) Fuente: Rivera (2006).....	62
Figura 11. Modelo topográfico de la PPM 6 “Gygis alba” en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2006. (Léase curva 99 como 249) Fuente: Rivera (2006).....	64
Figura 12. Modelo topográfico de la PPM 7 “La Chanchera” en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2006.(Léase curva 99 como 249) Fuente: Rivera (2006).....	66
Figura 13. Modelo topográfico de la PPM 8 “Los Llanos” en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2006.(Léase curva 181 como 275) Fuente: Rivera (2006).....	67
Figura 14. Modelo topográfico de la PPM 9 “Las Cascadas” en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2006.....	69
Figura 15. Modelo topográfico de la PPM 10 “La zurda” en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2006. ....	70
Figura 16. Modelo topográfico de la PPM 11 “El susto” en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2006. ....	72
Figura 17. Modelo topográfico de la PPM 12 “Buena vista” en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2006.....	73
Figura 18. Modelo topográfico de la PPM 13 “Las lanas” en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2006. ....	75



Figura 19. Modelo topográfico de la PPM 14 “Cielomar” en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2006. ....	76
Figura 20. Mapa de unidades de muestreo monitoreadas para análisis de crecimiento. Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2006.....	77
Figura 21. IPA promedio de los diámetros para la masa remanente en el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco, en el periodo 2006- 2012. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	79
Figura 22. IPA promedio de los diámetros por especie de la masa remanente en el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco, en el periodo 2006-2012. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	80
Figura 23. IPA promedio de los diámetros por categoría de altura para la masa remanente en el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco, en el periodo 2006-2012. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012. ....	81
Figura 24. IPA promedio de área basal para la masa remanente en el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco, en el periodo 2006-2012. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	82
Figura 25. IPA promedio del área basal por especie para la masa remanente en el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco, en el periodo 2006-2012. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	83
Figura 26. IPA promedio del área basal por clase de altura para la masa remanente en el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco, en el periodo 2006- 2012. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012. ....	83
Figura 27. Número de individuos por clase diamétrica para la muestra total en el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco, en el periodo 2006-2012. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	84
Figura 28. Área basal por clase diamétrica para la muestra total en el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco, en el periodo 2006-2012. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	85
Figura 29. Reclutas (a.) y muertos (b.) en el periodo 2006-2012 por categoría diamétrica y por especie para el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	89
Figura 30. Suma de área basal de reclutas (a.) y muertos (b.) en el periodo 2006-2012 por categoría diamétrica para el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012. ....	90
Figura 31. Número de reclutas (a.) y muertos (b.) en el periodo 2006 2012 por clase de altura en el dosel IUFRO para el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	91
Figura 32. Mapa de unidades de muestreo establecidas en el bosque nuboso. Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2006.....	97
Figura 33. Número de especies por gremio ecológico en el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	99
Figura 34. Distribución diamétrica del número de individuos para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	100
Figura 35. Distribución diamétrica del número de individuos (excluyendo el género <i>Cyathea</i> ) para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	101

Figura 36. Distribución diamétrica del número de individuos por especie para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012. ....	103
Figura 37. Distribución diamétrica del área basal de toda la muestra (a) y excluyendo el género <i>Cyathea</i> (b) para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	104
Figura 38. Porcentaje de especies por clase de frecuencia para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	105
Figura 39. Distribución del número de individuos por clase de altura para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	107
Figura 40. Distribución del número de individuos por posición de copa para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012. ....	108
Figura 41. Distribución del número de individuos por forma de copa para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	109
Figura 42. Promedio de altura total por especie para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012. ....	111
Figura 43. Curva de relación especie área para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012. ....	115
Figura 44. Curva de relación especie área para todo el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	119
Figura 45. Análisis de correspondencia del IVI por especie y por parcela para las unidades de muestreo de los bosques del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	122
Figura 46. Análisis Cluster para el IVI por especie y por parcela para los bosques del Parque Nacional Isla del Coco (PNIC). Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	124
Figura 47. Perfil idealizado del bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco (PNIC). Océano Pacífico. Costa Rica. 2012. (1: <i>Sacoglottis holdridgei</i> , 2: <i>Euterpe precatoria</i> , 3: <i>Ocotea insularis</i> , 4: <i>Cecropia pittieri</i> , 5: <i>Henrietella fascicularis</i> , 6: <i>Cyathea alfonsiana</i> ; 7: <i>Ardisia cuspidata</i> ). Dibujó: Julia Garibaldi. Diagramación: Autor .....	125
Figura 48. Perfil idealizado del bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco (PNIC). Océano Pacífico. Costa Rica. 2012. (1: <i>Sacoglottis holdridgei</i> , 2: <i>Miconia dodecandra</i> , 3: <i>Rustia occidentalis</i> , 4: <i>Cyathea alfonsiana</i> ). Dibujó: Julia Garibaldi. Diagramación: Autor .....	126

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Resumen comparativo de las características de algunas islas del Pacífico Oriental Fuente: Rivera (2006).....	34
Cuadro 2. Área e intensidad de muestreo por faja altitudinal. Parque Nacional Isla del Coco. 2012. Fuente: Autor. ....	41
Cuadro 3. Ubicación geográfica de catorce parcelas permanentes de muestreo en el Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	52
Cuadro 4. Lista de especies encontradas en siete parcelas monitoreadas en el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012. .....	86
Cuadro 5. Mortalidad, reclutamiento y recambio en siete parcelas monitoreadas en el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	87
Cuadro 6. Comparación de los índices de Shannon y de riqueza en el periodo 2002-2012 para el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	92
Cuadro 7. Comparación entre los coeficientes de mezcla del periodo 2002-2012 encontrados en siete parcelas monitoreadas en el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	93
Cuadro 8. Comparación de parcelas y coeficiente de afinidad de la abundancia para el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	94
Cuadro 9. Comparación de parcelas y coeficiente de afinidad de la dominancia para el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	95
Cuadro 10. Lista de especies encontradas en las unidades de muestreo del bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	98
Cuadro 11. Abundancia, dominancia, frecuencia e índice de valor de importancia de las especies presentes en el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	106
Cuadro 12. Lista de especies encontradas por estrato en el dosel para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	110
Cuadro 13. Coeficiente de mezcla por parcela para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012. ....	112
Cuadro 14. Índices de diversidad de Shannon y de riqueza por parcela para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012. ....	113
Cuadro 15. Coeficiente de afinidad y comparación entre parcelas del bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	114
Cuadro 16. Lista de especies encontradas en el total de unidades de muestreo de bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	116
Cuadro 17. Lista de especies encontradas según los sitios donde están presentes para el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	117
Cuadro 18. Comparación de índices de diversidad por tipo de bosque y piso altitudinal para los bosques del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012. ....	118

Cuadro 19. Comparación de la abundancia y dominancia por tipo de bosque y por piso altitudinal para los bosques del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.....	120
Cuadro 20. Comportamiento del índice de valor de importancia (IVI) por especie y por parcela en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012. ....	121

## DEDICATORIA



*Por los bosques inspiración infinita.*

*Por la vida revolución del amor.*

*Por la mar que me confronta.*

*Por la Isla que hay después del mar.*

*Isla del sueño claro.*

*A mi familia, extraña alegría de pertenecer.*

*Al barrio donde crecí.*

*Al campo y al bosque de mis abuelos.*

*A esta patria verde y mestiza.*

*A mi madre, alegría de la lucha y el sacrificio.*

*A mi padre, amor al trabajo y al arte.*

## AGRADECIMIENTOS

*A Pacha mamá y Yema ya. A las mujeres y la música.*  
*A Yahveh, Jah, Sibú, fuerza cósmica original.*  
*A mi familia por mantener atizado el fuego de la esperanza.*  
*A mi hermano Arturo Porras y su esposa Daniela López por la alegría y el compromiso.*  
*A mi sobrina Kyara, boleto a la infancia, preguntas por tiburones y árboles.*  
*A mi hermana Elizabeth Porras por su tolerancia y buena memoria.*  
*A mis padres Vianney Jiménez y Rubén Porras por ayudarme a soñar y a creer.*  
*A mi tutor, profesor y amigo Marvin Castillo por sudarse la camisa junto a mí.*  
*A Ruperto Quesada por la claridad de sus aportes como profesor y como amigo.*  
*A Luis Acosta por su amistad inigualable, su calidad humana y su energía en el campo.*  
*A Jacklin Rivera por abrir trocha para la investigación forestal en la Isla.*  
*A todos los profesores (as) y funcionarios(as) de la Escuela de Ingeniería Forestal por hacer de mis años en el TEC una ruta entretenida al conocimiento.*  
*A la EIFO y el TEC por brindarme los recursos y el apoyo logístico.*  
*A el ACMIC por permitir la realización de esta investigación en el PNIC.*  
*A Esteban Herrera, Geiner Golfín, Víctor Acuña, Lucas Campos y Roberto Cubero por su interés en el proyecto, sus aportes en campo y su compromiso con la conservación.*  
*A Dulce Varela, Filander Ávila y Martha por la dedicación y amor en su trabajo.*  
*A todos los funcionarios de ACMIC que me hicieron sentir parte del equipo.*  
*Al señor Guillermo Blanco quien me enseñó a conocer los secretos de la Isla.*  
*A toda la gente de los barcos Okeanos y Argo en su intenso trabajo.*  
*A Mauricio López, Marco Arias y la empresa ICV por creer en mi trabajo.*  
*A Alexandra De Simone, Jaime Martínez y la Casa Cultural Amón por la alegría del teatro.*  
*A Bernal Coto y la Fundación Casa del Indio por darme un espacio y esperanza rebelde.*  
*A las familias Manrow Villalobos, Ortega Rivera y Vila Chaves*  
*Por cederme un cariñoso lugar en sus vidas.*  
*A los amigos y amigas que han caminado a mi lado en la ruta del sueño y el cambio.*

## INTRODUCCIÓN

La Isla del Coco, con cerca de 2400 ha bajo cobertura boscosa, legendarias historias de marineros piratas y balleneros, se encuentra rodeada de hábitats marinos inigualables y forma parte del territorio costarricense desde el año 1869 (Bolívar *et al.* 2000). Desde el año 1978 se encuentra bajo el manejo del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). Es considerada como un excelente laboratorio natural para el estudio de la evolución de las especies, y actualmente genera importantes aportes al país, en el sentido de que conforma un importante atractivo turístico. Pero además, esta área protegida se enfrenta a diversas amenazas sobre sus ecosistemas, que van desde la pesca ilegal hasta la sobrepoblación de especies invasoras (Madriz 2008).

Para el planteamiento de políticas de manejo de la Isla del Coco, es importante contar con información técnica y científica oportuna. De manera que el conjunto de las actividades de manejo, permitan efectivamente, minimizar las amenazas y concretar el compromiso del país con la conservación de este sitio, y en pro de enriquecer el conocimiento científico. Los primeros estudios nacionales datan de 1892 por parte de Anastasio Alfaro y Henry Pittier quienes por primera vez recomiendan proteger la valiosa naturaleza de la Isla del Coco. Las más recientes investigaciones botánicas describen dos principales comunidades vegetales bosque pluvial pre montano y bosque tropical nuboso, sin embargo Trusty *et al.* (2006) proponen siete tipos de comunidades vegetales a saber: orillas de acantilados costeros, bosques de bahía, vegetación riparia, bosque muy húmedo de baja altitud, bosque nublado de altura, vegetación de derrumbes e islotes.

La descripción, caracterización y monitoreo de estas comunidades pueden conformar una herramienta de manejo muy importante para la administración de esta área protegida, en ese sentido, mediante la coordinación entre el ACMIC y la EIFO del ITCR se han llevado a cabo dos proyectos de investigación, uno por parte de Rivera (2006) quien caracterizó los bosques pre montanos con parcelas permanentes de muestreo. Y otro por parte de Zamora (2008) quien caracterizó los bosques de bahía en Chatham y Wafer, mediante transeptos temporales.

Sin embargo hasta ahora, el bosque nuboso de la isla no ha sido caracterizado, y las parcelas antes establecidas en el bosque pre montano no han tenido continuidad de monitoreo, de manera que este proyecto de investigación aporta información sobre la dinámica de crecimiento del bosque pre montano que se encuentra en los pisos basales, y sobre la estructura y composición florística de los bosques nubosos que se pueden encontrar en los cerros que conforman la parte alta de la isla. Contribuyendo así al desarrollo del conocimiento científico sobre la Isla del Coco, con información técnica, esencial para la toma de decisiones sobre la conservación y el manejo de este tesoro nacional.

El principal aporte de la presente investigación, ha sido la consolidación y el aumento de las unidades del sistema de monitoreo por PPM, para una intensidad de muestreo cercana al 0,15% del total de la Isla. Estas parcelas constituyen además la base necesaria, para el planteamiento de investigaciones futuras, en otros temas de interés relativos al manejo, como la captación de carbono por parte de los bosques de la isla y la vulnerabilidad de los mismos ante el cambio climático. En la construcción del conocimiento necesario para esas inferencias científicas, las PPM representan una primera piedra. Así como un nuevo paso concreto hacia la continuidad del trabajo investigativo y científico nacional, en el laboratorio natural más importante del bosque tropical del pacífico centroamericano. Que además genera importantes beneficios al país y a la sociedad costarricense, la cual por tanto, posee el compromiso de conocerlo y preservarlo adecuadamente.



# OBJETIVOS

## Objetivo general

Evaluar la dinámica de los bosques nuboso y pluvial pre montano en el Parque Nacional Isla del Coco (PNIC).

## Objetivos específicos

1. Realizar el monitoreo de las parcelas permanentes de muestreo (PPM) existentes en el bosque pre montano de la Isla del Coco entre 0 y 300 msnm.
2. Evaluar la dinámica de crecimiento del bosque pluvial pre montano de la Isla del Coco.
3. Establecer parcelas permanentes de muestreo (PPM) en el bosque nuboso de la Isla del Coco entre 300 y 600 msnm. que facilite futuras investigaciones y monitoreo de esta comunidad vegetal.
4. Caracterizar la estructura y composición florística del bosque nuboso de la Isla del Coco.
5. Caracterizar el comportamiento de las variables de estructura y composición florística de los bosques de la Isla del Coco a través de su gradiente altitudinal.
6. Desarrollar una base de datos unificada con la información de todas las PPM de la Isla del Coco, y un mapa actualizado de áreas de investigación y muestreo, que facilite el planteamiento de futuros proyectos de investigación en la Isla.

# HIPÓTESIS

Existe una variabilidad en la estructura, composición florística y crecimiento, de los bosques de la Isla del Coco, relacionada directamente con la altura sobre el nivel del mar.

# MARCO TEÓRICO

## Islas Oceánicas

El origen geológico es el factor más determinante en el sistema de clasificación de las islas seguido de las características biológicas propias de estas formaciones. Así desde 1902 El naturalista inglés Alfred Russel Wallace, en su obra “Island life” (1902) clasificó las islas según su origen geológico y sus características biológicas. Define islas oceánicas como “aquellas islas que surgen producto de la actividad volcánica de los fondos marinos, que generalmente se encuentran situadas lejos de los continentes y separadas de éstos por grandes profundidades. La biota de estas islas suele ser singular y está caracterizada por la ausencia de especies carentes de poder de dispersión a larga distancia. En general las islas oceánicas surgen y desaparecen para siempre en lapsos de tiempo del orden de 10 a 20 millones de años” (Fernández-Palacios 2004).

Se ha descrito geológicamente, que el origen de las islas oceánicas puede ser ocasionado por tres tipos de eventos, por la actividad de las dorsales o cordilleras centro-oceánicas, donde se crea la corteza oceánica; por las zonas de subducción, donde la corteza oceánica se hunde bajo la continental; a la actividad de puntos calientes ubicados dentro de placas o combinación de ellos (Fernández-Palacios 2004). El surgimiento de estas y su formación con materiales basálticos indican que inicialmente estuvieron desprovistas de vida por lo que las poblaciones de estas islas surgen según la distancia a la placa continental por efectos de dispersión desde continentes y la capacidad de colonización se da en función de determinadas características geográficas (del entorno de la isla), biológicas (inherentes de las especies) y ecológicas (en cuanto a las comunidades y ecosistemas insulares) (Fernández-Palacios 2004).

La Isla del Coco alcanza una elevación de 3000 metros desde el fondo oceánico y Según estudios realizados por Bellon, *et al.* (1984) citado por Montoya (2007), la edad aproximada de la isla es de 1,91 a 2,44 millones de años. Sus características geomorfológicas indican que se encuentra en una etapa de erosión juvenil, lo que la hace particularmente interesante desde el punto de vista geológico (Bolívar *et al.* 2000). Además

es la única parte emergida de la placa y cordillera submarina de Cocos, la cual se extiende en dirección suroeste de la Península de Osa, Costa Rica y hasta casi el archipiélago de las Islas Galápagos (ACMIC 2007). Esta cordillera está constituida por una serie de volcanes submarinos originados posiblemente por el desplazamiento de un punto caliente o “hot spot” sobre el fondo del océano (Montoya 2001), que son puntos fijos donde columnas de material incandescente proveniente del manto perforan la corteza superior, lo que crea tipos de montañas submarinas, islotes e islas oceánicas (RSN 2007). Como es el caso de las islas Hawaii y otras de Oceanía. Debido a su origen volcánico la Isla del Coco, está constituida básicamente por coladas de lava, diques y depósitos de rocas piroplásticas, basaltos alcalinos con olivino y hornblenda en menor cantidad (RSN 2007).

Es particularmente especial en las islas oceánicas, la presencia de animales y plantas endémicas (organismo que sólo se encuentra en un lugar en el mundo), producto de la evolución en estos territorios aislados y con la ausencia de intercambio de flujos genéticos externos, especialmente continentales (Montoya 2007).

### **Historia de la Isla del Coco**

Algunos guardaparques conocedores de la historia de la Isla, opinan que los más antiguos navíos que visitaron este sitio fueron polinesios quienes grabaron algunas piedras y continuaron su peregrinación oceánica. Aunque esa posibilidad histórica no se descarta, la teoría oficial tiene su origen en relatos escritos del siglo XVI en los que se describe el reclamo de la isla para la corona española en 1526 por el navegante español Joan Cabezas. Apareció por primera vez en los mapas en 1542 apenas 6 años después del descubrimiento del archipiélago de las Islas Galápagos (Bolívar *et al.* 2000).

Localizada en los mapas con escasa precisión, perennemente rodeada de nubes y muy alejada del continente, la isla, durante mucho tiempo fue un sitio tan difícil de encontrar, que solo navegantes muy experimentados la visitaban. Esto la convirtió en refugio ideal de piratas durante los siglos XVII y XVIII que dejaron su huella y sus leyendas en los senderos, las aguas y las cavernas. Además de piratas y capitanes, ingleses y españoles

mayoritariamente, otros visitantes frecuentes de la isla eran marinos en busca de agua, pescadores en camino a importantes bancos de pesca, expediciones científicas y buscadores del tesoro. La Isla del Coco pertenece a Costa Rica desde 1869 y se ha mantenido, de una u otra forma, la presencia humana desde que el gobierno costarricense se posicionó de ella. Estos han sido investigadores, buscadores de tesoros, miembros de la marina, pescadores y guarda parques costarricenses que han visitado regularmente la Isla desde esa época (Bolívar *et al.* 2000).

Ya desde el año 1832, cuando Juan Mora Fernández envió un barco a rescatar un grupo de naufragos chilenos se da presencia costarricense en la isla. La bandera costarricense ondeó por primera vez en la Isla el 15 de setiembre de 1869, cuando la visitó una delegación dirigida por Rafael Oreamuno, quien fuera primer Gobernador de la Isla del Coco. Desde entonces, ha habido expediciones científicas, intentos de colonización, una colonia penal, expediciones de búsquedas de tesoros e intentos similares de mantener una presencia en la Isla del Coco. Todos los intentos de colonización han fracasado (Bolívar *et al.* 2000).

Por su parte, el presidente Rafael Yglesias envió la primera expedición científica a la Isla del Coco en 1898. En la cual participaron Anastasio Alfaro y Henry Pittier a bordo de la emblemática embarcación “Turrialba”. Por primera vez se recomendó proteger la valiosa naturaleza de la Isla del Coco y cerrar la colonia penal. Después de eso, la presencia humana en la Isla del Coco consistió en una Base Naval y, durante la última época, una estación de guarda parques. La Base Naval fue abandonada al tomar posesión el Servicio de Parques Nacionales de este sitio hoy protegido. Con la excepción de los guarda parques, que se turnan para asegurar su protección, la isla se mantiene deshabitada, aunque la visitan regularmente pescadores, científicos y turistas (Bolívar *et al.* 2000).

En 1978, el presidente Rodrigo Carazo declaró la Isla del Coco Parque Nacional y Reserva Biológica, según Decreto Ejecutivo N°08748-A. La misión principal de la Isla del Coco es conservar y proteger la diversidad biológica del área y perpetuar los procesos ecológicos que la caracterizan. Por las condiciones geográficas, historia geológica y aislamiento, además de la diversidad biológica particular, tanto marítima como terrestre, un endemismo

importante, y por catalogarse como un laboratorio natural, ideal para realizar investigaciones sobre la evolución de las especies y para monitoreo ambiental a largo plazo, En 1997 la Isla del Coco fue declarada por la UNESCO Sitio de Patrimonio de la Humanidad. En realidad, el sitio siempre fue patrimonio de la Humanidad, ya fuera como refugio de navegantes y pescadores o como tesoro natural para investigadores y turistas (Bolívar, *et al*, 2000). Únicamente 117 sitios naturales en 114 países cuentan con este reconocimiento de la ONU mediante la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura (ACMIC 2007).

Un año más tarde, en 1998, la Isla del Coco fue reconocida como Humedal de Importancia Internacional bajo la *Convención Internacional de Ramsar* de 1991 (Trusty 2006). Esto significa a su vez, que la Isla del Coco se acoge a los lineamientos de esta Convención relativa a los humedales, firmada en la ciudad de Ramsar, Irán, en 1971, especialmente como hábitat de aves acuáticas. Esta Convención es un tratado intergubernamental para la cooperación internacional en materia de conservación de humedales (Bolívar *et al*. 2000).

La entrada está restringida únicamente ingresan personas que posean permisos especiales. Se entregan permisos de anclaje, de buceo, de desembarco, de investigación y algunas otras actividades como filmación y radioaficionados. La cuota aproximada en el año 2000 fue de 2000 turistas por año. Se practica la pesca comercial en las aguas que rodean la zona protegida (más de 12 millas) actividad que se centra principalmente en tiburones, atunes y dorados para la cual se están coordinando nuevas políticas para favorecer el manejo (ACMIC 2007). Para el año 2002 el Gobierno de Costa Rica declaró a la Isla del Coco como Patrimonio Histórico-Arquitectónico de Costa Rica, en razón a la particular identidad histórica del sitio, forjada a partir del siglo XVIII mediante la visita y permanencia de grupos humanos procedentes de diversas partes y con distintos propósitos. Las inscripciones en las rocas de las bahías Chatham y Wafer, así como los demás vestigios culturales que puedan hallarse en la isla son testimonio de la historia del lugar (MCJD 2007). Debido a la ubicación geográfica un punto clave en el manejo de este sitio es el transporte, la Figura 1. muestra un diagrama con la lejanía de la Isla desde los puntos más cercanos a su alrededor en el océano pacífico.



**Figura 1.** Diagrama de ubicación de la isla del Coco y distancias al continente. Parque Nacional Isla del Coco. 2012. Fuente: IGN (2000).

## Flora y Fauna de la Isla del Coco

En comparación con las zonas boscosas continentales de Costa Rica, la flora y fauna de la Isla del Coco es relativamente pobre, en términos de número de especies, manteniendo similitud con otras islas oceánicas. Sin embargo presenta niveles relativamente altos de endemismo. En general, se han identificado más de 1300 especies de animales (marinos y terrestres) y cerca de 300 especies de plantas (10 especies de plantas vasculares endémicas y 17 endémicas de helechos) (Montoya 1990).

No hay mamíferos terrestres nativos u autóctonos en la Isla del Coco. Sin embargo, actualmente existen cinco especies que han sido introducidos por el hombre, intencional o accidentalmente. Ratas (*Rattus rattus*), cerdos (*Sus scrofa*), gatos (*Felis catus*), cabras (*Capra hircus*) y venados de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) estos animales constituyen la fauna introducida de la Isla y a la vez representan un verdadero problema por el impacto que producen sobre el medio y la diversidad biológica, por lo que requieren acciones de control o manejo (Sierra 2008).

La avifauna de la Isla está compuesta por unas 100 especies; 13 de las cuales son residentes; el resto son visitantes regulares o accidentales. De las especies residentes, cinco son terrestres y de ellas, tres endémicas de la Isla: el mosquerito de la Isla del Coco (*Nesotriccus ridgwayi*), el cuclillo de la Isla del Coco (*Coccyzus ferrugineus*), y el pinzón de la Isla del Coco (*Pinaroloxias inornata*). Además una reinita (*Dendroicapetechia aureola*) que es endémica de la Isla del Coco y Galápagos. Las restantes aves residentes son marinas (Rivera 2006).

En cuanto a reptiles los únicos terrestres son una lagartija (*Norops townsendi*) y una salamanesca o gecko enano del coco (*Sphaerodactylus pacificus*), ambas especies endémicas de la Isla. Se han descrito también cinco especies de cangrejos terrestres. La fauna de peces de agua dulce de la Isla contiene cinco especies, de las cuales tres son endémicas. Se han identificado cuatro especies de camarones dulceacuícolas, dos de ellas endémicas (ACMIC 2007).

En la Isla del Coco conviven 262 especies vegetales, de las cuales 37 son endémicas (19,2% de las especies nativas) y 191 son consideradas nativas. Se dan 58 especies como nuevas para la flora de la isla. Se identifican siete tipos diferente de vegetación: litoral costera, litoral rupícula, higrófila, bosque húmedo a baja altitud, bosque nublado a gran altitud, derrubios, e islotes. A continuación se presenta una descripción de las principales comunidades vegetales que se puede encontrar en la parte insular del Parque Nacional Isla del Coco (Trusty 2006):

### Bosque húmedo a baja altitud

En la isla la diversidad de árboles es muy baja a comparación con otros bosques tropicales. Algunas de las especies encontradas son *Sacoglottis holdridgei*, *Clusia rosea*, *Ocotea insularis*, *Henriettella fascicularis* y *Miconia dodecandra*, *Ficus sp.*, *Eugenia cocosensis* y *Brosimum sp.* La vegetación en el estrato medio en esta zona es muy densa y diversa con muchas especies de melastomataceas y dos especies endémicas de helechos arborescentes, (*Cyathea alfonsiana* y *C. notabilis*). Se encuentra también *Euterpe predatoria* var. *longevaginata*. El estrato inferior se compone principalmente de especies de helechos e hierbas grandes. En este bosque es posible observar gran diversidad de epífitas y gran abundancia de la bromelia *Guzmania sanguinea*. Es común encontrar cuatro especies de orquídeas, incluyendo las endémicas *Epidendrum cocoense* y *E. insulanum*.

### Bosque nublado a gran altitud

El bosque nuboso de la Isla del Coco se da a partir de una elevación aproximada de 450 msnm, donde se ubican los dos picos más altos de la isla, Cerro Iglesias y Cerro Pelón. El dosel de este bosque es dominado por *Sacoglottis holdridgei* y el sotobosque por helechos arborescentes *Cyathea alfonsiana*. Los árboles y helechos están cubiertos por musgos y constantemente hay goteo por las nubes que rodean los cerros. Las especies *Freziera calophylla*, *Hedyosmum racemosum* y el helecho endémico *Elaphoglossum reptans* solo se encuentran en los bosques nublados de la isla.

### Comunidades de acantilados costeros

Un ejemplo de este tipo de vegetación es la que se da en la Bahía Wafer. En el dosel abierto se puede encontrar el guarumo endémico de la isla *Cecropia pittieri* y *Clusia rosea*. Una mezcla de enredaderas de diversas especies de *Ipomea spp.*, cubren árboles y arbustos. Cerca de la línea de la marea son comunes unas pocas herbáceas. En las áreas con menos pendiente, en el dosel cerrado, se puede observar: *Sacoglottis holdridgei* junto con *Ocotea insularis*, y *Clusia rosea*. El sotobosque está compuesto por melastomataceas arbustivas. También en éste tipo de vegetación se encuentra el helecho endémico *Cyathea nesiotica*.



### Vegetación riparia

En el dosel de éstos bosque abundan los árboles de *Sacoglottis holdridgei*, *Ocotea insularis* y *Clusia rosea*. En el sotobosque se puede encontrar las especies *Calyptracarya glomerulata* (junco), *Spathiphyllum laeve* (aráceo), *Danaea nodosa* (helecho). En las zonas aledañas al Río Genio en la Bahía Wafer es el hábitat de *Rustia occidentalis*, *Pilea gomeziana* y *Hoffmannia piratarum* (Rubiaceae) En las zonas riparias de la Bahía Yglesias que se da por el Río Pittier o Yglesias se encuentra un bosquecillo de la especie endémica *Eugenia cocosensis* (Myrtaceae) y un sotobosque de *Psychotria gracilentia*. El Río Chatham que desemboca en la Bahía Chatham es común el arbusto *Ardisia cuspidata* (Myrsinaceae).

### Vegetación de los Islotes

Los islotes que se encuentran al norte de la isla, que son los más protegidos por los embates del mar y vientos la vegetación es escasa básicamente por *Clusia rosea*, *Chloris paniculata* (gramínea). Los islotes del sur están recubiertos por algas, musgos y líquenes.

### Comunidades de orilla de bahías

Se encuentran localizadas en las bahías de Chatham y Wafer. En el caso de Bahía Wafer se pueden encontrar árboles y arbustos de *Talipariti tiliaceum* var. *pernambucensis* (Arruda) Fryxell (sinónimo *Hibiscus pernambucensis*), entremezclados con *Annona glabra*, *Terminalia catappa*, *Erythrina fusca* y *Ochroma pyramidalis*. Las enredaderas *Mucuma sloanei*, *Mucuma mustisiana*, *Canavalia maritima*, que se encuentran sobre los árboles y arbustos. También se puede encontrar algunos cocoteros *Cocos nucifera* y pocos árboles de mangle (*Cassipourea guianensis* y *Conocarpus erectus*). En la Bahía Chatham es inundada con cada marea, el único sitio que no se inunda está cubierta por majagua (*Talipariti tiliaceum* var. *pernambucensis*). En la Bahía Yglesia, al sur del a isla se encuentra el cocotero más grande de la isla.

La precipitación tan alta e inusual, ha favorecido el desarrollo de una gran diversidad en pteridófitos. Cuarenta y dos por ciento (42%) de la flora vascular nativa de la Isla del Coco está formada por helechos y el 50% de las especies endémicas de esta isla pertenecen a este grupo de plantas. Esta alta proporción de helechos no es conocida en ninguna otra isla oceánica. Al igual que otras islas, pero en menor cantidad la Isla del Coco ha recibido el impacto de la intervención humana. Se considera que 71 especies (27,1% de la flora) son el resultado de introducciones por humanos (Trusty 2006)

Según Madriz (2008) en los últimos 100 años se han introducido accidentalmente o intencionalmente alrededor de 103 especies de flora a la isla. Algunas especies que se pueden encontrar son aguacate (*Persea americana*), banano (*Musa x paradisiaca*), cacao (*Theobroma cacao*), y café (*Coffea arabica*). También algunos árboles frutales y vegetales que son mantenidos por los guarda parques para su consumo. En dos zonas del bosque premontano se puede observar también plantas de café que se desarrollan fácilmente bajo la sombra (Madriz 2008).

## **Diversidad de los bosques tropicales**

Los bosques húmedos tropicales, llamados también siempre verdes, bosques pluviales (ecuatoriales), pluviselvas y bosques siempre verdes densos, se localizan en las cercanías del ecuador terrestre, aproximadamente entre los 10° latitud norte y sur. Sin embargo, en las regiones costeras llegan más allá de la zona ecuatorial incluso sobrepasando el trópico de Capricornio (Lamprecht 1990).

Dentro de los puntos relevantes que definen la importancia de los bosques húmedos tropicales y su conservación y manejo adecuado, destacan una serie de funciones naturales y propias de estos ecosistemas tan complejos, que a su vez representan activos y beneficios de gran importancia para el ser humano como:

- Estabilización climática y atmosférica.
- Reguladores fundamentales del ciclo hídrico y de la humedad mesoclimática.
- Regulación hídrica en cuencas y aminoramiento de inundaciones y deslaves.
- Protección de suelos y control de sedimentación.
- Fuente de productos forestales.
- Fuente de productos de la vida silvestre.
- Productos farmacéuticos.
- Valor estético y turístico.

La composición diversa de un bosque está determinada por factores ambientales, posición geográfica, clima, suelos y topografía, así como por la dinámica asociada a la ecología de sus especies. La estructura es el resultado de la respuesta de las plantas al ambiente, a las limitaciones y amenazas que se presenten (Louman *et al.* 2001). El sistema es aun más complejo al sumarse las variables por intervención humana en diferentes grados y desastres naturales. El estudio detallado de la composición de los bosques tropicales permite conocer los beneficios que estos generan así como determinar las formas adecuadas de manejo y aprovechamiento que garanticen su continuidad en el tiempo, y una adecuada clasificación de ecosistemas, de manera que se facilita la conservación de diferentes sitios a nivel local nacional y regional (Madriz 2008).

En cuanto a factores medioambientales, generalmente se ha utilizado una clasificación para los bosques por medio de variables meteorológicas climáticas y geográficas con una metodología planteada por Holdrige (1952) citado por Rivera (2006) según la cual para la Isla del Coco es posible ubicar bosques muy húmedos tropicales y nubosos además de bosques de transición.

En cuanto a su composición el bosque tropical se puede clasificar de acuerdo con la diversidad, composición florística y estructura poblacional, factores que son determinados mediante la descripción taxonómica y morfológica de los individuos que conforman estas comunidades vegetales (Madriz 2008) de manera que en la Isla del Coco es posible encontrar una cobertura boscosa de gran variedad respecto a su tamaño, parte de esto es

atribuible a la influencia de la zona de convergencia intertropical que genera una perhumedad casi constante todo el año con corrientes de vientos intensos y gran nubosidad (Madriz 2008).

Pese a todos los sistemas de clasificación, las particularidades de los bosques tropicales, así como las variaciones espaciales de los mismos, son indicadores de que estos ecosistemas se comportan como un mosaico sucesional estrechamente relacionado a una diversidad de micrositios observada en estos bosques en donde a su vez se generan un sin número de asociaciones inter e intraespecíficas que permiten el desarrollo de flora y fauna. Estas asociaciones poseen una alta diversidad y un amplio contenido genético, representan un recurso de gran potencialidad, aunque su heterogeneidad constituye un problema para su desarrollo y manejo (Guariguata & Kattan 2002).

Existe una creciente preocupación e interés mundial por conocer y preservar la diversidad biológica. De manera que es evidente que existe una gran necesidad de conocer cada vez más sobre estos ecosistemas y sus relaciones en ese sentido las parcelas permanentes de muestreo son una herramienta que permite recolectar información de los cambios en número, la identificación de especies, tamaño de la vegetación encontrada, en el tiempo, permite observar variaciones en la composición y producción del sitio y genera una base de datos para la caracterización de la vegetación existente (Synnott 1979).

Tales sistemas y programas de monitoreo son indispensables para hacer un análisis en profundidad de la diversidad biológica y de la dinámica del bosque, que proporcione las bases científicas para el manejo sostenible de los recursos del mismo (Dallmeier *et al.* 1992). En Costa Rica, las parcelas permanentes de muestreo se han establecido también fuera de las Áreas de Conservación, en bosque primario intervenido con el fin de evaluar los efectos del aprovechamiento y los disturbios en las tasas de crecimiento y producción (Castillo 1991). Por otro lado dentro de las áreas de conservación se establecen para desarrollar y enriquecer los programas y políticas de conservación de los diferentes sitios (Dallmeier *et al.* 1992).

## Dinámica poblacional de los bosques tropicales

La descripción de las poblaciones vegetales pasa por la necesaria clasificación y agrupación de individuos de acuerdo con factores biogenéticos así como factores de conveniencia según las necesidades humanas o las características físicas y medioambientales. Es a partir de las diferentes estrategias que presentan las especies para aprovechar las cantidades limitadas de radiación, que se pueden clasificar (Finegan 1993, Lamprecht 1990)

Según Finegan (1991), existe una gran variedad de factores que determinan los procesos de regeneración. Sin embargo, partiendo del hecho de que la luz es el factor más determinante en el desarrollo de las especies en el bosque, es que la agrupación de especies responda en primera instancia a sus requerimientos lumínicos. Finegan (1991), identifica dos grupos: las heliófitas (especies intolerantes a la sombra) y las esciófitas (especies tolerantes a la sombra) dentro de los cuales se pueden distinguir otros subgrupos (Lamprecht 1990)

*Heliófitas efímeras*: su crecimiento es rápido en buenas condiciones de luz y tienen una vida corta. Apta para la colonización de espacios abiertos; las semillas mantienen la viabilidad por largo tiempo. Ejemplos: los géneros *Cecropia* y *Ochroma*.

*Heliófitas durables*: de vida relativamente larga, colonizan espacios abiertos, pueden regenerarse en claros más pequeños en el bosque. Aunque requieren altos niveles de luz para poder establecerse y sobrevivir.

*Esciófitas parciales*: generalmente tiene un crecimiento más lento que las Heliófitas, con mayor esfuerzo asignado a la producción de estructuras permanentes que favorecen una vida larga de los individuos. Particularmente son especies que reaccionan con un crecimiento acelerado al aumento en el nivel de radiación lumínica, requieren de luz directa para pasar a otras etapas de desarrollo.

*Esciófitas totales*: son especies que se establecen y crecen bajo sombra. Con un crecimiento lento y sobreviven en estados de supresión.

En los bosques naturales se pueden encontrar proporciones diferentes de especies con una u otra estrategia de crecimiento y es necesario mantener esta proporción después de una intervención humana. Estas proporciones son particulares para cada ecosistema, ya que responden a la dinámica de esa comunidad (Valerio & Salas 1998). Aun cuando las más recientes intervenciones humanas en los bosques de la Isla del Coco no han sido con fines madereros, estas han tenido un impacto evidente en la estructura de dichas poblaciones y su dinámica evolutiva. Se pueden encontrar vestigios de esta intervención sobre todo por tocones encontrados en los bosques de bahía según Zamora (2008). También los trabajos de Madriz advierten sobre los daños que las especies invasoras de fauna generan sobre las funciones regenerativas de este ecosistema (Madriz 2008), sobre todo en el primer piso altitudinal.

De acuerdo con todos estos factores y las capacidades ecológicas de cada especie para perpetuarse se va dando la sucesión de especies en las áreas de bosque mediante una regeneración por apertura de claros por caídas naturales de árboles o por otros eventos como intervención humana, hasta que el bosque alcanza un equilibrio en el que la energía que se libera por muerte de individuos es la misma que se está fijando en el crecimiento de nuevos individuos sin embargo es posible describir la estructura que presenta la población del bosque en diversos estadios sucesionales, esto se conoce como estructura del bosque y es analizada en el espacio vertical y horizontal de acuerdo con el número de individuos presentes y su tamaño (Madriz 2008).

Mediante la distribución del número de árboles por clase diamétrica es posible describir la estructura horizontal de una población o de un bosque en su conjunto. Así, se han definido dos estructuras principales: las coetáneas o regulares y las discetáneas o irregulares (Howe 1988). El claro reflejo de la interacción de las especies y de su capacidad intrínseca y/o estrategia para mantenerse a lo largo del tiempo y sobrevivir a los cambios se evidencia en la distribución diamétrica de individuos de un bosque. La medida más importante de la organización horizontal de un bosque es el área basal  $m^2/ha$  (G), se usa como índice del grado del desarrollo de un bosque y como indicador de competencia (Finegan 1997).

En el plano vertical la estructura del bosque está determinada por la distribución de los organismos, tanto plantas como animales, a lo alto de su perfil. Esa estructura responde a las características de las especies que la componen y a las condiciones microambientales presentes en las diferentes alturas del perfil. Estas diferencias en el microambiente permiten que especies con diferentes requerimientos de energía se ubiquen en los niveles que mejor satisfagan sus necesidades (Louman *et al.* 2001).

En la descripción del espacio vertical es importante el análisis de la posición social de la copa entendida el acceso a luz que tenga la copa de un árbol individual (Sáenz *et al.* 1999). Tanto la posición de la copa como la forma de ésta permiten una evaluación de la situación de competencia en que se encuentra el árbol estudiado o el grupo de árboles (Uslar *et al.* 2003). Ambos factores permiten un mejor entendimiento de la distribución de especies según el espacio vertical que ocupan y el grado de disturbio.

El coeficiente de mezcla proporciona una indicación somera de la intensidad de mezcla, que se presenta al nivel de interacción intra e interespecífica en el ámbito de ecosistemas o de bloques de bosques o bien al nivel de parcelas dentro de un bosque. Los valores dependen fuertemente del diámetro menor de medición y del tamaño de la muestra (Lamprecht 1990), y de la distancia entre las parcelas o bien la fragmentación del ecosistema. Otra forma de cuantificar la diversidad o riqueza del bosque es a través de índice de Shannon y el de riqueza de Magurran (Rivera 2006)

Las frecuencias dan una idea sobre la homogeneidad o heterogeneidad del ecosistema que presenta un determinado bosque. Así, valores altos en las clases de frecuencia IV-V y valores bajos en las clases de frecuencia I-II, indican la existencia de una composición florística homogénea. Altos valores en las clases de frecuencia I-II significan que existe una alta heterogeneidad dentro de la composición florística del bosque (Lamprecht 1990).

El índice de valor de importancia describe la importancia y el peso ecológico de las especies dentro del bosque de acuerdo con sus funciones, mecanismos y distribución espacial (establecimiento, capacidad para competir, reproducción, etc.) para mantenerse en

el ecosistema, los cuales se combinan en abundancia, frecuencia y dominancia. Así, se tiene que a mayores valores de IVI mayor será la importancia de una especie determinada dentro del bosque con respecto a las demás especies (Lamprecht 1990). Sin embargo, debe tenerse claro que todas las especies son de suma importancia para mantener la dinámica del bosque, tanto en estructura como en composición (Castillo 2004).

El crecimiento de las plantas es un proceso fisiológico principalmente controlado por los niveles de luz, calor, humedad, nutrientes y estrés mecánico que incluye daños por tormentas, predación animal e intervención humana. Los niveles de luz pueden tener mucha influencia en la actividad hormonal, en la producción fotosintética y la temperatura de las hojas (Castillo 1991). El crecimiento de un árbol es su aumento de tamaño en el tiempo. Se puede expresar en términos del diámetro, altura, área basal o volumen. A la magnitud del crecimiento se le denomina incremento, todo crecimiento implica un estado inicial mensurable y cambios en ese estado con el paso del tiempo; se puede hablar del incremento periódico anual (IPA), como el promedio por año durante un cierto período (Louman *et al.* 2001). La mejor forma de expresar el crecimiento es a través del incremento diamétrico o incremento en área basal. Lo anterior debido a que se reduce la probabilidad de sobreestimar el incremento, contrario a lo que sucede con el volumen, principalmente, por la falta de precisión al medir altura de los árboles (Castillo 1997). Se define también la mortalidad y los ingresos en periodos de tiempo conocidos para determinar las tasas de cambio en el bosque y describir la dinámica de crecimiento y así el estadio sucesional en el que se encuentra un ecosistema en determinado momento.

### **Dinámica de comunidades vegetales en islas y variación por altitud**

La riqueza de especies depende de la ubicación geográfica del sitio por las variaciones climáticas (temperatura, precipitación, disponibilidad de luz, etc) que se presentan de un sitio a otro. Así, conforme aumenta la altitud y latitud disminuye la diversidad de especies (Richards, 1996 citado por Leiva, 2001).



La vegetación de la Isla del Coco presenta rasgos característicos ya que su composición no se rige por las mismas disponibilidades de los bosques en áreas continentales; por esta razón se explica con la caracterización general las islas oceánicas que son aquellas que se levantan desde el lecho del océano y están separadas del continente por grandes profundidades de agua. (Berlinger, W. 1995). Además, es una isla volcánica, que se encuentran situadas comúnmente en los océanos de todo el mundo en zonas donde converjan las placas tectónicas. Nacen como volcanes en el fondo del mar y a lo largo de millones de años emergen a la superficie del océano convirtiéndose así en islas.

La Isla del Coco es una de las cuatro áreas de Costa Rica con mayor número de especies endémicas como resultado de la evolución en territorios aislados y la ausencia de flujos genéticos externos propias de las masas continentales; por lo tanto posee un gran impacto para Costa Rica y el mundo a nivel biológico y de laboratorio natural.

Comparativamente con otras islas oceánicas del Pacífico Tropical, Cocos como la llaman a nivel internacional, posee una de las cifras más altas de endemismo a nivel de plantas vasculares. La Isla Gorgona en Colombia representa uno de los puntos comparativos que se asemeja más en cuestión de condiciones climáticas ya que cuenta con un régimen hídrico muy parecido al de Cocos, con un promedio de 6694 mm al año y temperaturas de 27 °C y un área de 24 km<sup>2</sup>, aunque presenta el inconveniente de la falta de investigaciones de composición de su bosque que conforma el 85% del área de esta isla (Yockteng, R; Cavelier, J. 1999). Además de ésta, existen otras islas que aunque sus condiciones climáticas y su área no se asemejan a la de Cocos, representan un punto clave para su comparación y dan fe de la peculiaridad de la Isla en estudio. Para sintetizar estas comparaciones se muestra a continuación el Cuadro 1. con las principales características de ocho islas ubicadas en el Pacífico Oriental.

**Cuadro 1.** Resumen comparativo de las características de algunas islas del Pacífico Oriental Fuente: Rivera (2006).

Archipiélago	Isla	Total sp	Sp endémicas	Área km <sup>2</sup>	Distancia a continente Km.	Fuente
	Cocos	262	37	24	500	Trusty, J. 2004.
Revillagigedos	Socorro	200	33	167	720	
Revillagigedos	San Benedicto	12	10	20	515	Levins, M. 1989.
Revillagigedos	Clarión		3	24	250	Levins, M. 1989.
Islas Hawaianas	Nihoa		3	0,7		Price. 2004
Islas Hawaianas	Laysan		1	4,1		
Juan Fernández	Robinson Crusoe		55	48	667	Stuessy et al, 1998.
Juan Fernández	Marinero Alejandro	423	35	50	667	Stuessy et al, 1998.

Algunas de estas islas como las que pertenecen al archipiélago de Juan Fernández en Chile, presentan vegetación pobre; especies perennes, helechos, matorrales, vegetación halófila costera, algas, pastos y algunas leguminosas arbustivas. En las islas Clarión y Socorro predominan los pastizales gramíneos, así como especies herbáceas y leguminosas, además se han encontrado musgos, líquenes hepáticos y helechos. Esto indica que la riqueza de especies y la composición florística de la Isla del Coco, la hace aun más valiosa dentro del contexto oceánico (Rivera 2006).

El caso de la isla Marinero Alejandro afirma por medio de la “teoría de la biografía de las islas” como esta contiene más especies (423) debido a que su área (50 km<sup>2</sup>) es mayor comparada a Cocos (24 km<sup>2</sup> y 262 especies), aun así, el nivel de endemismo no mantiene la misma relación. La Isla Malpelo, ocupa una posición de estrategia zoogeográfica entre las Islas del Coco e Islas Galápagos (Ecuador), (Rubio, *et al*, 1992 citado por Informe Nacional 1996), representando un oasis de piedra que contiene una vegetación de plantas inferiores algas y líquenes y algunas más complejas como helechos, gramíneas y leguminosas arbustivas, al igual que la Isla Clippertone en Francia constituida por roca pero donde su riqueza se limita a la vida marina, pero ambas sin paralelo a la riqueza de Cocos.

Por otra parte las comunidades vegetales se adaptan en continente a los diferentes pisos altitudinales, en algunos sitios se puede encontrar varias zonas de vida dentro de un mismo piso altitudinal mientras que en otros sitios la diversidad tiende a disminuir respecto a la

altura sobre el nivel del mar debido a las variaciones climáticas y atmosféricas que tienen lugar a lo largo de la gradiente altitudinal (BOLFOR 2000) es de esperar que en grandes altitudes se generen una serie de cambios de vegetación mientras que a menor altitud el comportamiento de las comunidades vegetales tiende a uniformizarse y dependiendo más de las características de los micrositios. En el caso de la Isla del Coco a pesar de tener relativamente poca altura las asociaciones vegetales presentan evidencias de cambio respecto a la altura sobre el mar (Madriz 2008). De hecho Trusty *et al.* (2006) Describe una de las categorías de bosque a partir de los 400 msnm. Y ubica diferentes especies respecto a referencias altitudinales.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Área de estudio**

#### **Ubicación geográfica**

El Parque Nacional Isla del Coco se localiza en el Océano Pacífico a 532 km de Cabo Blanco en Costa Rica, que es el punto más cercano a la plataforma continental, en la coordenada promedio de 05°30'57" de Latitud Norte y 87°05'40" de Longitud Oeste. La Isla es considerada un laboratorio natural para el estudio de la evolución de las especies. Su área total emergida es de alrededor de 24 km cuadrados (2 400 ha) y agrega una superficie marina de 972 km cuadrados de protección absoluta 97 350 ha (Rivera2006). A continuación la Figura 2.muestra un diagrama de la ubicación de la isla en el océano pacifico costarricense.



**Figura 2.** Diagrama de ubicación de la Isla del Coco en el Océano Pacífico costarricense. Parque Nacional Isla del Coco. 2012. Fuente: IGN (2000).

## Aspectos biofísicos

### *Geología*

El origen de la Isla del Coco es volcánico, además es la única parte de la Placa Tectónica de Cocos que aflora de la cadena de volcanes submarinos que se extiende desde las islas Galápagos hasta la fosa Mesoamericana en el sector sureste de Costa Rica (Rivera 2006).

### ***Topografía***

La variación en altura en la Isla del Coco va desde el nivel del mar hasta los 600msnm por lo que presenta un gran porcentaje de terrenos quebrados abruptamente sobretodo alrededor del Cerro Yglesias. En acantilados costeros de hasta 250m de altura, en las costas se presentan tres bahías principales y abundantes ríos, también existe un altiplano aluvial hacia el centro de la Isla (Rivera 2006).

### ***Clima***

El clima de la Isla del Coco es tropical perhúmedo, determinado por un valor promedio de precipitación anual de 7 000 mm y una temperatura promedio anual de 27°C. Según Holdridge la zona de vida es bosque pluvial pre montano para toda la Isla del Coco. Es extremadamente lluviosa, y está cubierta de un bosque siempre verde, el cual presenta condición nubosa a partir de 300 metros hasta el Cerro Yglesias, a 630msnm (Rivera 2006; IMN 2012)

### ***Vegetación***

La Isla del Coco presenta una vegetación exuberante con un alto endemismo. De las 235 especies de plantas que posee, 60 son endémicas (10 especies vasculares terrestres, 48 especies no vasculares y 17 especies de helechos) y 90 especies de hongos. Sobresalen especies endémicas: *Sacaglotis holdridgei* y *Cecropia pittieri* (Trusty 2006).

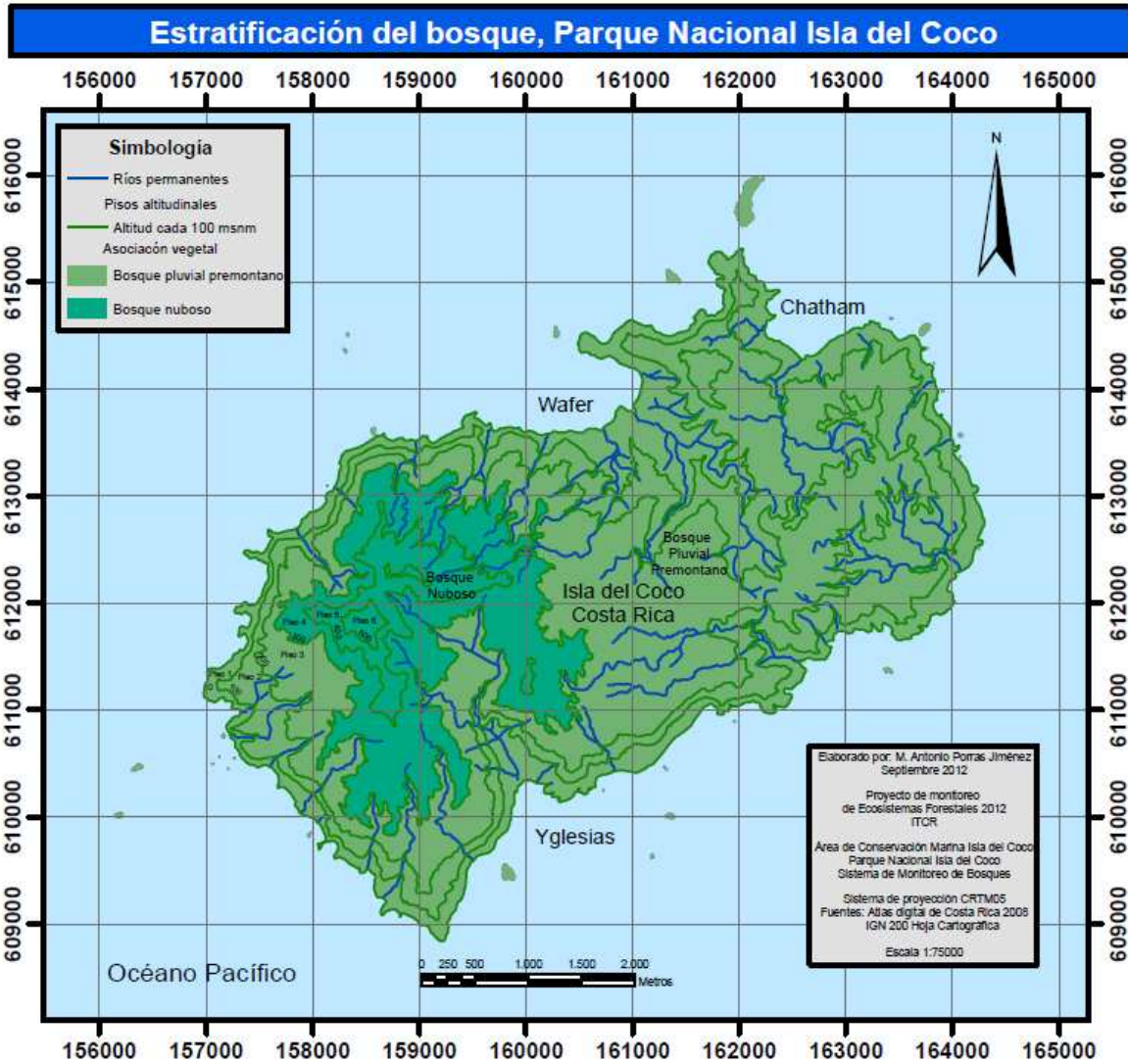
### **Estado de conservación PNIC**

El área del PNIC se encuentra dentro del Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC, pertenece al Área de Conservación Marina Isla del Coco (ACMIC), por lo tanto el grado de intervención humana es casi nula. Solamente se permite la realización de actividades de investigación, la actividad turística recreativa, naturalista y científica (Rivera 2006).

## **Diseño experimental**

Como punto de partida para el diseño experimental se contó con siete de ocho parcelas existentes en el bosque pluvial pre montano entre los 0 y 300 msnm que fueron reubicadas y sobre las cuales se evaluaron las variables para el análisis de crecimiento. A estas parcelas se sumaron seis parcelas en el bosque nuboso entre 300 y 600 msnm que se han utilizado para la caracterización de la estructura y composición florística de dicho bosque. Además se instaló una parcela entre 0 y 100 msnm, con el fin de completar un sistema de muestreo que permite comparaciones entre pisos altitudinales y zonas de vida con al menos dos unidades de muestreo por estrato.

De acuerdo con esa división por piso altitudinal y por tipo de bosque se elaboro un mapa preliminar para la selección de las zonas probables, aptas para la ubicación de las unidades de muestreo, dicho mapa se elaboró con base en información del Atlas digital de Costa Rica ITCR (2008), la hoja cartográfica de la Isla del Coco del Instituto Geográfico Nacional IGN (2000) e imágenes satelitales de esta área, facilitadas por el Centro Nacional de Alta Tecnología CENAT (2011). En la Figura 3 se ilustra el mapa base para la estratificación y ubicación de parcelas.



**Figura 3.** Mapa de estratificación del bosque de la Isla del Coco. Océano Pacífico Costa Rica. Parque Nacional Isla del Coco. 2012. Fuente: IGN (2000) Atlas digital (2008).

## **Monitoreo del bosque pluvial pre montano**

De las ocho parcelas reportadas por Rivera (2006) fueron reubicadas y remarcadas un total de siete, las cuales se agruparon como representantes del bosque pluvial pre montano de la Isla ubicadas entre 0 y 300 msnm. Estas se utilizaron para el análisis de la dinámica de crecimiento de este bosque comparando entre 2006 y 2012 las variables de la estructura poblacional en términos de incrementos en diámetros y área basal de la masa remanente; así como las variaciones de la composición en términos de la mortalidad, reclutamiento y comparaciones de diferentes índices de diversidad.

## **Caracterización del bosque nuboso**

Para la caracterización del bosque nuboso de la isla del coco se instalaron seis parcelas permanentes de muestreo entre los 300 y 600msnm. Con base en estas se realizó el análisis de los datos de dominancia, abundancia, frecuencia, altura, posición y forma de copa para la descripción de la estructura horizontal y vertical así como la descripción de las especies y los índices de diversidad relativos a la composición florística del bosque nuboso.

## **Análisis de la muestra por gradiente altitudinal y tipo de bosque**

Para comparar el comportamiento de las variables del bosque en el total de parcelas se definió según la Figura 3 la estratificación por piso altitudinal dividiendo la isla cada 100 m de altura sobre el nivel del mar. En el primer piso se agrupa una parcela existente con una recién instalada. En el segundo nivel a más de 100m se agrupan dos parcelas existentes, mientras que en el tercer nivel a más de 200m se agrupan cuatro parcelas existentes. Los tres primeros pisos representan al bosque pre montano. Continuando hacia arriba en la gradiente se suman las seis parcelas instaladas en el bosque nuboso en grupos de dos por cada piso siguiente hasta los 600msnm. Para un total de seis estratos con dos parcelas por estrato a excepción del piso tres que cuenta con cuatro parcelas. Alcanzando así 8 parcelas en bosque pre montano 6 en el bosque nuboso y 14 PPM en total distribuidas a lo largo de la gradiente altitudinal en la Figura 3 se muestra un mapa con la estratificación descrita para la zona de estudio, del cual se extrae la información presente en el Cuadro 2. Respectiva a las áreas por estrato y a la intensidad de muestreo.



**Cuadro 2.** Área e intensidad de muestreo por faja altitudinal. Parque Nacional Isla del Coco. 2012. Fuente: Autor.

Piso	Rango de altura (msnm)	Área (ha)	Área %	Parcelas	Intensidad de muestreo %
1	0-100	417,11	17,98	2	0,12
2	100-200	633,01	27,28	2	0,08
3	200-300	801,33	34,54	4	0,06
4	300-400	363,81	15,68	2	0,14
5	400-500	93,29	4,02	2	0,54
6	500-575	11,48	0,50	2	4,35
<b>Total</b>		<b>2.320,03</b>	<b>100,00</b>	<b>14</b>	<b>0,15</b>

### **Estandarización de las unidades de muestreo**

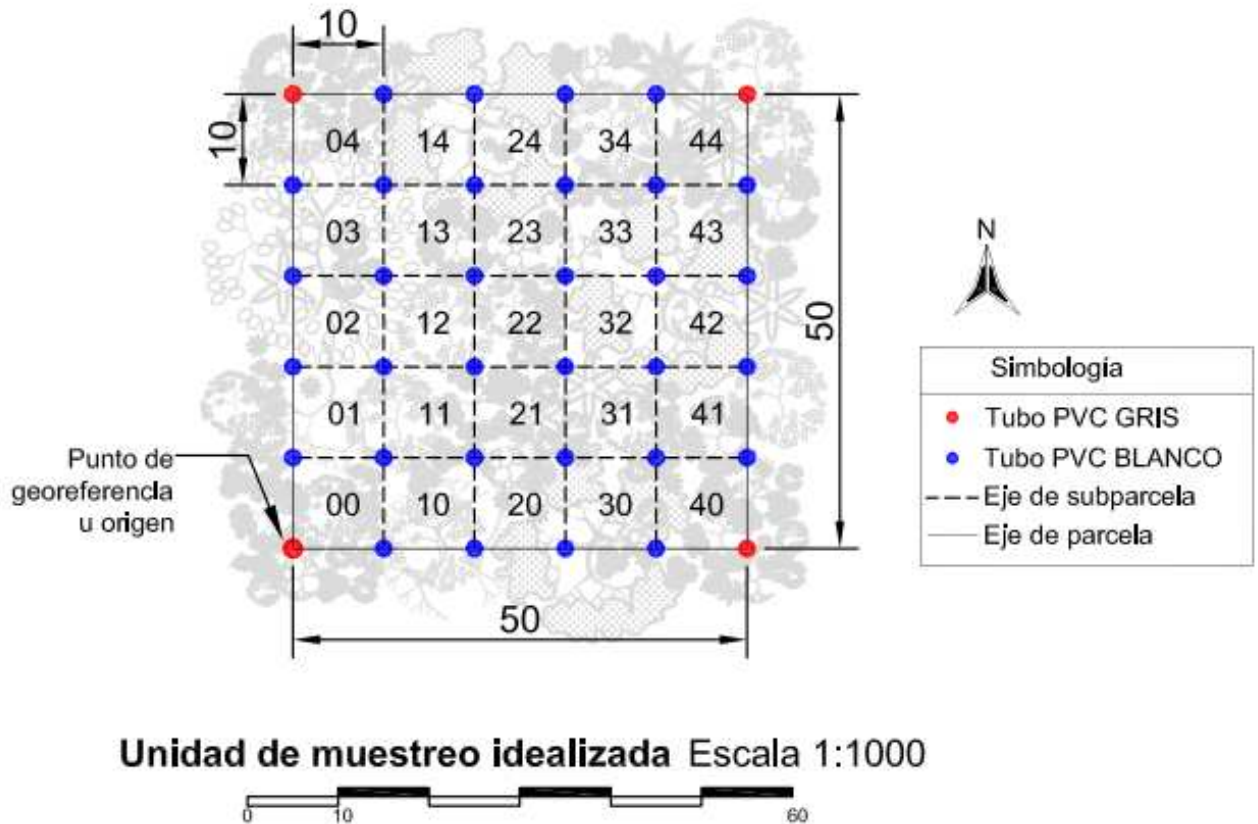
En el establecimiento y monitoreo de las unidades de muestreo usadas en este estudio se tomaron en cuenta las propuestas metodológicas establecidas en el Protocolo Nacional de establecimiento y medición de parcelas permanentes de muestreo en bosque natural para la red nacional de monitoreo de ecosistemas forestales del INICEFOR Sánchez (2011), sin embargo a causa de la peculiaridad del sitio, las pronunciadas pendientes, la difícil accesibilidad y el hecho de la existencia de parcelas de medición antes establecidas, se presentaron variantes respecto a las recomendaciones del protocolo. En cuanto al tamaño de las parcelas, con el fin de utilizar las existentes y generar un sistema integral de muestreo, se mantuvo el tamaño utilizado por Rivera (2006). En cuanto al tamaño de los tubos se disminuyó a 1.00 m por facilidad de transporte. En cuanto al análisis de las subparcelas se mantuvo según las recomendaciones del protocolo pero con el cambio de tamaño. Se instalaron seis nuevas parcelas en el bosque nuboso y una parcela adicional en el primer piso altitudinal. Por otro lado, para el análisis de la dinámica de crecimiento en el bosque pre montano se utilizaron 7 de las 8 PPM establecidas por Rivera (2006), aplicando a estas las correcciones necesarias de manera que coincidieran en todos los aspectos posibles con lo establecido en el protocolo antes mencionado.

## **Ubicación de unidades de muestreo**

Durante el trabajo de campo, se definieron zonas probables para la ubicación de las nuevas parcelas a establecer tanto en el bosque nuboso como la parcela que se instaló en el primer piso, este rango de ubicación fue aprobado por los responsables del ACMIC, de acuerdo con criterios como: la accesibilidad, distancia de recorrido, cercanía a senderos y otros aspectos de manejo del sitio. Además se reubicaron las parcelas existentes en el bosque pre montano de acuerdo con los datos geográficos reportados por Rivera (2006).

## **Diseño de unidades de muestreo**

Se establecieron y restablecieron respectivamente parcelas rectangulares de 50 x 50 m es decir de 0,25 ha cada una, con subparcelas de 10 x 10 m. Se ubicaron dos parcelas por cada faja altitudinal a excepción de la tercera faja que cuenta con cuatro parcelas. Las parcelas existentes se remarcaron y se actualizaron con las mismas características que las parcelas nuevas. Todas las unidades de muestreo se estudiarán bajo los criterios de “Smithsonian/MAB BiodiversityProgram” (Dallmeir *et al.* 1992) y del protocolo nacional para PPM así como las recomendaciones de Camacho (2000). En cada parcela se identificarán los vértices con el par ordenado (x,y) que corresponde a la distancia, medido en metros, que lo separa del origen ,tal como se observa en la Figura 4. Se utilizaron para la demarcación tubos de pvc de 1 pulgadas grises para los vértices de parcela y blancos para cada vértice de subparcela.



**Figura 4.** Modelo idealizado para la demarcación de las Parcelas Permanentes de Muestreo. Parque Nacional Isla del Coco. 2012. Fuente: Autor.

Cada árbol dentro de las subparcelas, fue identificado con un número compuesto por los dígitos que corresponden al cuadrado en el que se encuentra, un número consecutivo del árbol dentro de cada cuadrado y un número correspondiente al eje en los casos en que fue necesario, esto se pintó sobre la corteza de cada individuo o cada eje según corresponde. Al efectuar la medición del diámetro se marco en forma permanente el punto de medición a 1,3 m del suelo, en caso de dificultad se colocó la marca de acuerdo a los criterios de medición de diámetro sugeridos por Sánchez (2011). Para facilitar el acceso futuro en cada unidad de muestreo se registraron datos de información variada de la parcela propiamente dicha, como la localización geográfica y equipo de trabajo responsable de la demarcación. Además de los metadatos del Cuadro 2, se documentó también la descripción del acceso a la parcela, señalando puntos de referencia de fácil identificación. Se levantó un recorrido digital con GPS “track” desde un punto de referencia que se definió en el sendero más cercano.

## **Variables de medición**

### ***Diámetro***

Todos los árboles y palmas que alcanzaron un diámetro mayor o igual a 5 cm se marcaron con pintura, y se les midió el diámetro a 1,3 m de altura sobre el suelo, la medición se realizó al milímetro cumplido con cinta diamétrica.

### ***Alturas***

Para cada individuo que ingreso en las parcelas de medición se emitió bajo criterio personal una estimación de la altura total y de la altura del punto de inversión morfológica, esta estimación fue validada una vez en cada parcela con el uso de equipo de medición de alturas propiamente con un hipsómetro de dos escalas a 20 y a 15m desde la base del individuo.

### ***Especie***

Cada individuo muestreado fue identificado por familia dendrológica, género y especie según sus características morfológicas y rasgos físicos evidentes, con la ayuda de la guía dendrológica y documentos de descripción botánica de la isla. En los casos donde se presentaron dudas fueron revisadas en el herbario de la Escuela de Ingeniería Forestal.

### ***Posición y forma de copa***

Para evaluar la posición de copa (PC) se utilizaron los criterios de Dawkins (1958):

1. Emergente: copa en plena exposición a la luz, tanto en su parte superior como lateral.
2. Plena luz superior: plena iluminación en la parte superior de la copa, pero con otras copas que impiden la llegada de luz lateral.
3. Luz superior parcial: una copa con iluminación en la parte superior.
4. Luz lateral parcial: una copa con iluminación de solo un lado.
5. Ausencia de luz directa: una copa que no tiene iluminación directa.

Para la forma de copa (FC), se evaluó según criterios de Synnot (1979):

1. Forma perfecta: círculo perfecto (copa densa, simétrica, desarrollada sin perturbaciones)
2. Forma buena: círculo irregular (más o menos simétrica, algunas ramas muertas)
3. Forma tolerable: media copa (asimétrica, tenue, se puede corregir si recibe más luz)
4. Forma pobre: menos de media copa (muy simétrica, pocas ramas vitales, pero puede sobrevivir)
5. Forma muy pobre: una o pocas ramas (degenerado, con daños irreversibles)

## Evaluación de la dinámica de crecimiento del bosque pluvial

### Variación en la estructura poblacional

#### *Incremento diamétrico*

Se midieron los diámetros a 1,3 m de altura sobre suelo de cada individuo con diámetro mayor a 5 cm,. Se calculó un incremento promedio anual del diámetro  $IPA = (d1-d2)/t$  para todo el bosque, por especie y por clase diamétrica. Además se compararon los nuevos diámetros con los datos reportados por Rivera (2006).

#### *Incremento basimétrico*

Con los nuevos datos sobre diámetro de los individuos presentes se estimó el área basal actual para el área muestreada y al igual manera que en el caso anterior se calculo un incremento promedio anual del área basal  $IPA = (g1-g2)/t$  para todo el bosque por especie y clase diamétrica, seguidamente se realizó la respectiva comparación con los datos obtenidos por Rivera en (2006), así también se obtuvo la nueva distribución de área basal por categoría diamétrica y por especies.

## **Variación en la composición florística**

### ***Mortalidad y Reclutamiento***

Se verificó la presencia o ausencia de los individuos registrados en el 2006 por Rivera, los ausentes se agruparon por categoría diamétrica y especie y representan la mortalidad al momento de la medición, con lo cual se describen parte de los cambios en la composición de especies del sitio.

Fueron registrados todos los individuos con diámetro a 1,30 m sobre el suelo mayor a 5 cm, que no contaban al momento con marca de registro de 2006, para los cuales se determinó su abundancia según familia y especie, dichos individuos constituyen los reclutados en el periodo entre 2006 y 2012.

Se aplicaron modelos para cuantificar la mortalidad y el reclutamiento a partir de la información en el intervalo de tiempo ( $t$ ). (Aguirre 1999)

La tasa anual de mortalidad fue calculada en términos de la diferencia de individuos y su relación con los años transcurridos en el periodo en estudio en términos absolutos y relativos. De la misma manera se calculó la tasa de reclutamiento y de incremento de área basal. A partir de estos datos se obtuvo también la tasa de recambio para cada parcela y para el bosque.

### ***Variación de los índices de diversidad***

Fueron determinados según los datos actuales los índices de diversidad de Shanon Sorensen riqueza y afinidad actuales registrados todos los individuos con diámetro a 1,30 m sobre el suelo mayor a 5 cm, de esta forma se compararon directamente con los mismos índices reportados por Rivera (2006) determinando el porcentaje de variación para cada índice y para cada unidad de muestreo.

## Estructura y composición florística en bosque nuboso

### Estructura vertical

Se analizó por medio de la distribución del número de árboles y número de especies por clase de altura. Las clases de altura fueron definidas de acuerdo a las categorías establecidas por IUFRO (Dawkins 1958) de la siguiente manera:

- Piso superior (altura  $>2/3$  partes de la altura superior del vuelo).
- Piso medio ( $1/3 < \text{altura} < 2/3$  parte de la altura superior del vuelo).
- Piso inferior (altura  $< 1/3$  partes de la altura superior del vuelo).

### Estructura horizontal

Se entiende como el arreglo espacial de los organismos, en este caso árboles. Este arreglo no es aleatorio, pero sigue modelos que lo hacen ver como tal (Valerio & Salas 1997). Se obtuvieron los valores de área basal total por especie, por clase diamétrica y por unidad de muestreo, para analizar la dominancia. De igual manera se evaluó el número de árboles por especie, por clase diamétrica y por unidad de muestreo, para los análisis de la frecuencia y abundancia. Donde:

#### *Dominancia*

Se define como las sumas de las proyecciones horizontales de los árboles sobre el suelo. Es determinada por medio del área basal de las especies. De esta manera la dominancia absoluta es la suma de las áreas asimétricas de una especie expresada en metros cuadrados y la relativa como el cociente entre el área basal de una especie entre la suma del área basal de todas las especies, se expresa como un porcentaje (Lamprecht 1990).

#### *Abundancia*

Es el número de árboles por especie. La abundancia absoluta es el número de individuos de una especie; la relativa es una proporción porcentual del número de individuos de una especie entre la sumatoria de los individuos de todas las especies (Lamprecht 1990).

### ***Frecuencia***

Es la existencia o falta de una especie dentro de una determinada parcela y se expresa como un porcentaje (Lamprecht 1990).

Una vez obtenidos los valores de dominancia, abundancia y frecuencia tanto en forma absoluta como relativa, se determinó lo siguiente:

### ***Distribución diamétrica de los individuos***

Esta es una representación gráfica de la disminución del número de individuos conforme se aumenta en el diámetro de los mismos. El modelo general de la distribución del número de árboles por clase diamétrica para bosques no intervenidos es la de una “**J**” invertida (Valerio & Salas 1997) para bosques disetaneos no intervenidos. Aunque a nivel específico no siempre se mantiene este comportamiento para todos los bosques.

### ***Distribución del área basal por clase diamétrica***

Es una representación gráfica que indica la productividad del sitio por medio de la distribución del área basal ( $m^2/ha$ ) en relación al rango de diámetro.

### ***Clases de frecuencia***

A partir de la agrupación de las especies de acuerdo con frecuencias absolutas distribuidas en cinco clases, se determinará si una especie posee distribución horizontal continua (frecuencia absoluta mayor al 60 %) o no (Lamprecht 1990). Estas clases de frecuencia son:

<b>Clase</b>	<b>Frecuencia absoluta</b>
A = I	1 - 20%
B = II	21 - 40%
C = III	41 - 60%
D = IV	61 - 80%
E = V	81 - 100%

### ***Índice de Valor de Importancia (IVI)***

Corresponde a la suma de la dominancia, la abundancia y la frecuencia (relativas). Este índice indica el peso ecológico de cada especie dentro del tipo de bosque correspondiente.



Así, índices similares en las especies indicadoras, sugieren la igualdad o por lo menos la semejanza del bosque en su composición, estructura, en lo referente al sitio y su dinámica (Lamprecht 1990).

## **Coeficientes e índices indicadores de composición florística**

Para la evaluación de estos índices y parámetros se realizaron las siguientes actividades previas:

- Selección aleatoria de una parcela de área conocida.
- Determinación del número de especies presentes dentro de la parcela.
- Adición de una segunda parcela.
- Se incluyeron dentro del listado de la primera parcela todas las especies nuevas.

### ***Índice de diversidad***

El índice de diversidad de Shannon, permite calcular la suma de probabilidades de las especies, también es posible calcular la homogeneidad de la distribución para una cantidad de especies.

La fórmula de cálculo utilizada es:

$$H = - \sum f_i x \log f_i / n$$

Donde:

n = Número de individuos.

$f_i$  = Abundancia de cada una de las especies.

### ***Índice de riqueza***

El resultado de este índice representa el nivel real de homogeneidad de un bosque y se determino a través de la siguiente fórmula:

$$E = ( H^1 / (H_{m\acute{a}x}) ) x 100$$

Donde:

$H^1$  = Índice de Shannon

$H_{m\acute{a}x}$  =  $\log K$

K = Número de especies

### ***Coefficiente de afinidad de Sørensen***

En éste, valores cercanos a 100%, indica ecosistemas con composiciones florísticas heterogéneas.

Se determino de la siguiente forma:

$$K_s = (2c/a+b) \times 100$$

Donde:

a = Número de especies en el muestreo A (comparo 1 -2, 1-3, 1-4.....)

b = Número de especies en el muestreo B

c = Número de especies comunes en los muestreos A y B

La corrección según Lamprecht (1990) utilizando las dominancias se determina de la siguiente forma:

$$K_d = ( \sum cd / \sum ad + \sum bd ) * 100$$

Donde:

ad = Dominancia total en el muestreo A (comparo 1 -2, 1-3, 1-4.....)

bd = Dominancia total en el muestreo B

cd = suma de las dominancias de las especies comunes a ambos muestreos

### ***Coefficiente de mezcla***

Se refiere al grado de intensidad de la mezcla de especies en una superficie dada. Se determino por:

$$CM = \text{Número de especies} / \text{número total de individuos}$$

### ***Evaluación de riqueza de especies por área***

Se utilizo esencialmente medidas de una muestra definida y se presenta como una curva de acumulación de especies.

## Análisis comparativo por gradiente altitudinal

### Comparación de las variables de estructura

Se realizaron comparaciones entre los resultados obtenidos en abundancia y dominancia en términos de número de individuos y área basal por parcela y por estrato con comparación de medias con al menos dos repeticiones por estrato.

### Comparación de las variables de composición florística

La cantidad de especies por piso y su composición se determinó mediante el análisis estadístico basado en el índice de valor de importancia por especie y por parcela con el índice de Jaccard y análisis de conglomerados. Por otra parte los índices de diversidad citados se analizaron mediante comparación de medias estadísticas directas entre sitios de muestreo y entre estratos con al menos dos repeticiones por estratos.

## Análisis de datos

Se presentan los datos sobresalientes por medio de tablas, figuras, mediante las cuales se analizan y discuten los resultados obtenidos. Para ello se utilizaron los programas Excel 2000, Arc GIS Versión 10, Surfer (Win 32) Versión 9, Autocad 2009 y el programa estadístico libre PAST.

Para el cálculo del área basal se utilizará la siguiente fórmula:

$$gi = d^2 \times (\pi / 4)$$

gi = área basal (m<sup>2</sup>) por individuo

d = diámetro altura de pecho (m)

$\pi$  = valor de 0.7854

Para el cálculo del IVI se utilizará la siguiente fórmula:

$$IVI = Sum(Ar\% + Dr\% + Fr\%)$$

Ar% =abundancia relativa

Dr% =dominancia relativa

Fr% = frecuencia relativa

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

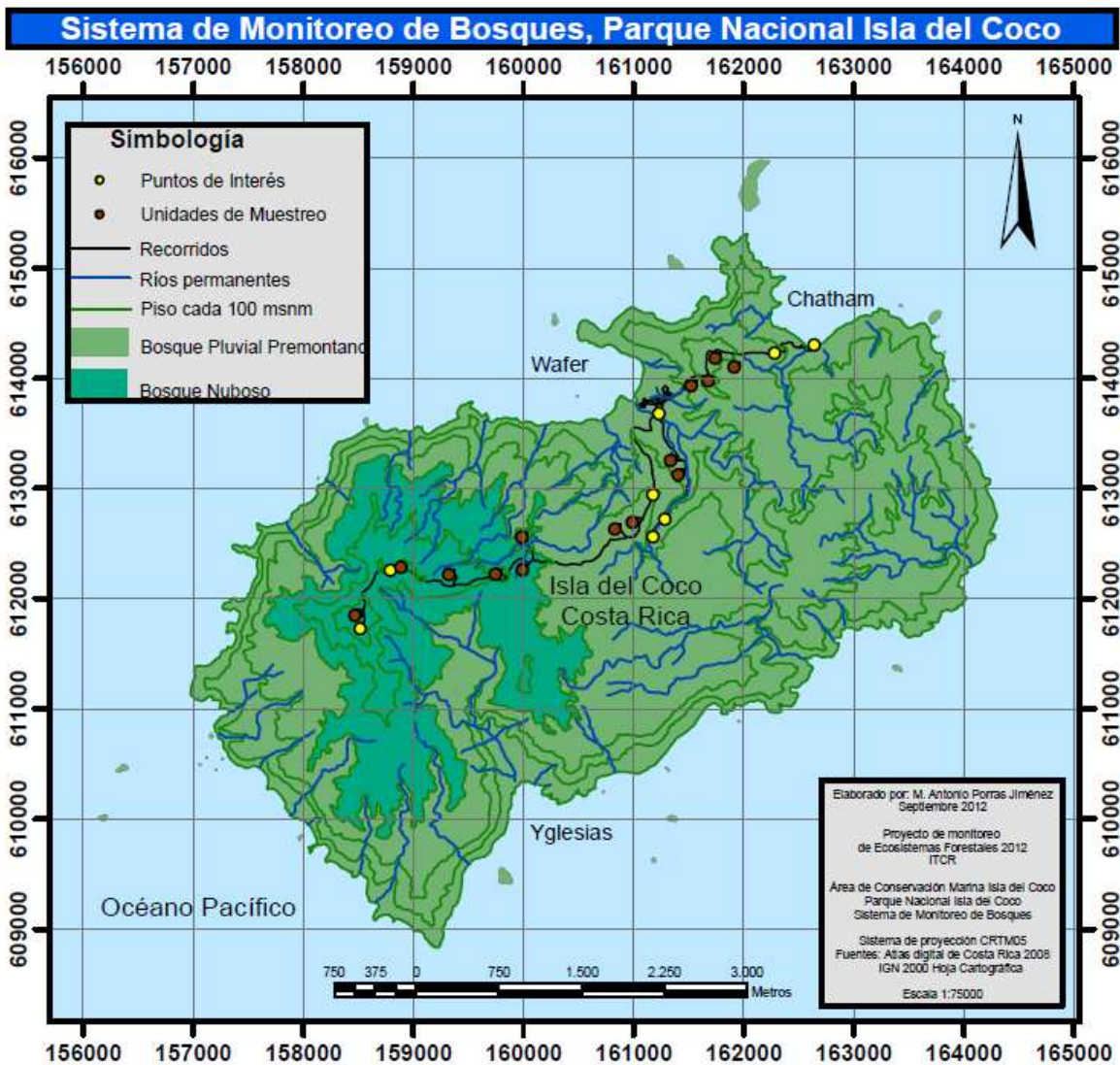
## Fuentes de información

### Ubicación de las unidades de muestreo

Se instalaron o reinstalaron según el caso, un total de catorce parcelas permanentes de muestreo, en diferentes localidades a lo largo de la gradiente altitudinal de la Isla del Coco. Partiendo de las parcelas existentes instaladas en 2006, y hasta completar el muestreo con al menos dos unidades de muestreo por piso altitudinal tomando como línea guía los tres senderos principales de la isla. A continuación el Cuadro 3y la Figura 5 resumen los datos geográficos y la ubicación de cada unidad de muestreo.

**Cuadro 3.** Ubicación geográfica de catorce parcelas permanentes de muestreo en el Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

PISO	TIPO DE BOSQUE	PARCELA	NOMBRE	ORÍGEN CRTM-05		
				y (m)	x (m)	z (msnm)
1	BPP	1	Los tepemechines	494070	612180	40
1	BPP	2	La hormiga de fuego	494000	612250	68
2	BPP	3	La roca	494070	612880	121
2	BPP	4	Chatham	494460	613050	198
3	BPP	5	El aguacate	494250	612970	228
3	BPP	6	Gigis alba	494290	613130	250
3	BPP	7	La chanchera	493600	611660	247
3	BPP	8	Los llanos	493490	611600	246
4	BN	9	Las cascadas	492620	611440	360
4	BN	10	La zurda	492610	611220	390
5	BN	11	El susto	492410	611180	435
5	BN	12	Buena vista	491980	611010	464
6	BN	13	Las lanas	491460	611160	520
6	BN	14	Cielomar	491160	610840	560



**Figura 5.** Mapa de ubicación de catorce parcelas permanentes de muestreo en el parque nacional isla del coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

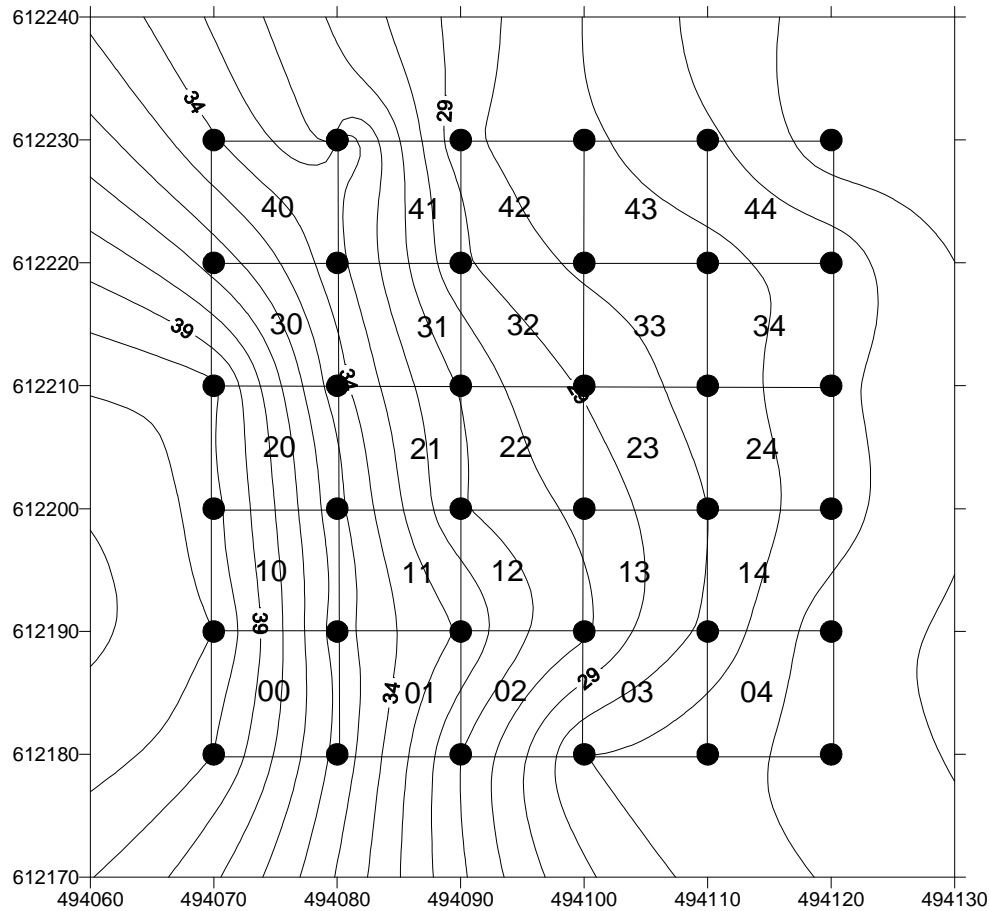
## Descripción de las unidades de muestreo

### Parcela 1

Parcela ubicada entre dos pequeñas quebradas, cercana a la casa de maquinas del Proyecto Hidroeléctrico Genio, el acceso es a través del sendero que lleva a las cataratas del Río Genio; se encuentra a 45 msnm en su punto de origen y presenta una pendiente media de 15% siendo regular y de fácil acceso. Por otra parte representa una de las zonas con más alta influencia de intervención humana, muy cerca de la parcela se encuentran marcas de antiguas investigaciones para el análisis de la influencia de las especies de fauna introducidas como los cerdos. Presenta sectores con suelo expuesto y erosión mecánica.

El dosel superior alcanza una altura de 22 m en el cual se observan especies como *Clusia rosea*, *Sacoglottis holdridgei* y *Ocotea insularis*. Se observaron especies de aves como *Fragata minor* utilizando el dosel para perchar antes y después de la pesca. La poca densidad del dosel permite la entrada de luz al suelo, y a un sotobosque dominado por *Hypolytrum amplum*; es frecuente encontrar helechos, bejucos y melastomáceas en las áreas de más iluminación. Al nivel medio se encuentran algunos individuos de *Anona glabra*; con brinzales de la especie *Sacoglottis holdridgei*. Además *Ocotea insularis*, *Henrrietellafacicularis* y *Sacoglottis holdridgei* se comportan como especies con bifurcaciones.

Esta parcela fue instalada en 2012 y se ha definido con el nombre “Los Tepemechines” pertenece al primer piso altitudinal y es utilizada en el cuarto título de esta sección. A continuación en la Figura 6. se muestra el modelo topográfico de curvas de nivel para esta área de estudio.



**Figura 6.** Modelo topográfico de la PPM 1 (Los Tepemechines) en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012. Fuente: Autor.

## Parcela 2

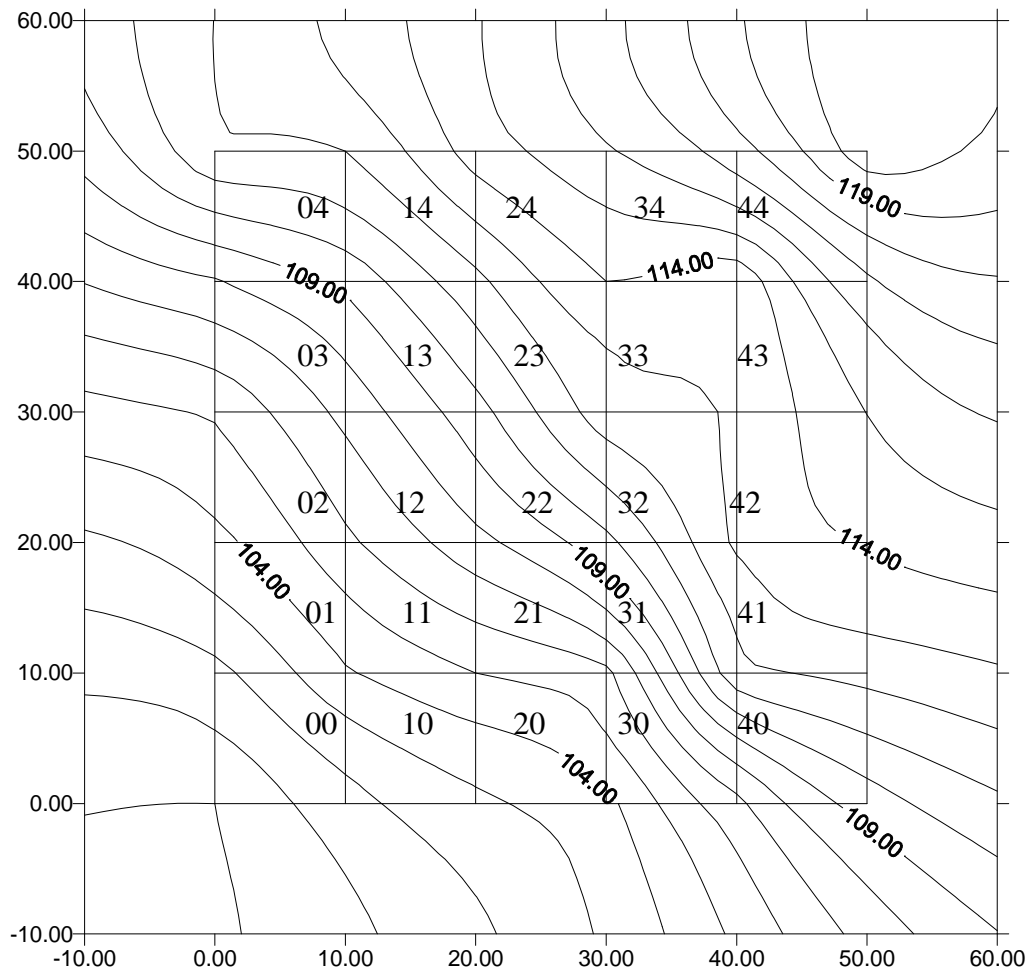
Es en área de estudio que, al igual que la anterior, se encuentre cercana a la zona de alta influencia humana y el ingreso a la misma es también por el sendero hacia las cataratas del Río Genio, su punto de origen se encuentra a 70 msnm presenta una pendiente media de 25%. Una pequeña quebrada atraviesa el límite norte de esta parcela, cerca de la cual se encuentran árboles caídos en efecto domino sobre gran parte de las subparcelas colindantes en las que se observaron claros de gran área.

El dosel superior alcanza una altura de 24 m en el cual se observan especies como *Ochroma pyramidale*, *Sacoglottis holdridgei* y *Cecropia pittieri*. Se observaron especies de aves

como *Fragata minor* utilizando el dosel. El sotobosque presenta individuos de *Hypolytrum amplum*; es frecuente encontrar helechos. Al nivel medio son comunes las melastomatáceas de los géneros *Henrrietela* y *Miconia*; con brinzales de la especie *Sacoglottis holdridgei*. Además *Henrrietella facicularis* y *Sacoglottis holdridgei*, pero sobre todo *Ocotea insularis* se comportan como especies con bifurcaciones o varios ejes de crecimiento para el mismo individuo. Se observó una asociación entre *Solenopsis sp* (hormiga de fuego) y *Henrrietea succosa*, también se observaron arboles moribundos de la especie *Sacoglottis holdridgei*.

Esta parcela fue instalada en 2006 y se conocía con el número 5 en el estudio realizado por Rivera. Para este trabajo se definió con el nombre “La Hormiga de Fuego” pertenece al primer piso altitudinal y es utilizada para los análisis correspondientes en el segundo y cuarto título de esta sección. A continuación en la Figura 7, se muestra el modelo topográfico de curvas de nivel para esta área de estudio.





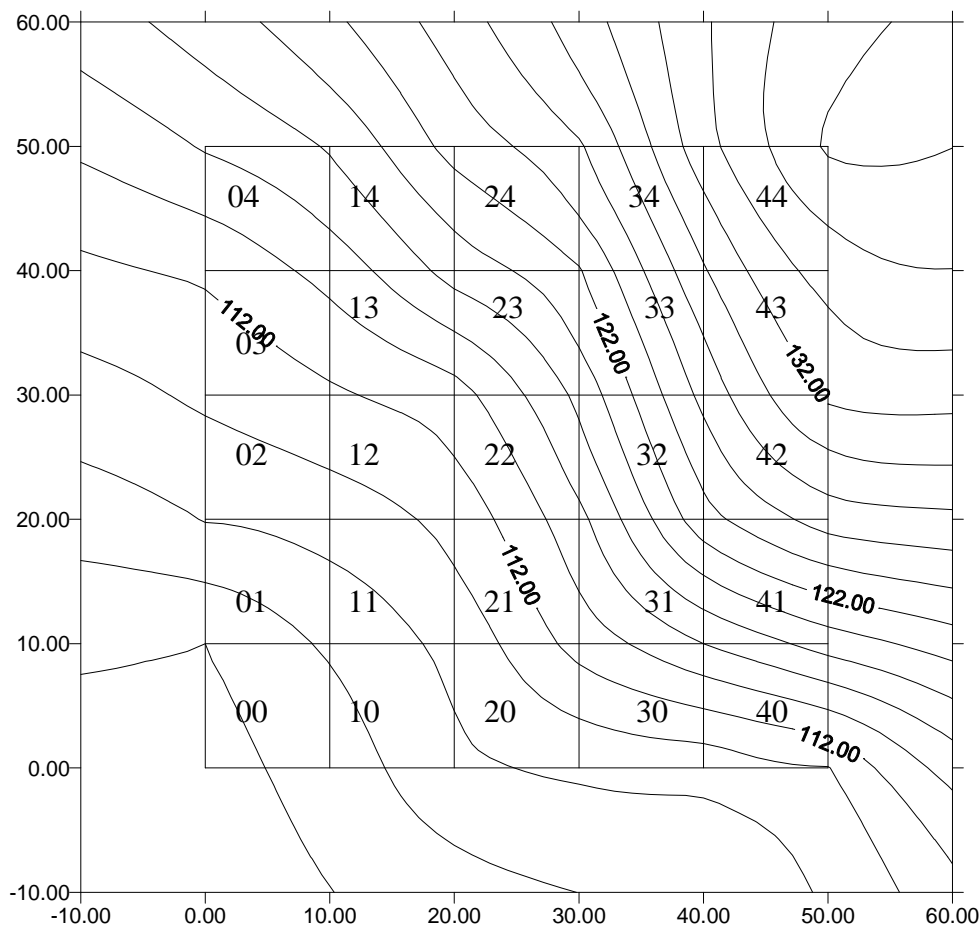
**Figura 7.** Modelo topográfico de la PPM 2 (La Hormiga de Fuego) en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012. (léase curva 104 como 72)  
Fuente: Rivera (2006).

### **Parcela 3**

El acceso a esta parcela se da por el sendero que comunica las bahías Wafer y Chatham con una altitud de 120 msnm en su punto de amarre. Su topografía es irregular con pendientes promedio de 36,5%. Un terreno abrupto que presenta disturbios por caída de árboles en el extremo norte y suelos expuestos con un alto grado de presencia de piedras y deposiciones de sedimentos. También se observaron suelos excavados por ratas y cerdos.

El dosel superior alcanza una altura de 20 m y está compuesto principalmente por ejemplares de las especies *Sacoglottis holdridgei* y *Clusia rosea*, como especie emergente se puede mencionar a *Ocotea insularis*. El dosel es poco denso lo cual permite la entrada de luz al suelo, el sotobosque está dominado por *Hypolytrum amplum*; con diversidad de helechos. Además de árboles moribundos se observaron pocos brinzales de la especie *Sacoglottis holdridgei*. En este sitio de estudio se observa la especie *Entada gigas* afectando algunos individuos de *Sacoglottis holdridgei*. *Ocotea insularis* presenta en el mayor de los casos numerosos rebrotes y bifurcaciones. Además, en esta área se observó durante todo el estudio la presencia de aves como *fragata minor* descansando en las copas más altas de los árboles.

Esta parcela fue establecida en 2006 y se identifica en el estudio de Rivera con el número 1. Para el presente estudio se denomina “La Roca” pertenece al segundo piso altitudinal y es utilizada para los análisis correspondientes al título segundo y cuarto de esta sección. A continuación se presenta el modelo de curvas de nivel para la parcela 3 en la Figura 8.



**Figura 8.** Modelo topográfico de la PPM 3 “La Roca” en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012. (Léase curva 112 como 125) Fuente: Rivera (2006).

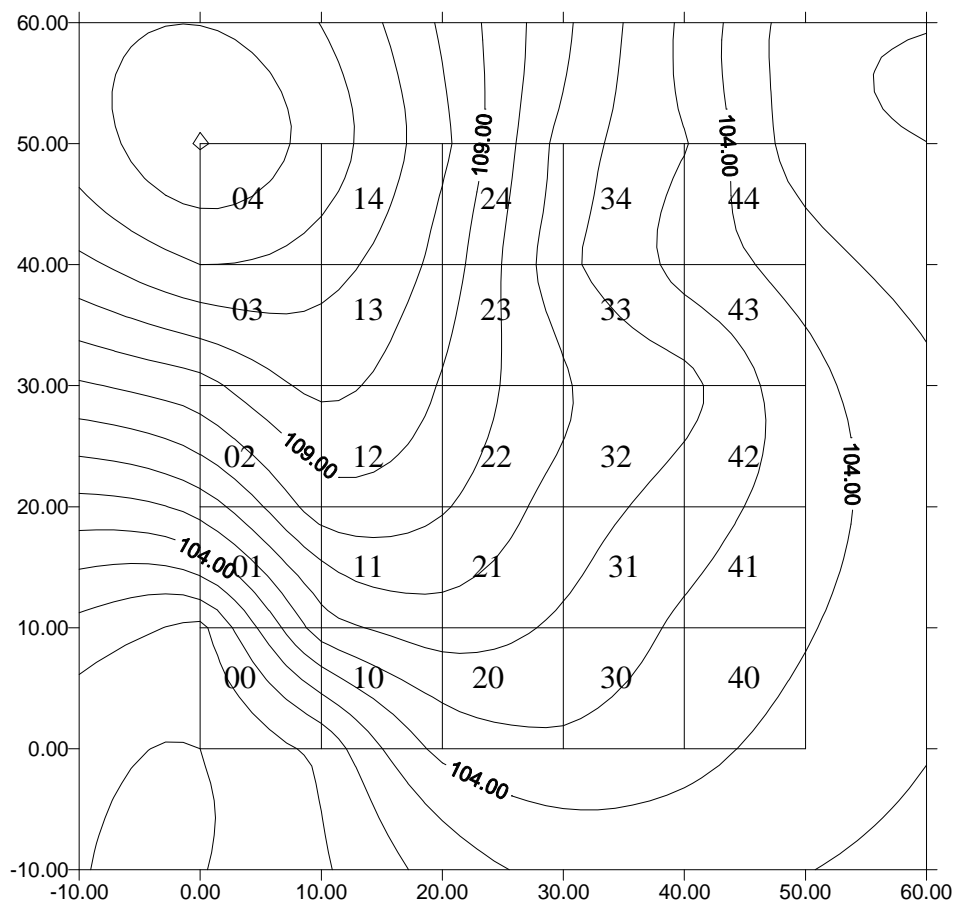
### **Parcela 4**

Esta unidad de muestreo se encuentra en barlovento por el sendero que conduce de Wafer a Chatham con una altitud de 200 msnm en su punto de origen. Su topografía es bastante regular en comparación con las anteriores con una pendiente promedio de 15,3%. Hay un curso de agua temporal cercana al punto de origen y otro en el extremo norte y hay pedregosidad cercana a estos sitios.

Especies como *Sacoglottis holdridgei* y *Ocotea insularis* conforman el dosel superior que tiene una altura de 18 metros, la especie emergente es la palma *Euterpe precatoria*, con 20

metros de altura. El sotobosque es poco denso y disminuye la presencia de la especie *Hypolytrum amplum* por lo que el suelo se presenta más expuesto. En el estrato medio se encuentra la especie *Ardisia cuspidata* y *Eugenia pacifica* además de las especies de melastomatáceas del género *Henrrietela*.

Esta es una parcela establecida en 2006 y casualmente es conocida en el trabajo de Rivera también como parcela 4, para este trabajo se le ha dado el nombre de “Chatham” es la segunda parcela del segundo piso altitudinal y será utilizada en el título segundo y cuarto de esta sección para los respectivos análisis. A continuación en la Figura 9 se presenta el modelo de curvas de nivel para la parcela 4.



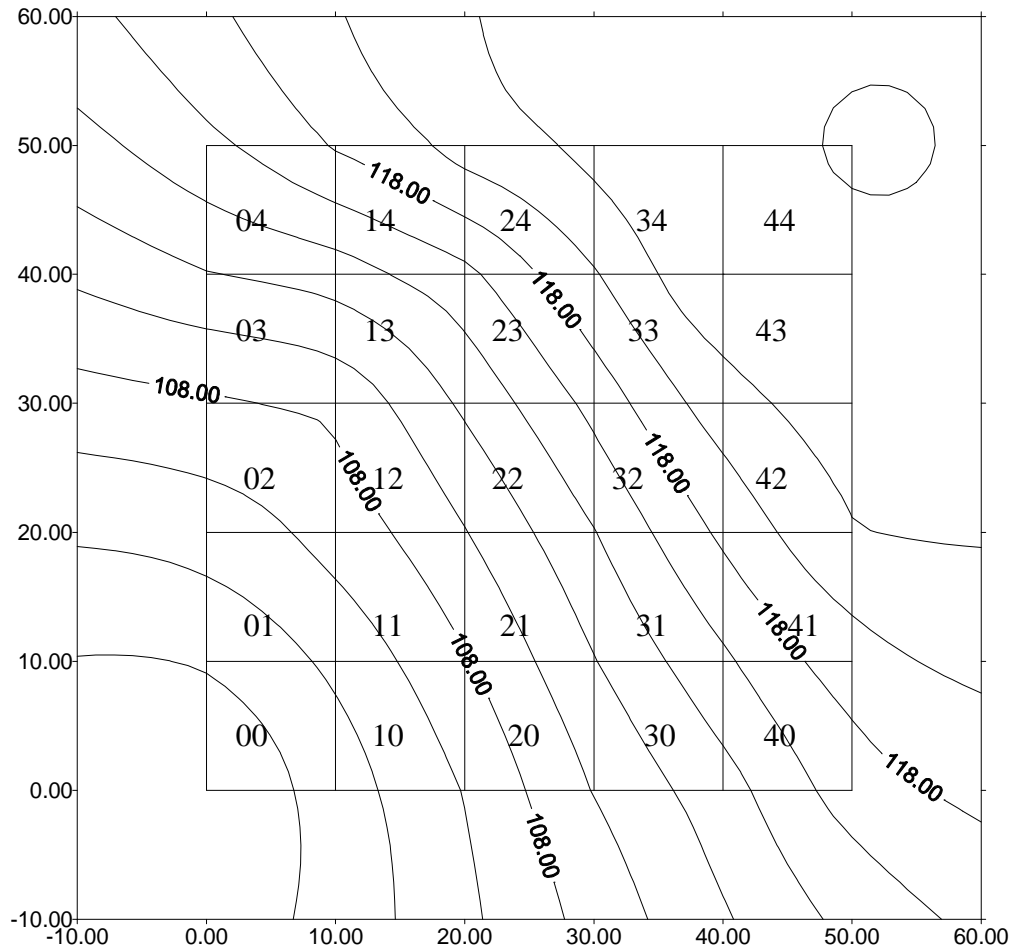
**Figura 9.** Modelo topográfico de la PPM 4 “Chatam” en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.(Léase curva 104 como 190) Fuente: Rivera (2006).

## **Parcela 5**

Se encuentra en una pequeña meseta sobre la sección media de la loma de sotavento en el sendero entre bahía Wafer y Chatham el costado este es cercano a un antiguo sendero. Se ubica a una altitud de 220 msnm en su punto de amarre. Presenta pendiente promedio de 25,6% con una topografía ligeramente regular y de fácil acceso.

El dosel superior alcanza una altura de 18 metros, donde se encuentran especies como *Ocotea insularis* y *Sacoglottis holdridgei*; además *Cecropia pittieri*; es una especie emergente que alcanza hasta 20 m. en el estrato medio se encuentran individuos de *Eugenia pacifica* y *Henrietella fascicularis* con una baja densidad. Además en esta parcela se encuentra el único individuo de *Persea americana* que alcanza el dosel y está muy cercano a la zona de influencia del antiguo sendero. Se observó gran abundancia de *Hypolytrum amplum* en el sotobosque.

La parcela 5 se conocerá en este informe como “El Aguacate” corresponde a la parcela existente numero 2 según el trabajo de Rivera (2006). Corresponde al tercer piso altitudinal y se utilizará en el título segundo y cuarto de esta sección para los análisis correspondientes. A continuación se presenta el modelo de curvas de nivel para la parcela 5 El Aguacate en la Figura 10.



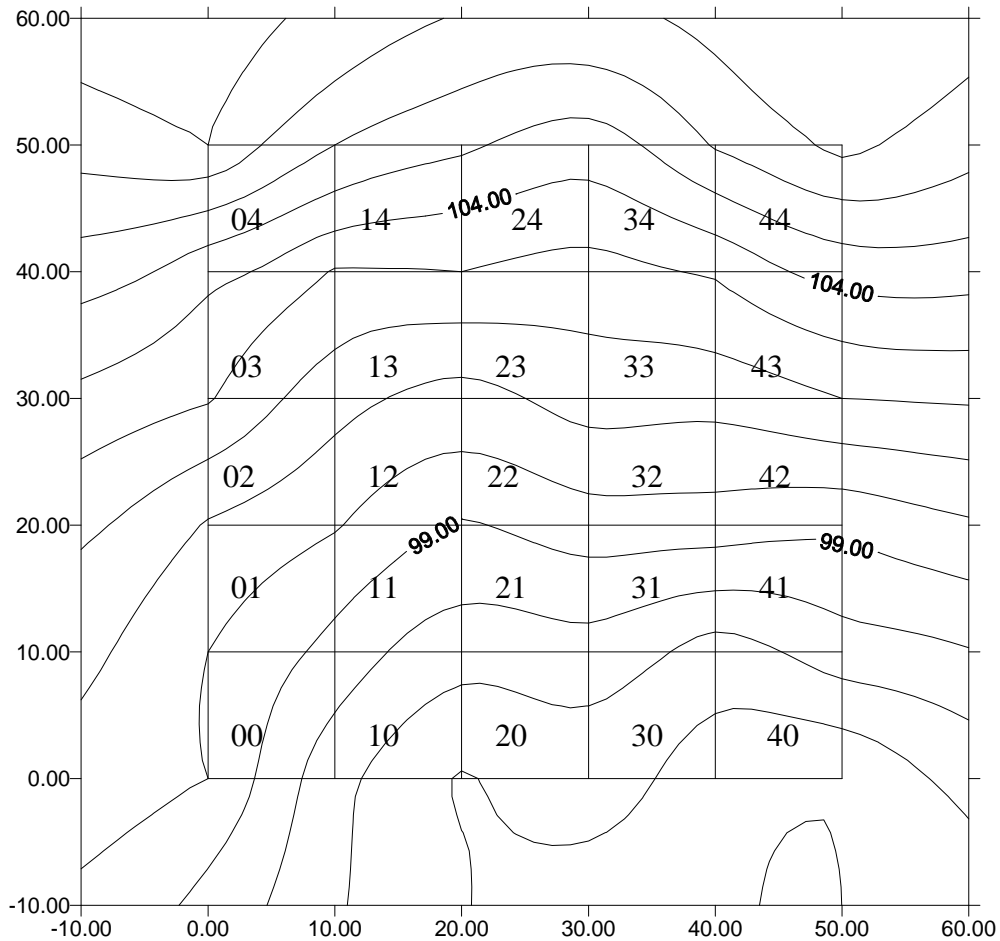
**Figura 10.** Modelo topográfico de la PPM 5 “El Aguacate” en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2006.(Léase curva 108 como 228)  
Fuente: Rivera (2006).

### **Parcela 6**

Se encuentra cerca del punto más alto en el sendero entre bahías Wafer y Chatham con una altitud de 250 msnm en su punto de amarre, siendo esta la mayor altura en la ubicación de las parcelas que comprenden este sector entre bahías. Su topografía es regular comparada con las demás parcelas anteriores y la topografía general de la isla. Tiene pendientes promedio de 18,1%.

El dosel superior alcanza una altura de 18 metros, está compuesto principalmente por especies como *Sacoglottis holdridgei* y *Ocotea insularis*, como especie emergente se encuentra *Clusia rosea* con una altura de 20 metros. La vegetación en el dosel permite la entrada de luz directa al suelo por lo que presenta una baja densidad en ese estrato. La especie *Hypolytrum amplum* se comporta como dominante en el sotobosque además de helechos y *Ossaea macrophylla* (melastomataceae). Se observó una asociación del ave marina *Gygis alba* con individuos de *Sacoglottis holdridgei* usando las ramas como sitios de desove y crianza. La presencia de rocas en esta parcela es nula, esta condición facilita la presencia de cerdos (*Sus scofra*) se observaron sitios de habitual uso por parte de esta especie con suelo expuesto y erosión evidente.

La parcela seis se conocerá en este documento como la “Gygis Alba” y corresponde a una parcela existente instalada por Rivera en 2006 en cuyo documento se conoce como PPM-3 se ubica en el tercer piso altitudinal y será utilizada en los análisis correspondientes a los títulos segundo y cuarto de esta sección A continuación se presenta un modelo de curvas de nivel para la parcela 6 Gygis alba en la Figura 11.



**Figura 11.** Modelo topográfico de la PPM 6 “Gygis alba” en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2006. (Léase curva 99 como 249) Fuente: Rivera (2006).

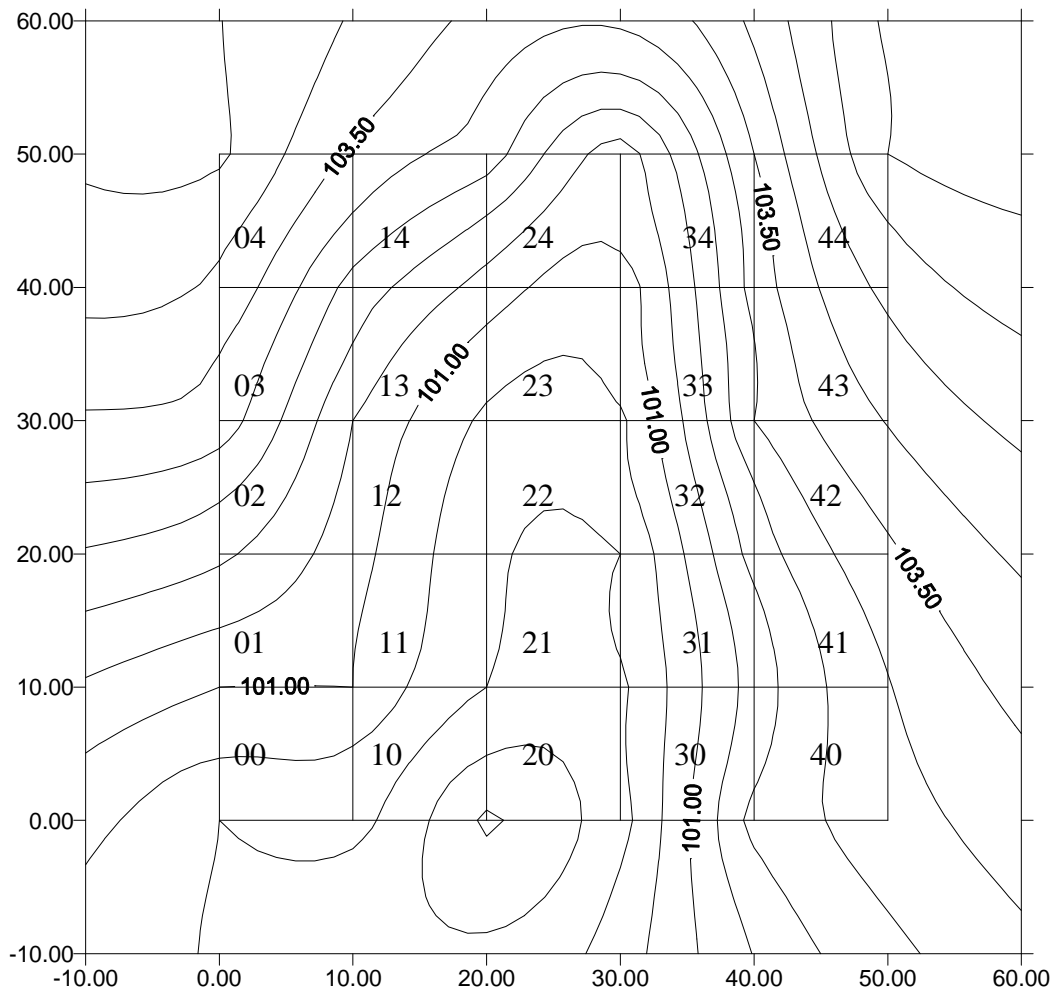
### Parcela 7

El acceso a esta parcela se logra por el sendero hacia cerro Yglesias, y es la primera que se encuentra en dicho sendero. Se ubica a una altitud de 250 msnm. Presenta pendientes promedio de 7,3% por lo que su topografía es muy regular, representando uno de los sitios más planos en todo el camino hacia el Cerro Yglesias y por ende uno de los lugares de mayor facilidad para el establecimiento de la parcela. Es un sitio representativo del área conocida como los llanos de palo de hierro.



El dosel superior alcanza los 19 metros desde el suelo, y la única especie que representa esta altura es *Sacoglottis holdridgei*. No se observaron individuos emergentes en esta parcela. El sotobosque es casi nulo, aunque con algunas representaciones de *Hypolytrum amplum* y helechos, además se observó otra especie perteneciente a la familia Cyperaceae en este sitio. Es frecuente encontrar en esta parcela áreas de anidamiento y copulación de cerdos así como escarbaderos de ratas en busca de lombrices, generando la evidencia de suelo expuesto y plantas del sotobosque con diferentes daños mecánicos sobre todo regeneración de *Euterpe precatória*.

Esta es un área de estudio establecida en 2006 y es conocida en el trabajo de Rivera, también como parcela 7, para este trabajo se le ha dado el nombre de “La Chanchera” es la tercera parcela del tercer piso altitudinal y será utilizada en el título segundo y cuarto de esta sección para los respectivos análisis. A continuación se presenta el modelo de curvas de nivel para la parcela 7 La Chanchera en la Figura 12.



**Figura 12.** Modelo topográfico de la PPM 7 “La Chanchera” en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2006.(Léase curva 99 como 249)  
Fuente: Rivera (2006).

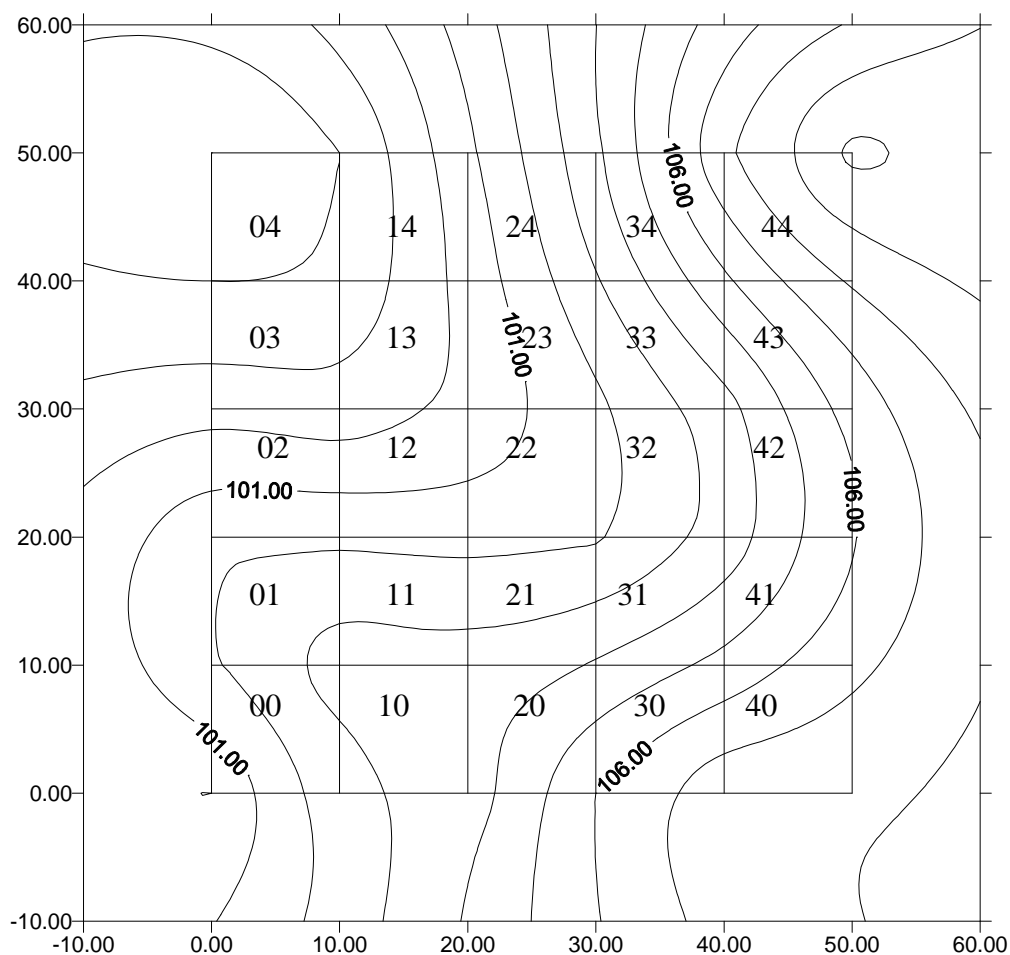
### **Parcela 8**

Al igual que la anterior esta parcela se encuentra por el sendero a Yglesias y es buena representante del área de los llanos de palo de hierro. Se encuentra a 275 msnm en su punto de amarre. La topografía es poco irregular con pendiente promedio de 14,6%.

En el dosel superior se encuentra representantes de las especies *Sacoglottis holdridgei* y *Ocotea insularis*, con alturas de hasta 20 metros, como especie emergente está presente la palma *Euterpe precatoria* midiendo 21 metros de altura. En el sotobosque se encuentran

helechos y la especie *Hypolytrum amplum*, pero es poco denso presentando sectores con suelo desprotegido y evidencias de diferentes actividades de los cerdos

Corresponde a la parcela ocho en el documento de Rivera (2006), para este caso se conocerá como “Los Llanos” se ubica dentro del piso tres y será utilizada en los análisis correspondientes al título segundo y cuarto de esta sección. A continuación se presenta el modelo de curvas de nivel para la parcela 8 en la Figura 13.



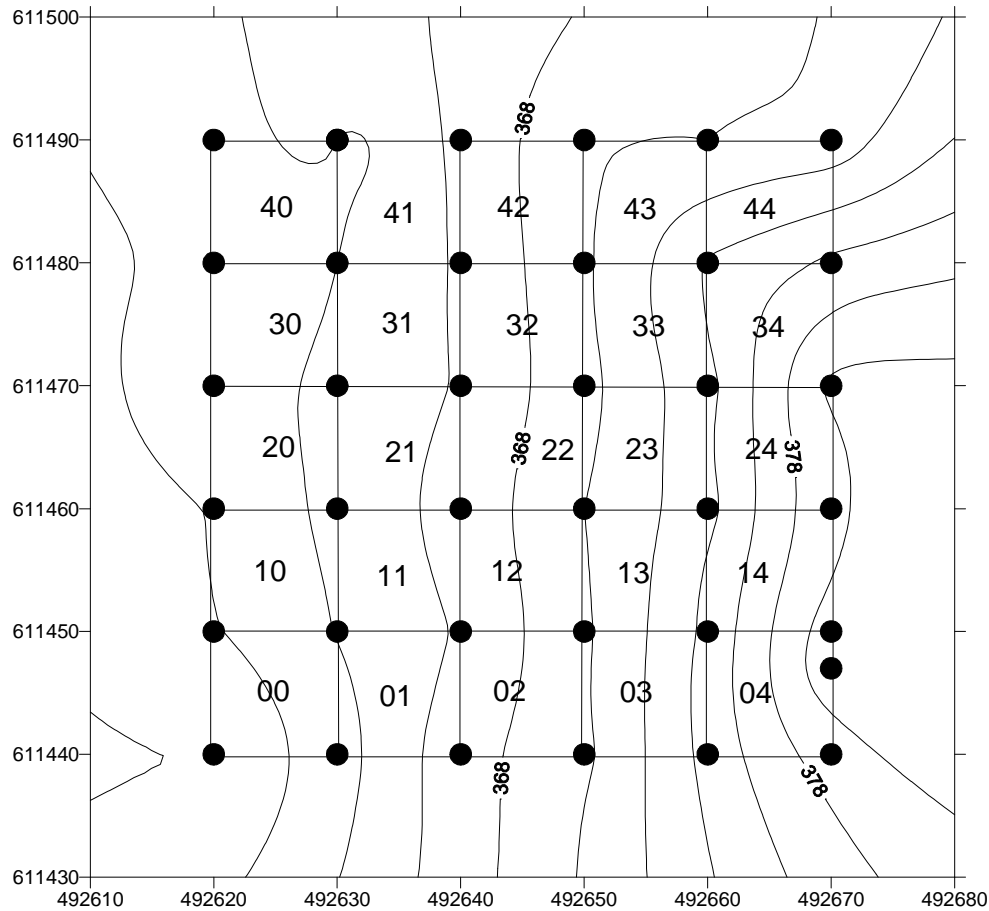
**Figura 13.** Modelo topográfico de la PPM 8 “Los Llanos” en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2006.(Léase curva 181 como 275)  
Fuente: Rivera (2006).

## **Parcela 9**

El ingreso a este sitio se logra por el sendero a cerro Yglesias en una pequeña planicie entre dos quebradas que se unen cerca de la esquina sureste de la parcela además muy cercano a este punto se encuentran ocultas dos cascadas. Se encuentra a una altitud de 360 msnm en su punto de origen y presenta una pendiente promedio de 16% en sentido norte sur, presenta una nubosidad intermitente.

En el dosel se puede observar únicamente *Sacoglottis holdridgei*, como especie emergente se ubica *Euterpe precatória*. Para el sotobosque se encuentra *Hypolytrum amplum* en pequeña proporción mezclada con helechos de varias especies. En el estrato medio se encuentra un aumento de la densidad de *Cyathea alfonsiana* y el ingreso de *Miconia dodecandra* y *Henrietella fascicularis*.

Esta parcela fue instalada en 2012 y se ha definido con el nombre “Las Cascadas”, pertenece al cuarto piso altitudinal y es utilizada en el tercer y cuarto título de esta sección para los respectivos análisis. A continuación en la Figura 14.se muestra el modelo topográfico de curvas de nivel para esta área de estudio.



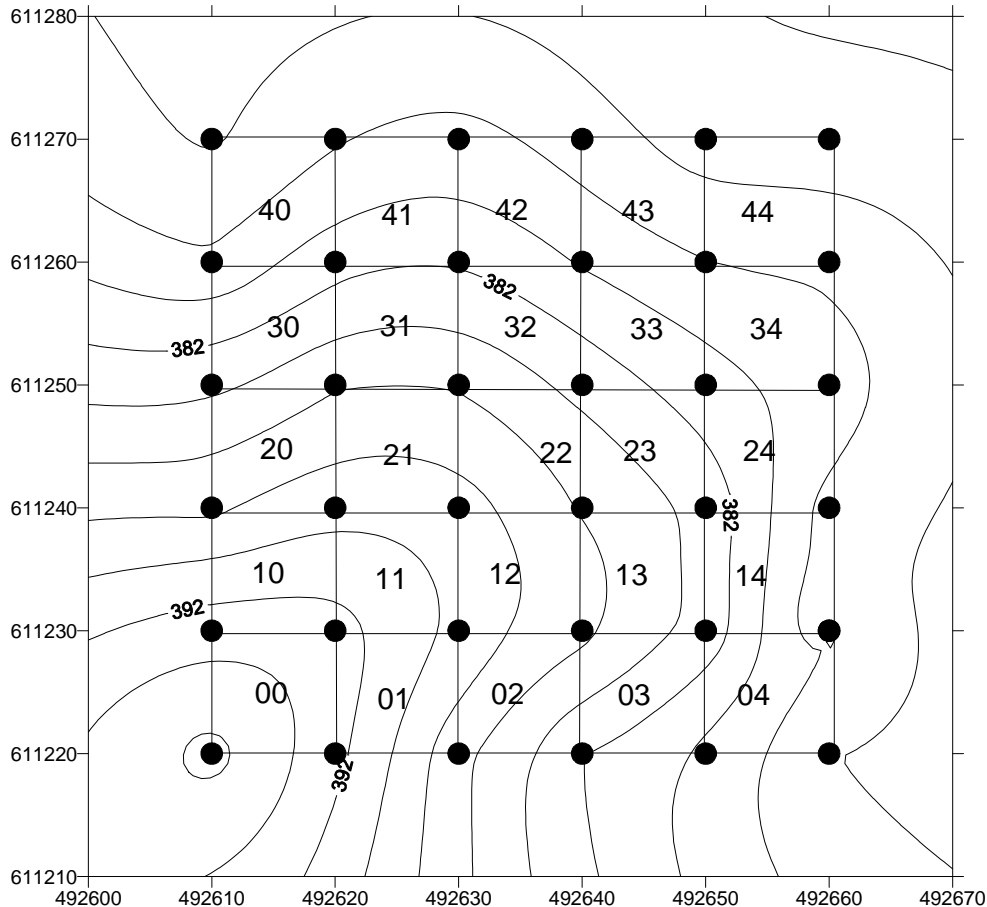
**Figura 14.** Modelo topográfico de la PPM 9 “Las Cascadas” en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2006.

### **Parcela 10**

Es una unidad de muestreo instalada en 2012, es la única cuyo ingreso se da al lado izquierdo del sendero rumbo a Cerro Yglesias, en el extremo este de esta parcela se ubica un antiguo camino, que muy esporádicamente es utilizado por los guardaparques para ingresar a la parte alta de los llanos de palo de hierro. Se encuentra a una altitud de 390 msnm en su punto de origen y presenta una topografía abrupta con pendiente promedio de 21%. En esta parcela se encuentran claros grandes producto de la caída de individuos de grandes dimensiones de la especie *Sacoglottis holdridgei* sobre el extremo noreste.

Para el dosel superior se ubican *Sacoglottis holdridgei* y *Ocotea insularis* en ese nivel se observaron varios árboles moribundos. Como especie emergente se observa la palma *Euterpe precatória*. La densidad observada en el dosel permite el ingreso de suficiente luz para el establecimiento de *Henrietella fascicularis* en el piso medio. Por su parte en el nivel más bajo aparecen individuos de la especie *Rustia occidentalis* la cual junto a *Ocotea insularis* presentan varios ejes de desarrollo y o bifurcaciones.

Fue establecida en 2012, se le conoce como “La Zurda” se agrupa con la anterior en el cuarto piso altitudinal entre 300 y 400 msnm, es utilizada en los análisis respectivos al título tercero y cuarto de esta sección. A continuación en la Figura 15 se muestra el modelo topográfico de curvas de nivel para esta área de estudio.



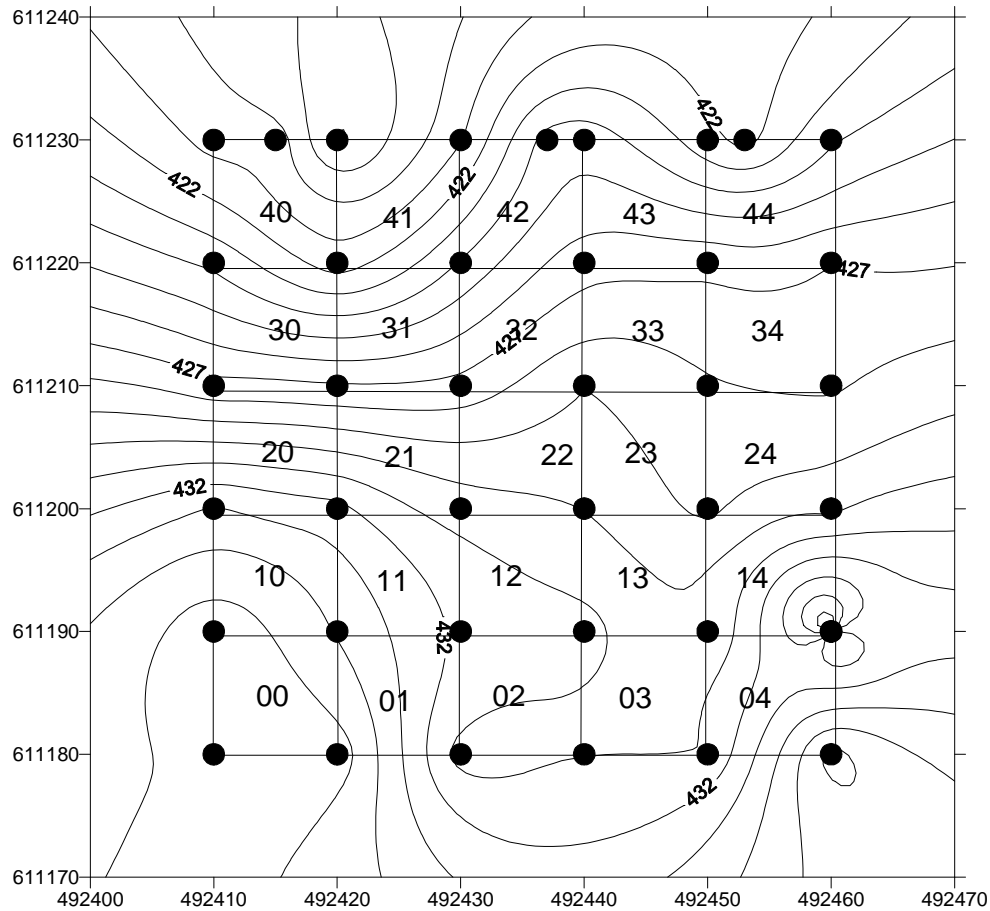
**Figura 15.** Modelo topográfico de la PPM 10 “La zurda” en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2006.

## **Parcela 11**

Esta parcela se encuentra en la base de una loma de gran pendiente a unos 50 m del sendero a Cerro Yglesias a la altura de los 435 msnm en su punto de origen, un curso de agua temporal atraviesa al centro de la parcela en sentido sur norte, presenta una pendiente media de 34% con secciones bastante abruptas hacia el extremo oeste. Se presenta gran nubosidad durante las expediciones realizadas a este sitio.

Posee tres pisos claramente definidos en el primero se observa un aumento en la densidad de helechos arborescentes, al nivel medio se compone de arreglos de *Henrietella fascicularis* y *Miconia dodecandra*, mientras que en el dosel superior se encuentra compartido por *Sacoglottis holdridgei* y *Euterpe precatoria*. La cual alcanza hasta 22 m sobre el suelo. Presenta un sotobosque poco denso con la presencia de helechos menores y algunos sectores con suelo expuesto con clara evidencia de erosión.

Fue establecida en 2012, e identificada con el nombre de “El Susto” se ubica en el quinto piso altitudinal y es utilizada en el análisis respectivo a los títulos tercero y cuarto de esta sección. En la Figura 16 se ilustra el modelo topográfico de curvas de nivel para esta parcela de muestreo.



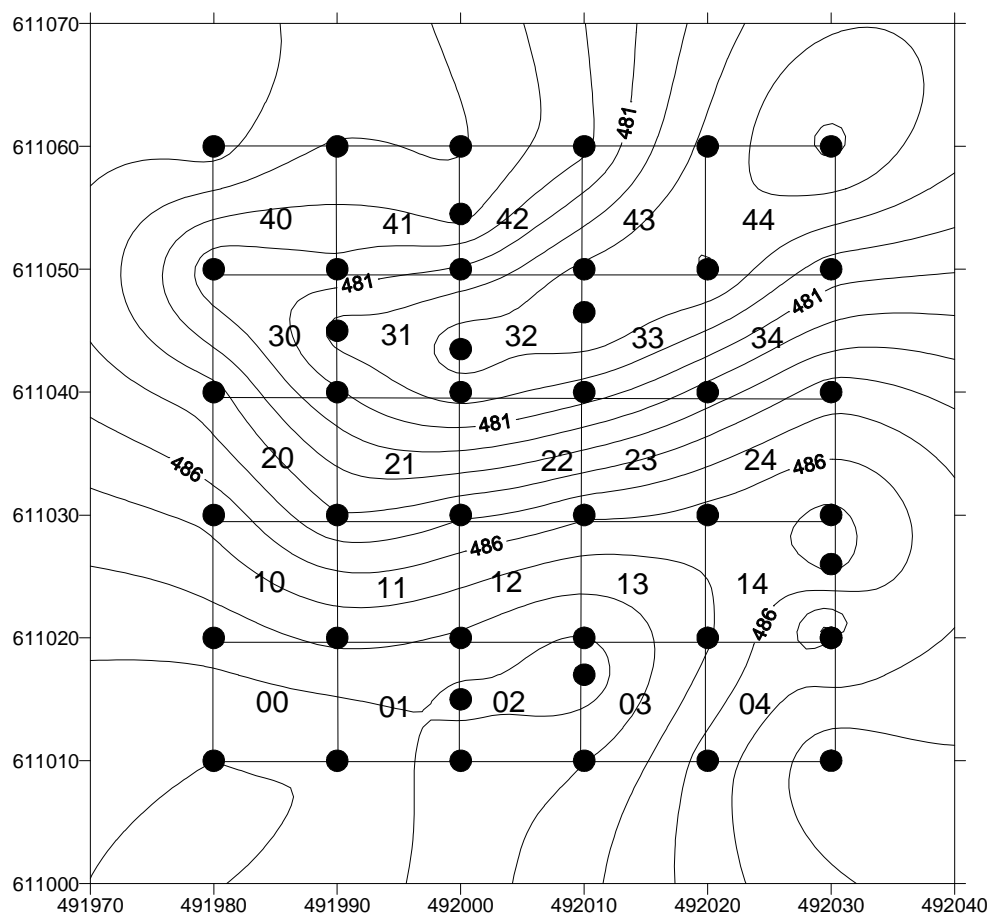
**Figura 16.** Modelo topográfico de la PPM 11 “El susto” en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2006.

### **Parcela 12**

Esta parcela se encuentra en un pequeño altiplano a unos 100 m luego de cruzar una quebrada paralela al sendero rumbo a Cerro Yglesias a la altura del mirador de bahía Yglesias se ubica a los 464 msnm en su punto de origen, un pequeño curso de agua atraviesa la parcela hacia el costado norte con sentido oeste este cerca del cual se presentaron afectaciones de instrumentos de medición por el efecto de magnetismo, cuenta con una pendiente media de 24% con secciones bastante abruptas hacia el extremo norte. Se presentó una gran nubosidad durante todas las expediciones realizadas a este sitio.



En este sitio la densidad del helecho arborescente *Cyathea alfonisiana* se eleva a más del doble que en la parcela anterior, el sotobosque es sumamente denso compuesto por varias especies de helechos, al nivel medio se observan arreglos de *Henrietella fascicularis* y *Miconia dodecandra*, mientras que en el dosel superior se encuentra compartido entre *Sacoglottis holdridgei* y *Ocotea insularis* no se observaron especies emergentes. Presenta alta rocosidad cercano a la quebrada y un aumento en la presencia de musgos colgantes, líquenes y plantas no vasculares. Además se da el ingreso en esta parcela del bejuco *Schlegelia brachyantha* asociado a varios individuos de palo de hierro. Esta unidad de muestreo fue instalada en 2012, llamada “Buena vista” se ubica en el quinto piso altitudinal y es utilizada en el análisis respectivo a los títulos tercero y cuarto de esta sección. En la Figura 17 se ilustra el modelo topográfico de curvas de nivel de este sitio.



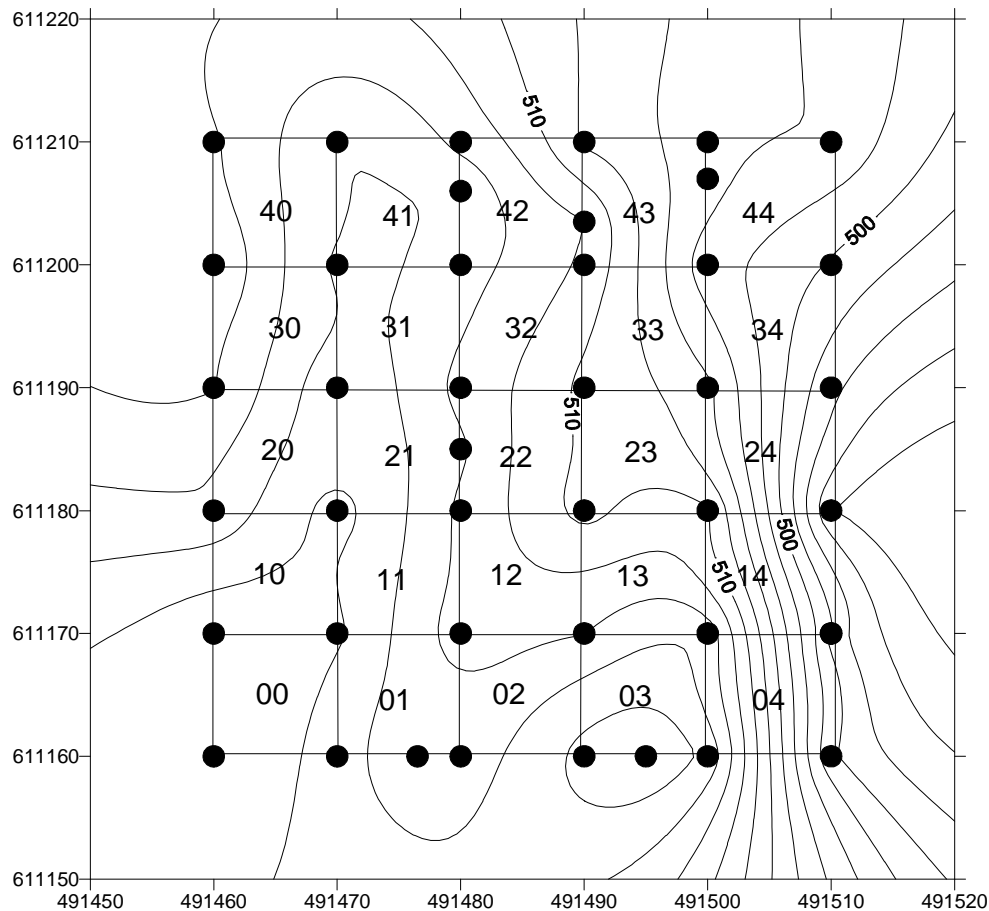
**Figura 17.** Modelo topográfico de la PPM 12 “Buena vista” en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco, Océano Pacífico, Costa Rica, 2006.

### **Parcela 13**

La parcela 13 se encuentra en una ligera pendiente en las faldas del Cerro pelón a unos 50 m del sendero rumbo a Cerro Yglesias, se ubica a los 520 msnm en su punto de origen, un pequeño curso de agua atraviesa la parcela hacia el costado norte con sentido oeste este al igual que en la anterior, cerca de esta quebrada también se observaron afectaciones de instrumentos de medición por el efecto de magnetismo, presenta una pendiente media de 26% con secciones bastante abruptas hacia el extremo noreste. Se presentó gran nubosidad durante todas las expediciones realizadas a este sitio.

En este sitio la densidad de la especie *Cyathea alfonsiana* es también muy elevada y se encuentra en el primer piso del dosel junto a *Rustia occidentalis* y a pesar de la densidad del dosel y la poca iluminación, presenta un sotobosque sumamente denso con varias especies de helechos, el nivel medio se compone de arreglos de *Henrietella fascicularis* y *Miconia dodecandra*, y la aparición de la especie *Myrsine pellucidopunctata*. Mientras que en el dosel superior se encuentra únicamente *Sacoglottis holdridgei* y *Ocotea insularis* no se observaron especies emergentes. Presenta alta rocosidad cercano a la quebrada y un aumento en la presencia de musgos colgantes líquenes y plantas no vasculares. Además se da el ingreso en esta parcela de el bejuco *Schlegelia brachyantha* asociado a varios individuos de palo de hierro.

Fue instalada en 2012, y denominada “Las lanas”, se ubica en el sexto piso altitudinal y es utilizada en el análisis respectivo a los títulos tercero y cuarto de esta sección. En la Figura 18 se presenta el modelo topográfico de curvas de nivel para esta parcela de muestreo.



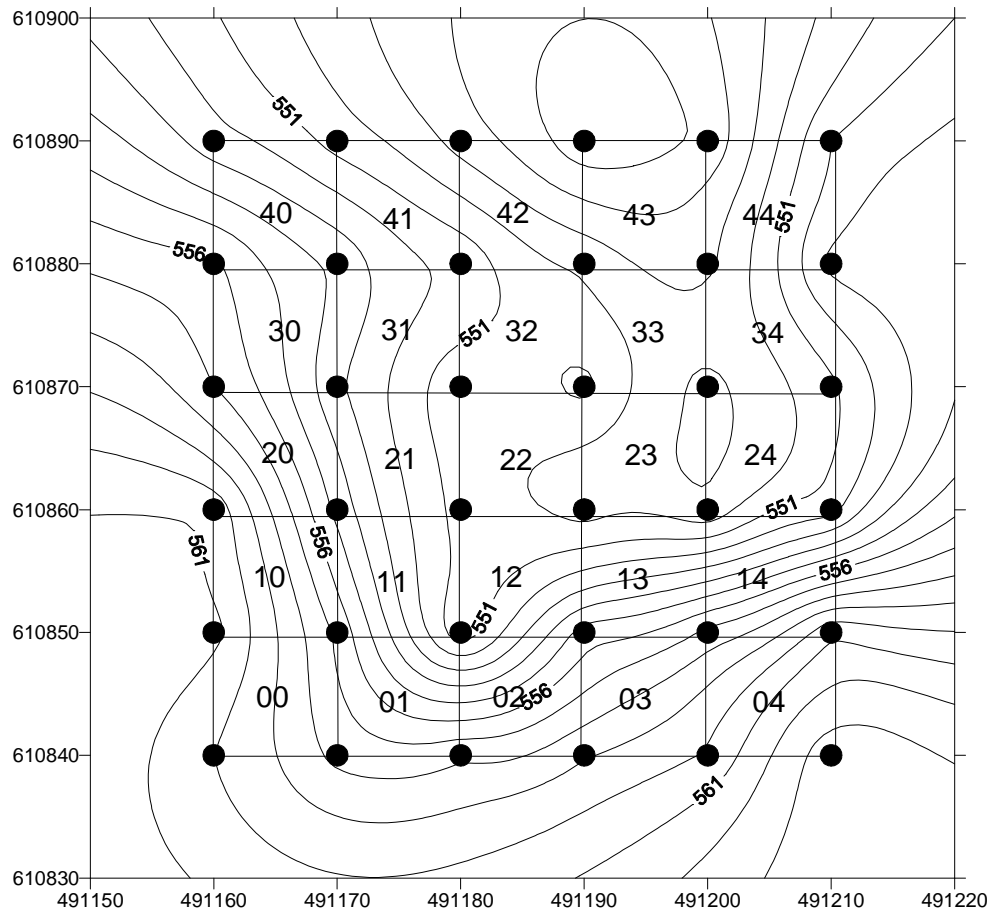
**Figura 18.** Modelo topográfico de la PPM 13 “Las lanas” en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2006.

### Parcela 14

Esta parcela se ubica en las faldas del Cerro Yglesias muy cercana al punto más alto de la isla exactamente a una altitud de 560 msnm en su punto de origen, en el costado oeste se encuentran dos árboles caídos de grandes dimensiones, generando claros en ese sector. Tiene tres cursos de agua temporales, formando pequeños cañones que cruzan la parcela en sentido sur norte a favor de la pendiente que ronda el 40% siendo esta la topografía más abrupta de toda la muestra.

El dosel superior está compuesto por las especies *Sacoglottis holdridgei* y *Euterpe precatória*. Comparten en el piso medio *Hedyosmum racemosum* y *Cyathea alfonsiana* esta última disminuye en densidad su presencia en el sotobosque junto a *Rustia occidentalis* además se encuentra presente el bejuco *Schlegelia brachyantha* asociado a varios individuos de palo de hierro.

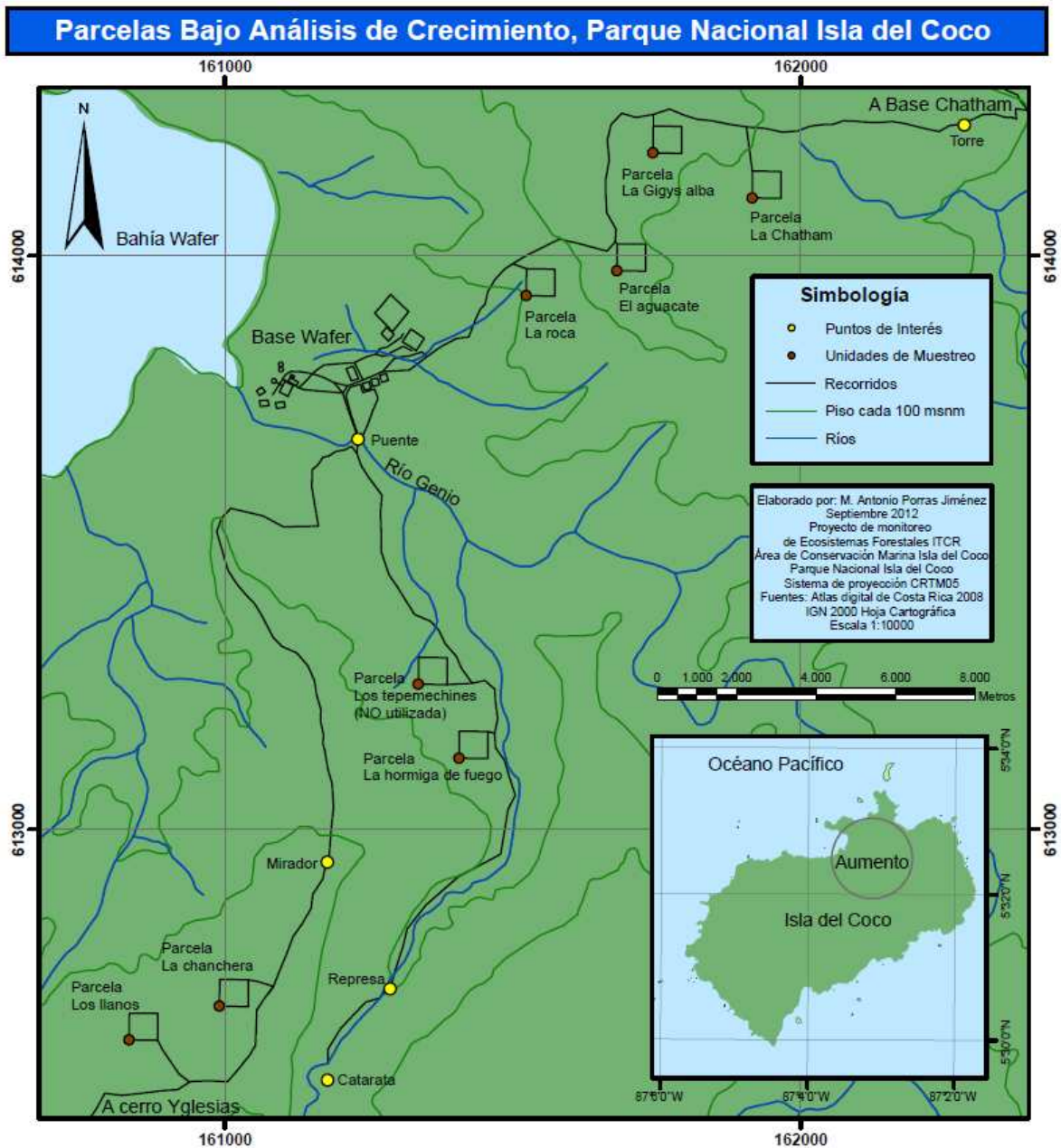
Fue instalada en 2012 y el sitio se nombró “Cielomar” se ubica en el sexto piso altitudinal y es utilizada en el análisis respectivo a los títulos tercero y cuarto de esta sección. En la Figura 18 se ilustra un modelo topográfico de curvas de nivel para esta parcela de muestreo.



**Figura 19.** Modelo topográfico de la PPM 14 “Cielomar” en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2006.

## Monitoreo del bosque pluvial premontano

La información para esta sección proviene de las parcelas establecidas en el 2006 que pudieron ser reubicadas en el sector noreste de la isla, la siguiente figura muestra un mapa con la ubicación de los sitios de muestreo a partir de los cuales se realizó el análisis de crecimiento.



**Figura 20.** Mapa de unidades de muestreo monitoreadas para análisis de crecimiento. Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2006.

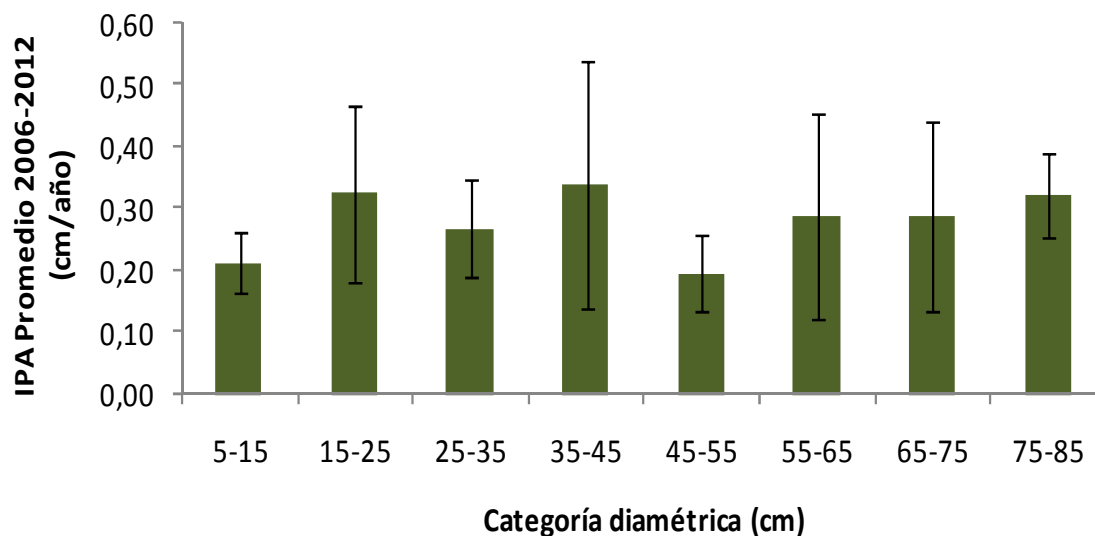
## **Variación en la estructura poblacional**

En el periodo estudiado entre el 2006 y 2012 se han podido registrar cambios en el bosque natural de la isla, estos cambios evidencian la respuesta, por parte de las especies establecidas, frente a la gama de condiciones, variantes de clima, micro sitio y demás factores del ecosistema natural que contribuyen al cambio continuo, como la apertura de claros y la dinámica de parches de los diferentes estadios sucesionales.

En ese sentido la evidencia más importante proveniente de las PPM plasma los cambios de los diámetros y área basal de los árboles de la masa remanente (712 individuos o 685 individuos excluyendo lianas) para las siete parcelas monitoreadas. Dichos cambios se describen a continuación.

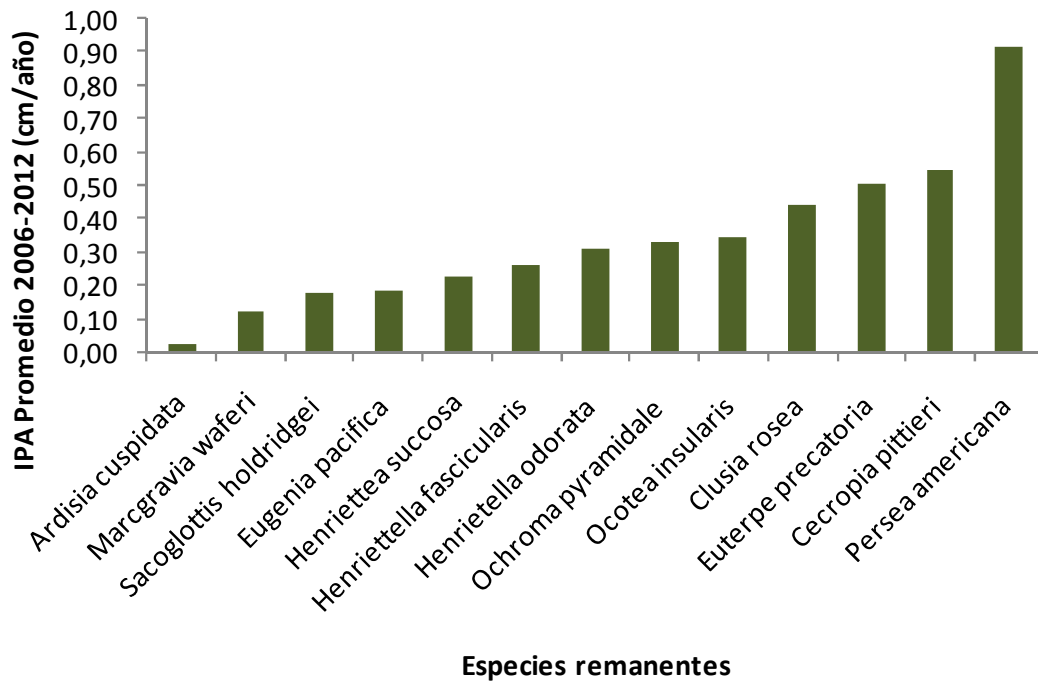
### ***Incremento diamétrico***

Todos los individuos remanentes de la muestra presentan al momento de medición en el 2012 un incremento del diámetro a 1.30 m respecto a los datos reportados por rivera en 2006. El análisis de estos incrementos en el periodo de los últimos 6 años revela el comportamiento de los individuos de la masa arbórea en los diferentes estratos y categorías diamétricas en términos del incremento promedio anual. En ese sentido para este bosque se ha encontrado que el IPA para los diámetros ronda los 2mm/año para todas las categorías diamétricas con máximos de hasta 3,5 cm/año en las categorías entre 15-25, 35-45 y 75-85 cm. La Figura 21. ilustra el comportamiento de IPA por categoría diamétrica.



**Figura 21.** IPA promedio de los diámetros para la masa remanente en el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco, en el periodo 2006- 2012. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

El comportamiento del IPA por clase diamétrica, sugiere tres periodos de crecimiento diamétrico un poco más lento en general para todo el bosque, lo cual podría asociarse a fenómenos de competencia, latencia y fenología así como a factores de productividad de los sitios y características de los suelos. Sin embargo las variaciones dentro de las mismas clases no permiten diferenciar claramente el crecimiento entre categorías diamétricas, permaneciendo todas relativamente cercanas a 2 mm/ha/individuo. Por lo tanto no se puede dejar de lado, el análisis de las especies que conforman cada categoría diamétrica y sus estrategias de crecimiento. El mínimo promedio de crecimiento de diámetro se registro en la clase entre 45 y 55 cm donde la mayoría de los individuos corresponden a *Sacoglottis holdrigei*. A continuación la Figura 22 resume los cambios en diámetro por especie de la muestra.

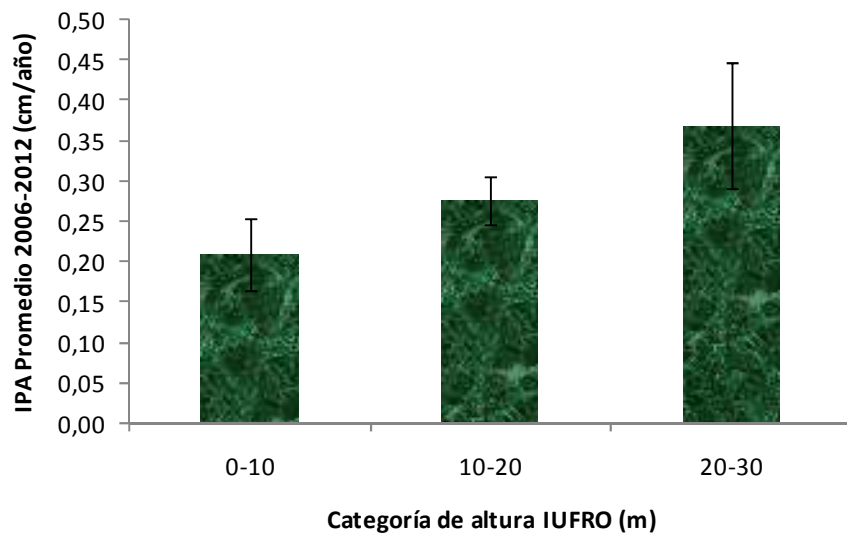


**Figura 22.** IPA promedio de los diámetros por especie de la masa remanente en el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco, en el periodo 2006-2012. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

Las 13 especies reportadas por Rivera presentan individuos en remanencia, la especie con el más acelerado proceso de crecimiento de toda la muestra fue *Persea americana* con un promedio de 9,1 mm/año sin embargo este es un dato unitario y no permite comparación pues proviene de un solo individuo. La especie con un incremento anual menor a 1 mm es mientras *Ardisia cuspidata*. La especie endémica *Cecropia pittieri* presenta un promedio de IPA de 6 mm/año. Mientras que para *Sacoglottis holdridgei* se reporta un IPA de 2 mm/año.

En cuanto al crecimiento diamétrico asociado al estrato, se puede afirmar que este bosque se comporta dentro del rango de lo predecible en el sentido de que los individuos con mayores alturas y mayor exposición a la luz, los que están en el dosel superior, presentan los más altos valores promedios de incremento de diámetro, como se muestra a continuación en la Figura 23.



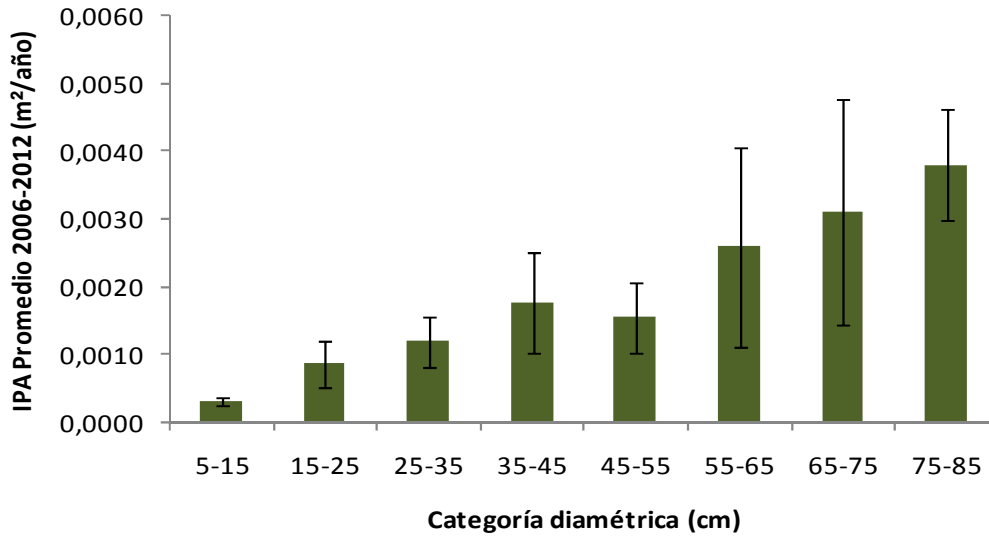


**Figura 23.** IPA promedio de los diámetros por categoría de altura para la masa remanente en el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco, en el periodo 2006-2012. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

Con base en el gráfico anterior, se deduce que existen diferencias claras, para los ritmos de crecimiento promedio del diámetro de los individuos, entre los diferentes estratos del bosque. Además el IPA para el diámetro se comporta de una manera directamente proporcional a la clase de altura. Y el crecimiento fue más uniforme para todos los individuos en el estrato medio.

### ***Incremento basimétrico***

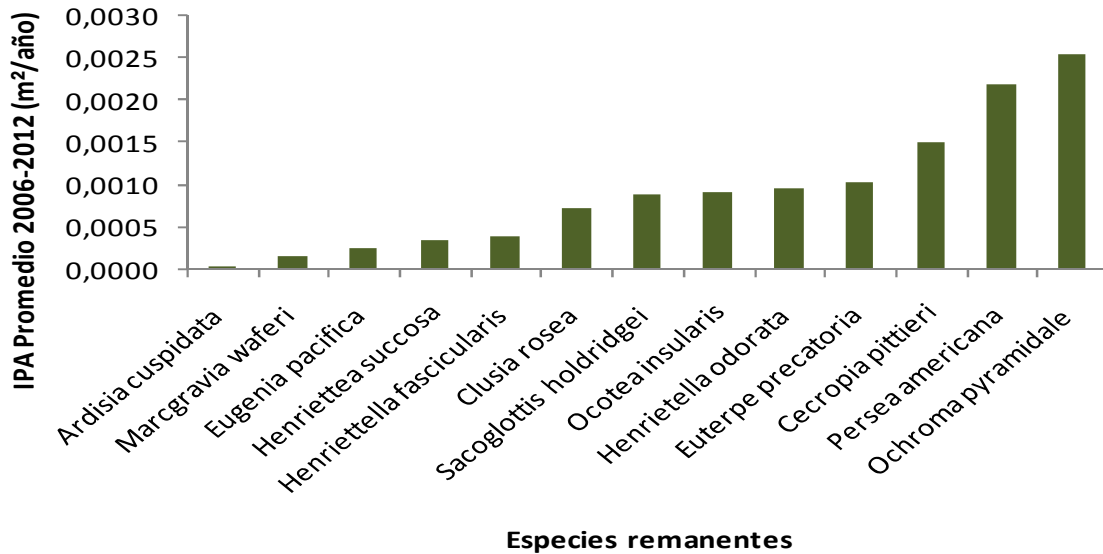
Consecuentemente al cambio en los diámetros de la masa remanente, se registró también un aumento en el área basal del bosque, el cual se ha descrito como un incremento promedio anual por clase diamétrica y por especie. En general todas las clases diamétricas registran incrementos de área basal, siendo este directamente proporcional a la clase diamétrica, como se muestra a continuación en la Figura 24.



**Figura 24.** IPA promedio de área basal para la masa remanente en el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco, en el periodo 2006-2012. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

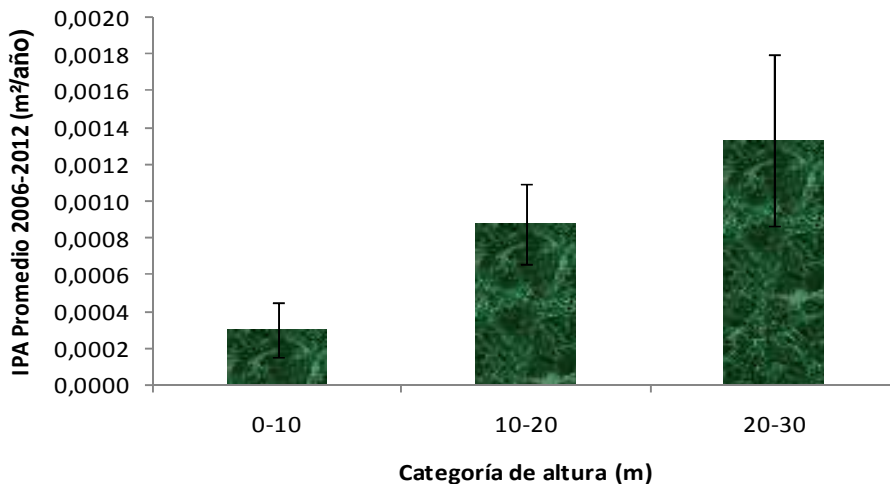
En contraposición al comportamiento, casi uniforme, del incremento diamétrico por categoría, el incremento promedio anual para el área basal de los individuos, presenta diferencias entre las categorías diamétricas siendo los individuos de la clase entre 75 y 85 cm los que aportan la mayor área de crecimiento al bosque, según la Figura 24 el aporte de área basal de un individuo de las clases altas, es hasta tres veces mayor al aporte de un individuo joven de las clases inferiores. Los individuos de las categorías entre los 55-65 y 65-75 cm crecen de una forma diferenciada pues presentan las mayores variaciones.

Ramírez et al (2009) reporta un incremento promedio anual casi al doble para las heliófitas efímeras que para la especies tolerantes o esciófitas en bosques de Venezuela, lo cual concuerda con lo encontrado en este estudio, donde las especies que reportan el mayor ritmo de aumento de área basal por año corresponden a especies heliófitas y de rápido crecimiento como *Ochroma pyramidale* y *Cecropia pittieri*, a este grupo se une la especie introducida *Persea americana*. En la Figura 25, se aprecia cómo es posible agrupar las especies en al menos tres grupos, en primer lugar quienes suman menos de 0,0005 m²/año de área basal por individuo, seguido del grupo que suma en promedio entre 0,0005 y 0,0015 m²/año, por último un grupo que suma hasta 0,0025 m²/año.



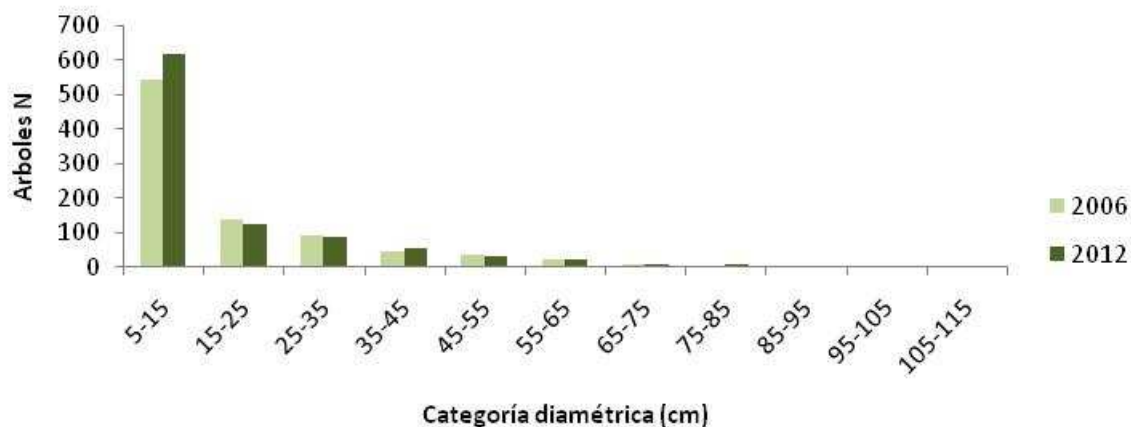
**Figura 25.** IPA promedio del área basal por especie para la masa remanente en el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco, en el periodo 2006-2012. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

El incremento en área basal, tiene al igual que el incremento en diámetro, un comportamiento directamente proporcional a la altura en el dosel, de manera que en promedio, los individuos que se encuentran en el dosel superior generan el mayor ingreso de área basal al bosque. Esto se ilustra a continuación en la Figura 26.



**Figura 26.** IPA promedio del área basal por clase de altura para la masa remanente en el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco, en el periodo 2006- 2012. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

Comparando los valores de abundancia y dominancia de especies por clase diamétrica, entre los dos periodos estudiados, es posible crear una imagen de lo que ha sucedido con la estructura poblacional del bosque en estos seis años, en forma cuantitativa. A continuación la Figura 27 presenta la comparación directa entre el número de árboles por clase diamétrica para los dos años en que se efectuaron las mediciones.

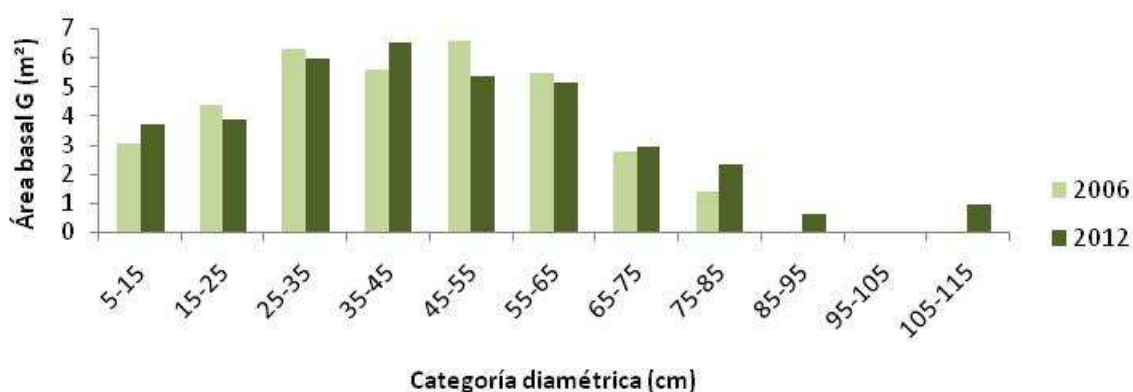


**Figura 27.** Número de individuos por clase diamétrica para la muestra total en el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco, en el periodo 2006-2012. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

El cambio observado en la primera categoría diamétrica, refleja el hecho de que esta etapa, es una de las más dinámicas en el bosque, pues es en donde convergen al mismo tiempo fenómenos de crecimiento, mortalidad y reclutamiento, mientras que en las categorías superiores, la única manera de incrementar los valores es por el crecimiento y el paso de individuos de una categoría a la siguiente siendo además afectadas por la mortalidad, por lo que en algunos casos incluso se observa una disminución en el número de individuos como en la categoría entre 25 y 35 cm.

En el caso del área basal, esta se comporta casi como una distribución normal presentando los cambios más pronunciados en las categorías entre 35 y 45 cm y 75 y 85cm. Además se presentan dos excepciones pues en la PPM-6 ingresaron dos individuos de *Sacoglottis holdridgei* de grandes dimensiones que en 2006 no fueron marcados. De manera que genera

un gran aumento de área basal en las clases superiores. A continuación la Figura 28 ilustra los cambios del bosque en área basal.



**Figura 28.** Área basal por clase diamétrica para la muestra total en el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco, en el periodo 2006-2012. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

### Variación en la composición florística

Todas las especies reportadas por Rivera (2006) fueron encontradas en esta oportunidad, se reporta una corrección taxonómica para la especie *Maieta poelpigi* manteniéndose en la misma familia de las melastomatáceas pero con el nombre de *Conostegia lasiopoda*. Debido a la diferencia de los objetivos en el estudio de 2006 no se tomaron en cuenta en aquel momento los helechos arborescentes de la familia cyatheaceae, para el presente estudio si se han tomado en cuenta, además ingreso en el muestreo la especie *Entada gigas* una liana muy común de las zonas alteradas de las bahías Wafer y Chatam que se ha diseminado también en ciertas zonas del bosque sobretodo en claros recientemente abiertos. De manera que el número de especies presentes aumenta en dos unidades para un total de 15 especies en 12 familias botánicas como se describe a continuación en el Cuadro 4.

**Cuadro 4.** Lista de especies encontradas en siete parcelas monitoreadas en el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ECOLOGÍA
Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i> var. <i>longevaginata</i> (Mart.) An. Hend.		nativo
Cecropiaceae	<i>Cecropia pittieri</i> B. L. Rob.	Guarumo	endemico
Clusiaceae	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	Copey	nativo
Cyatheaceae	<i>Cyathea nesiotica</i> (Maxon)	Helecho	endemico
Fabaceae	<i>Entada gigas</i> (L.) Fawc.		nativo
Humiriaceae	<i>Sacoglottis holdridgei</i> Cuatrec.	Palo de hierro	endemico
Lauraceae	<i>Ocotea insularis</i> (Meisn.) Mez	Aguacatillo	nativo
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	introducido
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav.) Urb.	Balsa	nativo
Marcgraviaceae	<i>Marcgravia waferi</i> Standl.	Bejuco	endemico
Melastomataceae	<i>Henrietella odorata</i> Markgr.		nativo
Melastomataceae	<i>Henrietella fascicularis</i> (Sw.)		nativo
Melastomataceae	<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.)		nativo
Myrcinaceae	<i>Ardisia cuspidata</i> Benth.		endemico
Myrtaceae	<i>Eugenia pacifica</i> Benth.		endemico

De las 15 especies registradas, se encontraron seis especies endémicas para un porcentaje de 40% de endemismo, un nivel bastante alto que se justifica por las características de insularidad y lejanía del sitio. La familia más diversa es Melastomataceae con tres especies y se reportan además dos especies introducidas en la muestra las cuales son *Entada gigas* y *Persea americana* con dos y un individuo respectivamente. Estas especies han ingresado en parcelas cercanas a zonas de alta influencia humana justamente en las parcelas conocidas como La Roca y El Aguacate cercanas a un antiguo sendero.

### ***Mortalidad y reclutamiento***

Además de los incrementos diamétricos y basimétricos de los individuos de la masa remanente se suman, a la dinámica de cambio continuo del bosque, las relaciones de las especies e individuos que mueren y los que alcanzan el diámetro mínimo de medición a partir del cual se establece la muestra (Dauber 2003), que para este caso, como se ha mencionado ya, es de 5 cm. Estos cambios en mortalidad y reclutamiento permiten comprender el estado dinámico del bosque así como la capacidad del mismo para perpetuarse (Quinto *et al* 2009). En todas las unidades de muestreo se registraron muertos e ingresos sin embargo las proporciones entre ambas variables son disímiles como se muestra a continuación en el Cuadro 5.

**Cuadro 5.** Mortalidad, reclutamiento y recambio en siete parcelas monitoreadas en el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

Unidades de muestreo	Individuos 2006 (árbol/ha)	Muertos 2006-2012 (árbol/ha)	Tasa anual de mortalidad (%)	Ingresos 2006-2012 (árbol/ha)	Tasa anual de ingreso (%)	Presentes 2012 (árbol/ha)	Diferencia 2006-2012 (árbol/ha)	Tasa anual de recambio (%)
1	700,00	136,00	3,24	252,00	6,00	816,00	116,00	2,76
2	556,00	48,00	1,44	208,00	6,24	716,00	160,00	4,80
3	472,00	76,00	2,68	36,00	1,27	432,00	-40,00	-1,41
4	448,00	56,00	2,08	128,00	4,76	520,00	72,00	2,68
5	584,00	216,00	6,16	152,00	4,34	520,00	-64,00	-1,83
7	368,00	60,00	2,72	40,00	1,81	348,00	-20,00	-0,91
8	436,00	68,00	2,60	60,00	2,29	428,00	-8,00	-0,31
<b>Total</b>	3564,00	660,00		876,00		3780,00	216,00	
<b>Media</b>	509,14	94,29	2,99	125,14	3,82	540,00	30,86	0,83

La parcela en la que se registró la mayor mortalidad fue en la llamada “La hormiga de fuego” y que antes se conocía como PPM 5, con una tasa anual de 6,16%. La parcela con menos mortalidad fue “El aguacate” conocida antes como PPM 2 en donde además se registra el mayor número de ingresos con una tasa de ingreso de 6,24% por lo que a su vez esta parcela refleja la más alta tasa anual de recambio. Existen cuatro parcelas con un balance negativo entre 2006 y 2012 estas mismas presentan una tasa de recambio negativa sin embargo el balance general para toda la muestra es una tasa de recambio positiva en promedio de 0,83% esto implica que en general el bosque está recuperando ligeramente la masa arbórea que ha perdido en el periodo estudiado de manera que puede ser capaz de mantener en equilibrio las relaciones de intercambio energético. Sin embargo existen diferencias evidentes entre las tasas de recambio de las diferentes parcelas. Estas diferencias al menos en las parcelas “La chanchera” o PPM 7, “Los llanos” o PPM 8 y “Gigys alba” o PPM 3 podrían ser atribuibles a los efectos que las especies introducidas pueden estar ejerciendo sobre la regeneración, pues en estos sitios se observó la alta presencia de cerdos, ratas y venados en relación a los otros sitios y también se observaron grandes porciones de suelo descubierto con evidencia de erosión cercana a los sitios de nidación de cerdos.

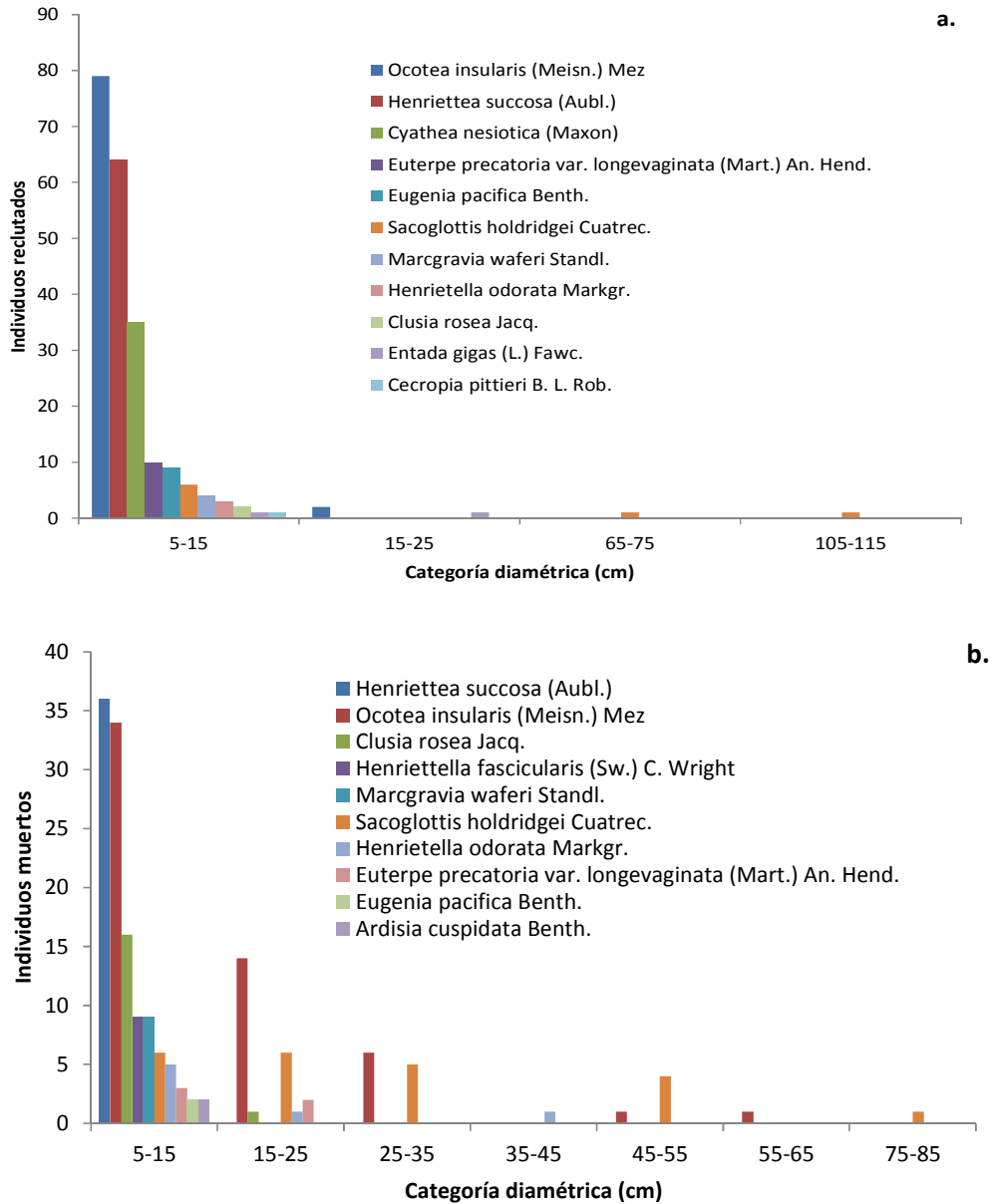
La cantidad de individuos que ingresan o mueren en las parcelas permanentes permite inferir acerca del grado de intercambio energético que posee el bosque. Acosta (2012), reporta tasas de reclutamiento y mortalidad de 1.88 y 1.5 individuos por hectárea, para los bosques maduros del Parque Nacional La Cangreja, en el caso del bosque en estudio los valores respectivos encontrados para estas variables son 3.82 y 2.99 individuos por hectárea. Pérez (2006) reporta una tasa anual de recambio para bosques intervenidos de la península de Osa de 1.66% ligeramente superior a la tasa obtenida en este estudio. Por su parte (Meza et al 2003) reportan recambios positivos en bosques naturales de Costa Rica menores al 1% al igual que en el caso de este bosque de la Isla, lo cual es evidencia del estado dinámico en el que se encuentra el bosque pluvial premontano.

La especie con el mayor número de reclutas fue *Ocotea insularis* con 79 nuevos individuos seguida de *Henriettea succosa* y *Cyathea nesiotica* con 64 y 35 individuos respectivamente. Por otra parte las especies que presentan mayor mortalidad corresponden a *Henriettea succosa*, *Ocotea insularis* y *Clusia rosea*. Las proporciones de ingreso y mortalidad por especies se muestran en la Figura 29.

Tanto los reclutas como los muertos se encontraron en mayor cantidad en las clases diamétricas inferiores como se observa en la figura anterior. La especie *Sacoglottis holdridgei* presenta casi la misma mortalidad en todas las categorías a excepción de 35-45 donde ningún individuo de esta especie murió.

Por otro lado para esta misma especie los reclutas solo se encuentran en la primera categoría como es de esperarse en vista del lento crecimiento que tiene esta especie y el corto periodo de medición. Además la especie *Ocotea insularis* presenta una mortalidad inversamente proporcional a la clase diamétrica. Lo anterior refuerza el criterio de que la etapa de más dinámica se da en la primera categoría diamétrica (Lodoño 1999).

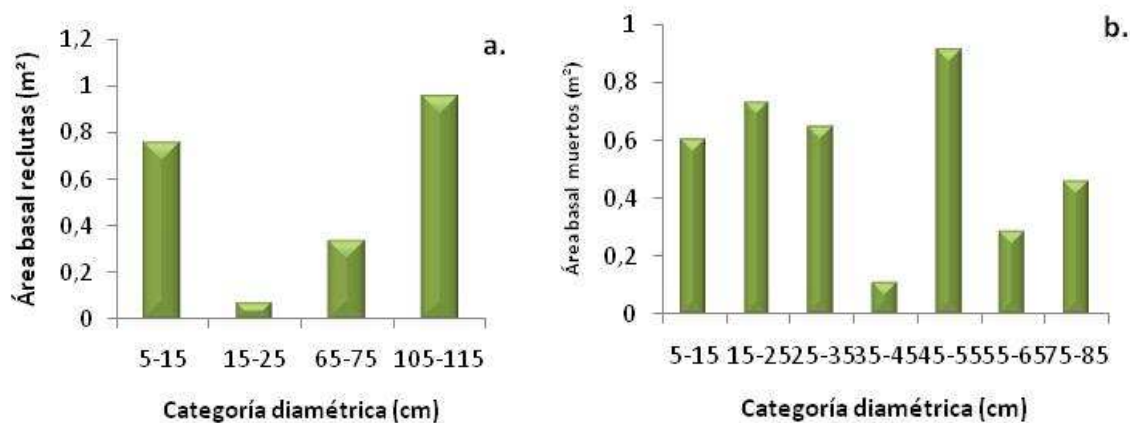




**Figura 29.** Reclutas (a.) y muertos (b.) en el periodo 2006-2012 por categoría diamétrica y por especie para el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

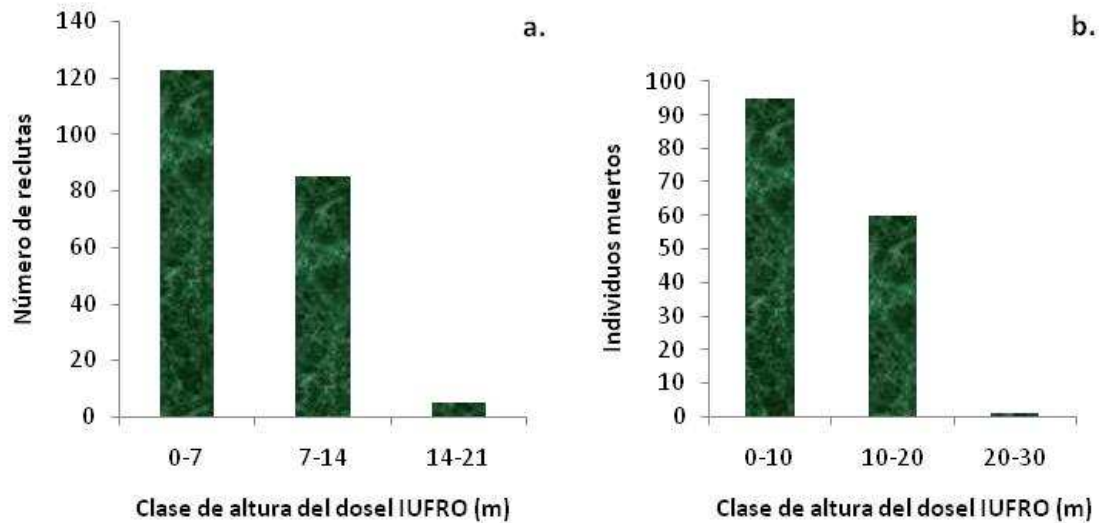
El área basal que ingreso al bosque lo hizo principalmente en la primera categoría diamétrica, y algunos de más rápido crecimiento alcanzaron a ingresar directamente a la segunda categoría diamétrica, sin embargo, en la parcela “Chatham” o PPM 4, se

registraron dos grandes individuos que no fueron marcados en 2006 esta situación justifica el hecho de que parte del área basal de ingreso se encuentre en las categorías altas. Por su parte el área basal que sale del sistema, es proveniente de individuos de todas las clases diamétricas aunque presenta diferencias significativas entre las clases siendo la menor la de entre 35 y 45 cm. Lo anterior se ilustra a continuación en la Figura 30.



**Figura 30.** Suma de área basal de reclutas (a.) y muertos (b.) en el periodo 2006-2012 por categoría diamétrica para el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

En cuanto a los ingresos por clase de altura del dosel como es de esperarse para este tipo de bosque la mayoría de reclutas se encuentran en los pisos inferiores del dosel lo que refleja que los reclutas son individuos de pequeña o mediana altura y diámetros cercanos al mínimo de medición a continuación la Figura 31 presenta la distribución de los reclutas por clase de altura para el bosque en general.



**Figura 31.** Número de reclutas (a.) y muertos (b.) en el periodo 2006-2012 por clase de altura en el dosel IUFRO para el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco, Océano Pacífico, Costa Rica, 2012.

La especie que más aporta a la mortalidad en el dosel es *Sacoglottis holdridgei* mientras que la especie con más aportes de mortalidad en el piso inferior es *Ocotea insularis*. Por su parte el piso medio tiene una relación muy equilibrada entre los individuos muertos y los ingresos. Lo anterior puede ser un indicador de que los cambios en la densidad del dosel son menores a los cambios en la densidad del sotobosque, de manera que si se están muriendo pocos individuos altos los porcentajes de luz que ingresan a los pisos inferiores no cambian significativamente como para provocar un retroceso de la regeneración.

## *Índices de diversidad*

### **Índice de Shannon y riqueza de especies**

Los cambios en la cantidad de especies y la proporción en la que están presentes en el área estudiada generan cambios en los principales índices indicadores de la diversidad presente en esos sitios. En el Cuadro 6 se muestran las variaciones entre el índice de Shannon y de riqueza del bosque.

**Cuadro 6.** Comparación de los índices de Shannon y de riqueza en el periodo 2002-2012 para el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco, Océano Pacífico, Costa Rica. 2012.

ÍNDICE	2006	2012
Índice de Shannon	0,74	0,76
Índice de Riqueza	66,53	64,69

Como analizamos en la sección anterior existe un balance general positivo para todo el bosque en promedio sobre la tasa de recambio lo cual concuerda con el leve aumento en el índice de diversidad de Shannon, atribuible por un lado a la estabilidad de las especies remanentes y por otro al ingreso de dos especies en la muestra. Sin embargo esta comparación se ha dado sobre siete parcelas mientras que en 2006 fue registrado con base en ocho parcelas este cambio en el área podría estar favoreciendo a que el aumento en diversidad sea tan pequeño. Por otra parte en el índice de diversidad de 2012 se han incluido los helechos arborescentes mientras que en 2006 no.

En cuanto al índice de riqueza de especies se registra una leve disminución. El índice de riqueza para el bosque es ahora del 64,69%; lo que indica que el nivel de diversidad es relativamente alto. Leiva (2001), reporta para dos parcelas de la Estación Biológica la Selva valores de índice de Shannon entre 1,5 y 1,8 e índices de riqueza entre 73% - 81%, mientras Córdoba (2002) reporta para bosques de la Región Huetar Norte un valor promedio de 83%. Rivera (2006). Para el caso de la isla y por sus características únicas estos índices reflejan que a pesar de la poca cantidad de especies presentes puede ser considerada un área diversa comparable con sitios continentales.

### **Coefficiente de mezcla y afinidad**

El coeficiente de mezcla para el bosque en estudio paso de 1:75 en 2006 a 1:63 esto indica que ahora por cada 63 individuos muestreados, es posible encontrar una nueva especie mientras que antes se requerían 75 individuos, al igual que en la comparación de los índices anteriores este bosque a tenido un ligero aumento de diversidad respecto a 2006 atribuible como ya se menciona a las nuevas especies incluidas en la muestra. Además se considera

este bosque como uno de una muy baja diversidad si se compara con otros bosques analizados por Lamprecht (2000), quien reporta un coeficiente de mezcla que varía entre 1:3 y 1:4 en bosques amazónicos, en donde los valores correspondientes a las condiciones promedio son de aproximadamente 1:7, de manera que el grado de mezcla ya sea para el bosque en total o para cada una de las parcelas es significativamente más bajo que en ecosistemas continentales.

Sin embargo la comparación de este ecosistema mayoritariamente oceánico con otros ecosistemas continentales no es realmente apropiada aun cuando se equiparen en parámetros ambientales ya que en términos de diversidad las posibilidades de la isla se ven severamente restringidas por el tiempo y el espacio, aun así los valores observados representan un índice significativo para el estudio de éste ecosistema y su comportamiento recientemente investigado. A continuación se presenta en el Cuadro 7, una comparación entre los sitios y entre los periodos en análisis.

**Cuadro 7.** Comparación entre los coeficientes de mezcla del periodo 2002-2012 encontrados en siete parcelas monitoreadas en el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

Parcela	2006			2012		
	Especies	Individuos	CM	Especies	Individuos	CM
1	7	175	1:25	8	204	01:25
2	12	140	1:12	14	179	01:13
3	7	118	1:17	7	108	01:15
4	7	112	1:16	7	130	01:18
5	7	146	1:21	6	130	01:22
6	7	87	1:12			
7	6	92	1:15	7	87	01:12
8	8	109	1:14	9	107	01:12
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>978</b>	<b>1:75</b>	<b>15</b>	<b>945</b>	<b>1:63</b>

En el análisis del coeficiente de mezcla para cada una de las parcelas en estudio de acuerdo a los resultados del Cuadro 7, se observa como las parcelas con mayor diversidad son la 7 y 8, en las que se necesitan solo 12 individuos muestreados para encontrar una especie nueva, mientras que la parcela 2 que en 2006 muestra la mayor diversidad ahora ocupa un tercer

lugar. Por otro lado la parcela de menor diversidad continua siendo la número uno, necesitando 25 individuos muestreados para encontrar una nueva especie.

Tanto el coeficiente de mezcla como el coeficiente de afinidad, son a menudo utilizados para comparar los sitios de muestreos desde el punto de vista florístico. En este estudio se efectuó el cálculo comparando todas las parcelas entre sí por lo que se obtuvo una primera imagen que permite afirmar que todos los sitios presentan una mezcla similar de especies y una similitud siempre mayor al 50% entre los sitios. En el Cuadro 8. se muestran las variaciones encontradas entre las parcelas monitoreadas respecto a la abundancia de las especies encontradas.

**Cuadro 8.** Comparación de parcelas y coeficiente de afinidad de la abundancia para el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

Comparacion entre parcelas	Ks	Comparacion entre parcelas	Ks	Comparacion entre parcelas	Ks
1/2	72,73	2/4	66,67	3/8	75,00
1/3	66,67	2/5	50,00	4/5	61,54
1/4	66,67	2/7	66,67	4/7	85,71
1/5	71,43	2/8	100,00	4/8	75,00
1/7	66,67	3/4	57,14	5/7	46,15
1/8	70,59	3/5	46,15	5/8	53,33
2/3	66,67	3/7	57,14	7/8	75,00

Las parcelas con la mayor afinidad para este estudio son la 8 y la 2 con un 100% de afinidad mientras que las mayores diferencias florísticas se presentan entre las parcelas 3 y 5 con una afinidad de 46,15%.

Las comparaciones con base en abundancia confirman el hecho de que las parcelas donde se observa una mayor afinidad, corresponden a sitios en donde las especies están presentes en densidades similares. Por ejemplo en el caso de las parcelas 2, 3, 4, 7 y 8, se observó en el campo una baja muy fuerte en cuanto a la densidad del sotobosque y en general de la regeneración, mientras que parcelas como la 1 y la 5, presentan alteraciones y un grado de disturbio mayor, por caída de árboles y apertura de dosel. Por tanto algunas especies se

encuentran en proporciones menores lo cual genera la baja en afinidad de estos sitios respecto los anteriores.

. El hecho de que especies frecuentes y especies de escasa presencia se ponderen de igual forma puede conducir a fuertes distorsiones por lo que Lamprecht (1969 y 1976) propone una corrección para fines de investigación forestal, consistente en ponderar utilizando las dominancias en lugar de la abundancia a continuación el Cuadro 9 muestra los datos de afinidad de sitios respecto a la dominancia de las especies presentes.

**Cuadro 9.** Comparación de parcelas y coeficiente de afinidad de la dominancia para el bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

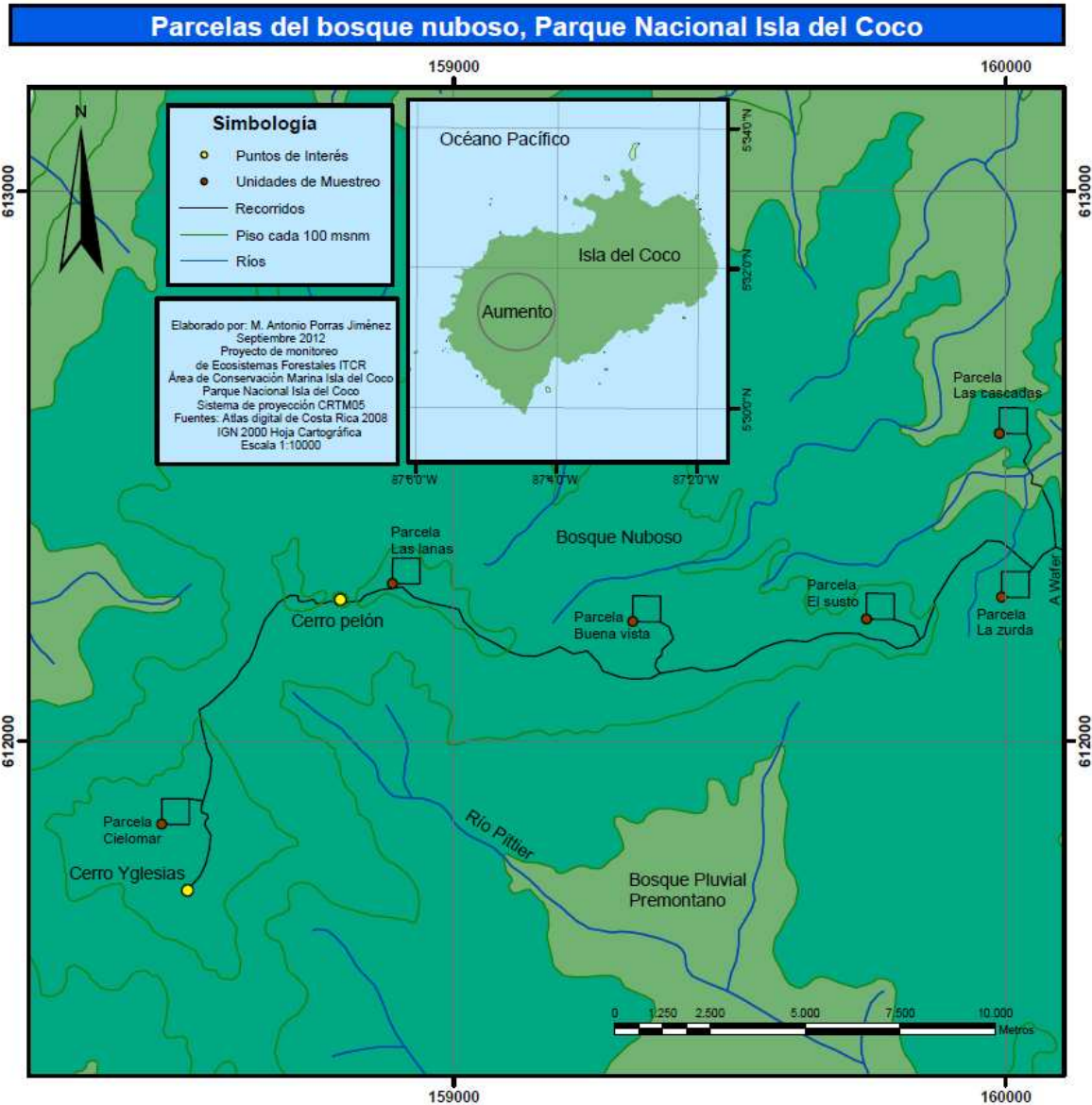
Comparacion entre parcelas	Kd	Comparacion entre parcelas	Kd	Comparacion entre parcelas	Kd
1/2	128,07	2/4	114,97	3/8	122,79
1/3	85,42	2/5	107,76	4/5	82,40
1/4	77,39	2/7	121,62	4/7	100,51
1/5	99,76	2/8	163,72	4/8	109,22
1/7	81,60	3/4	70,23	5/7	66,36
1/8	106,17	3/5	70,64	5/8	98,89
2/3	127,71	3/7	74,59	7/8	116,27

De esta manera se puede decir que los coeficientes de afinidad obtenidos entre los diferentes sitios monitoreados muestran una tendencia hacia una homogenización de los sitios pues en todos los casos las parcelas comparten las características florísticas al menos hasta un 50%. Por lo tanto las diferencias entre los sitios podrían atribuirse a la diversidad de micro sitios y la dinámica de parches sucesionales, no así a la presencia o ausencia de una especie en términos relativos.

## **Caracterización del bosque nuboso**

La información para esta sección proviene de las Parcelas Permanentes de Muestreo establecidas en 2012, en la parte alta de la Isla del Coco. En esta zona las condiciones climáticas tienen un cambio drástico respecto a las zonas cercanas a la costa, este cambio en clima se atribuye principalmente a la altitud de estas áreas, pero además a la alta influencia de nubosidad y humedad asociada la influencia marina y a las fuertes corrientes de viento producto de la influencia de la zona de convergencia intertropical. A continuación se presenta un mapa de las parcelas de medición en el bosque nuboso en la Figura 32.





**Figura 32.** Mapa de unidades de muestreo establecidas en el bosque nuboso. Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2006.

## Composición florística

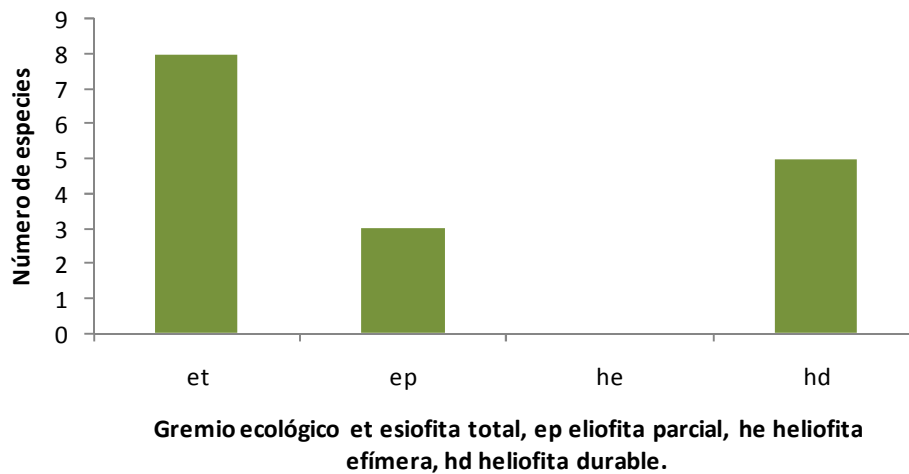
La composición y diversidad que presenta un bosque depende de la cantidad de especies que lo constituyan, así cuanto mayor sea el número de especies mayor será la diversidad; esta diversidad depende de factores como el clima, tipo de suelo, competencia intra e interespecífica entre individuos, de la ocurrencia de claros dentro del bosque y de la capacidad que tenga el bosque para recuperar estas áreas por otras especies invasoras y del germoplasma disponible en el sitio (Castañeda *et al.* 2000).

En este muestreo se determinaron un total de 16 especies, 14 géneros y 11 familias botánicas (Cuadro 10). En una evaluación después de aprovechamiento forestal Centeno (2009) reporta 285 especies en la región Huetar con casi el doble de área muestreada. Mientras que en los bosques de la península de Osa Garro (2011) reporta 128 especies, La isla de Coiba en Panamá cuenta con 33 especies con datos de dos parcelas del mismo tamaño (Informe Nacional 1996), por lo que esta la cantidad encontrada en este sitio se encuentra dentro de la medida de la disminución de la diversidad en islas de diferente tamaño y diferente lejanía del continente. (MacArthur 1967).

**Cuadro 10.** Lista de especies encontradas en las unidades de muestreo del bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ECOLOGÍA
Myrcinaceae	<i>Ardisia cuspidata</i> Benth.		endemico
Melastomataceae	<i>Conostegia lasiopoda</i> Benth.		nativo
Cyatheaceae	<i>Cyathea alfonsiana</i> Gómez	Helecho	endemico
Myrtaceae	<i>Eugenia pacifica</i> Benth.		endemico
Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i> var. <i>longevaginata</i> (Mart.) An. Hend.		nativo
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum racemosum</i> (Ruíz y Pav.)		nativo
Melastomataceae	<i>Henriettella fascicularis</i> (Sw.) C. Wright		nativo
Melastomataceae	<i>Henriettella odorata</i> Markgr.		nativo
Marcgraviaceae	<i>Marcgravia waferi</i> Standl.	Bejuco	endemico
Melastomataceae	<i>Miconia dodecandra</i> Cogn.		nativo
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.		nativo
Myrcinaceae	<i>Myrsine pellucidopunctata</i> Oerst.		nativo
Lauraceae	<i>Ocotea insularis</i> (Meisn.) Mez	Aguacatillo	nativo
Rubiaceae	<i>Rustia occidentalis</i> Benth.		nativo
Humiriaceae	<i>Sacoglottis holdridgei</i> Cuatrec.	Palo de hierro	endemico
Schlegeliaceae	<i>Schlegelia brachyantha</i>	Bejuco	nativo

La cantidad de especies encontradas continua siendo muy similar a lo encontrado en el bosque premontano de la isla, sin embargo existe una diferencia en cuanto a que si bien son casi el mismo número, pero son diferentes las especies y los géneros aunque algunas se mantienen. Este bosque presenta endemismo un poco por debajo del bosque pluvial pero que sin embargo continua siendo una proporción alta, de las 16 especies que se encontraron 5 son endémicas para un porcentaje de endemismo del 31.25% cifra que solo se explica con las condiciones únicas de humedad que presenta este bosque y sus condiciones de lejanía e insularidad. A continuación se muestra la Figura 30. con el número de especies según el gremio ecológico

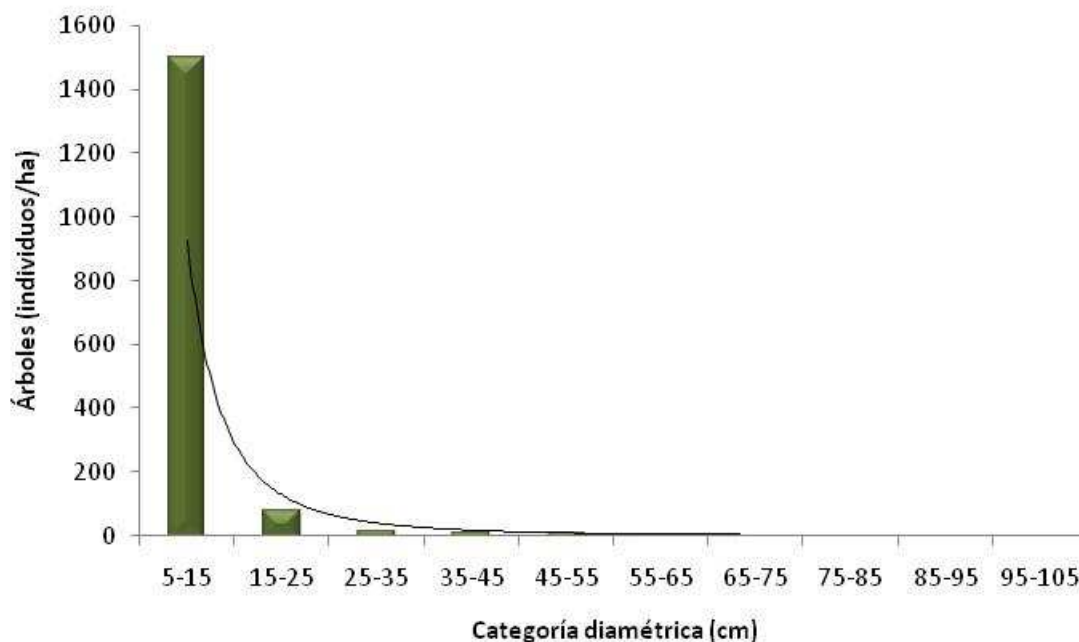


**Figura 33.** Número de especies por gremio ecológico en el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

La predominancia de especies esciófitas totales sugiere que este ecosistema se encuentra en una sucesión tardía, donde además las heliófitas efímeras no están presentes. Por otro lado las heliófitas durables se encuentran en segundo lugar en cantidad de especies mientras que se encuentran tres especies en el grupo de las esciófitas parciales. El acceso restringido a esta zona, lento metabolismo y la poca presencia de las especies introducidas en este sector favorecen las condiciones óptimas para la proporción de especies por gremio reportada.

## Estructura horizontal

Los individuos de este bosque se encuentran distribuidos en varias clases de tamaño; lo que se representa mediante una distribución del tipo J invertida, constituyendo una estructura discetánea del bosque. A continuación la Figura 34 muestra la distribución de individuos por categoría diamétrica para la totalidad de la muestra.

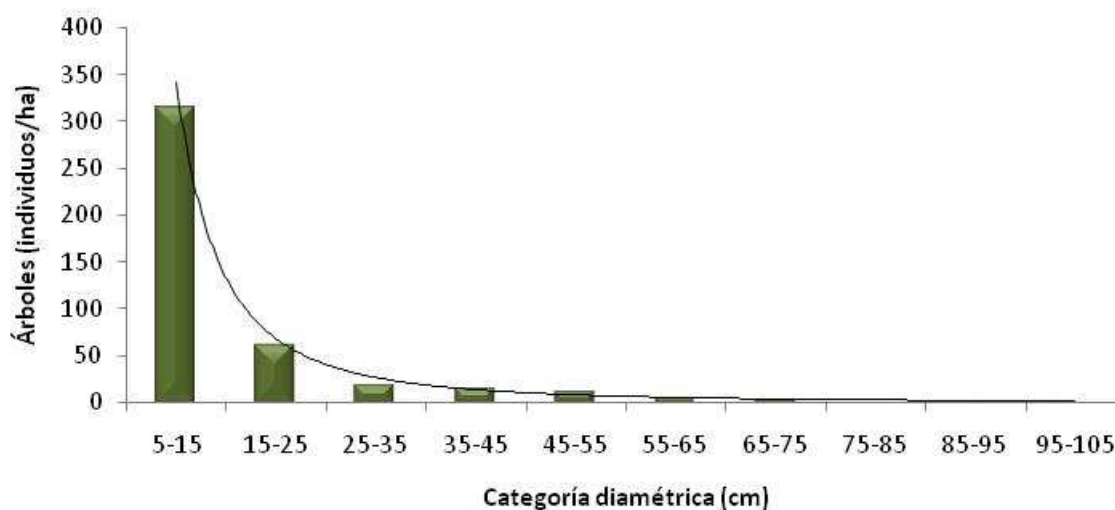


**Figura 34.** Distribución diamétrica del número de individuos para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

En la primera categoría diamétrica (5–15 cm) se obtiene la mayor cantidad de individuos por hectárea 90,90% (1502) del total de árboles presentes en el bosque. Gran cantidad de individuos se establecen durante los primeros años, al avanzar en las clases diamétricas la cantidad de individuos disminuye en gran cantidad obteniendo el 5,10% (85) en la siguiente clase (15-25 cm), posiblemente este fenómeno es producto de la competencia de las especies y de las exigencias lumínicas para desarrollarse dentro del bosque así como por el porte de las especies presentes pues muy pocas alcanzan grandes tamaños. La dinámica del ecosistema que sigue siendo la misma al verificar la disminución en las clases siguientes; con 1,2% (19) de 25 a 35 cm, 1% (16) de 35 a 45 cm, 0,8% (14) de 45 a 55 cm, 0,4% (6) de 55 a 65 cm, 0,2% (4) de 65 a 75 cm, 0,2% (3) de 75 a 85 cm y 0,16% (2) de 85 a 95 cm. El

total de los individuos en este muestreo es de 2479 árboles para un promedio de 1652,60 árboles por hectárea para toda la muestra.

La gran abundancia y densidad de la especie *Cyathea alfoniana* en este bosque provoca que se disparen a valores muy altos el número de individuos en la primera categoría diamétrica por lo que a continuación se analiza la Figura 35 con la misma distribución pero excluyendo de la muestra a los helechos arborescentes.



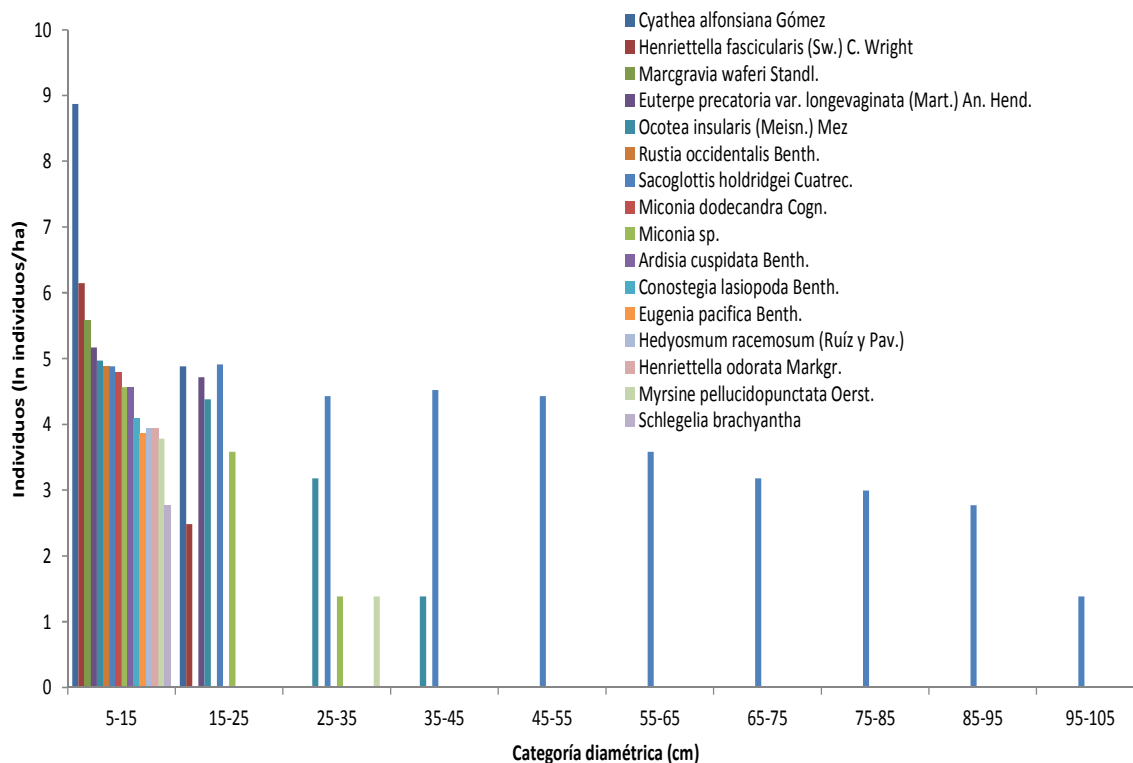
**Figura 35.** Distribución diamétrica del número de individuos (excluyendo el género *Cyathea*) para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

El total de los individuos en este muestreo al excluir los helechos arborescentes fue de 668 individuos para un promedio de 445 árboles por hectárea. En bosques húmedos de Venezuela se reportan abundancias por hectárea de 389 y 475 individuos (Lamprecht, 1990) a partir de los 10 cm de diámetro, pero aun así, la densidad de individuos en el bosque primario de la Isla del Coco se reporta como baja pues este promedio está tomando en cuenta los individuos mayores a 5 cm, mientras que los bosques pluviales de Colombia reportan 571 individuos por hectárea con un límite diamétrico inferior a los 10 cm. A nivel de comparación lo ideal sería comparar estas variables con datos provenientes de bosques en otras islas oceánicas pero no se encontraron valores obtenidos en otras investigaciones ya que no se han reportado. La abundancia en una parcela de una hectárea en el bosque primario de la Estación biológica Sirena fue de 808 árboles/ha, a partir individuos mayores

a 5 cm de diámetro (Castillo, M; Quesada, R. 2004). Mientras que Centeno (2009) reporta Por lo que se recalca la poca abundancia de árboles y arbustos en el bosque del PNIC. En realidad este ecosistema de bosque nuboso a alturas entre 300 y 600 msnm es único en el mundo por lo que las comparaciones con otros bosques no son del todo recomendables.

Es necesario resaltar que por medir a partir de 5 cm de diámetro, se puede tener una mejor idea del comportamiento de la curva de distribución según categorías diamétricas ya que al bajar el diámetro de medición se incluye una sección de la población que normalmente no se cuantifica y que aporta más de 50% de masa. Por otro lado se puede conocer mejor el comportamiento de la variable diámetro en el sentido de una distribución horizontal de la población (Castillo, M; Quesada, R. 2004).

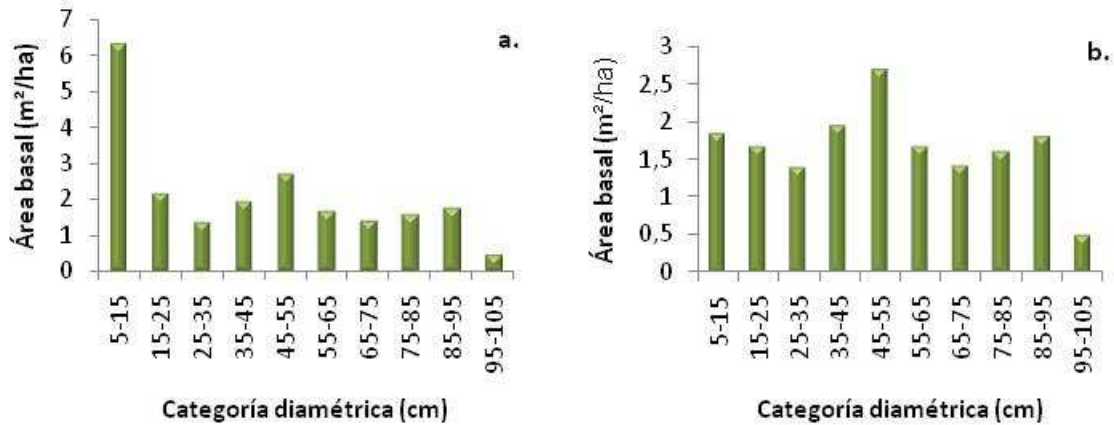
En cuanto a las especies la única que presenta una distribución diamétrica continua es *Sacoglottis holdridgei* que se encuentra bien distribuido y forma también una jota invertida sin embargo la proporción de cambio entre la primera categoría y las siguientes para esta especie sugiere un faltante de regeneración. Mientras que especies como *Ocotea insularis* y *Euterpe precatória*, logran ingresar hasta los 35 o 45 cm de diámetro lo que sugiere que ese es el habito general para esas especies, llegar hasta esa categoría y desarrollarse plenamente en ese estrato. Mientras que el resto de las especies se encuentran en la primera categoría, o a lo sumo, llegan a la segunda categoría, con el caso particular de la especie *Myrsine pellucidopunctata*, que se encuentra en la primera y tercera categoría ausentándose en la segunda categoría. La Figura 36. Describe la distribución diamétrica de los individuos por especie.



**Figura 36.** Distribución diamétrica del número de individuos por especie para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

En la figura anterior se puede observar el gran aporte que hace la especie *Cyathea alfonsiana* a los datos de abundancia del bosque, así como la diversidad presente en la primera categoría diamétrica con 16 especies en total diez de las cuales se ubican únicamente en la primera categoría, la cantidad de especies disminuye significativamente respecto al aumento en diámetro, encontrándose 6 especies en la segunda categoría, 4 en la tercera, 2 en la cuarta y una sola especie (*Sacoglottis holdridgei*) a partir de la categoría de entre 45 y 55 cm.

En cuanto a la distribución del área basal del bosque nuboso según la categoría diamétrica se presenta a continuación la Figura 37. que ilustra el comportamiento de la dominancia en las diferentes agrupaciones de diámetro. Para la totalidad de la muestra así como para la muestra sin helechos.



**Figura 37.** Distribución diamétrica del área basal de toda la muestra (a) y excluyendo el género *Cyathea* (b) para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

Al igual que en el caso de la abundancia, la especie *Cyathea alfoniana* genera también grandes aportes al área basal registrada para la primera categoría diamétrica lo que ilustra el grado de importancia que esta especie tiene en este ecosistema, a pesar de su pequeño tamaño, la densidad en la que está presente la torna una especie indicadora muy importante en el estrato inferior. El resto de las especies generan un área basal que se comporta de manera muy variable a lo largo de las categorías diamétricas con el pico más alto en la categoría entre 45 y 55 cm con aportes mayoritarios de la especie *Sacoglottis holdridgei*.

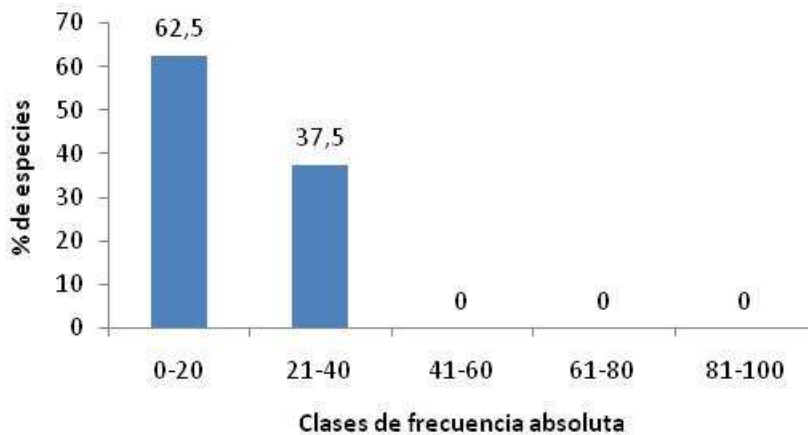
Se reporta un área basal total para el área estudiada de 32,30 m<sup>2</sup>, con toda la muestra del bosque nuboso, para un promedio general de 21,53m<sup>2</sup>/ha. La concentración de área basal se encuentra en la primera categoría diamétrica con un 29% del total. En el caso del análisis de área basal, excluyendo la especie *Cyathea alfoniana*, se encontró en total 24,76 m<sup>2</sup> en el área muestreada, para un promedio de 16,53m<sup>2</sup>/ha. En este caso la concentración de área basal se da en la categoría entre 45 y 55 cm con un 16,28% del total. Además, las especies que más aportan área basal corresponden a *Sacoglottis holdridgei* y *Ocotea insularis* *Cyathea alfoniana*, en ese orden, las cuales contribuyen con el 96,55% de la totalidad de la variable. Lo que resalta la importancia de estas especies en el comportamiento del bosque.

Valores de área basal en diferentes estudios citados por Lamprecht (1990), reporta en los bosques primarios tropicales de Mucambo, África valores de área basal de hasta 32,6



m<sup>2</sup>/ha, para bosques en Carere, Colombia de hasta 28,1m<sup>2</sup>/ha y en África entre 23 y 37m<sup>2</sup>/ha con un límite diamétrico inferior de 10 cm. Lo que muestra que el área basal del bosque nuboso de la Isla del Coco (21,53m<sup>2</sup>/ha) es un valor bajo en esta categoría.

En cuanto a la frecuencia de las especies se presenta a continuación la Figura 38. con los porcentajes de especies por clase de frecuencia, lo cual permite obtener una imagen de la homogeneidad de la muestra, que en este caso, indica que el bosque nuboso no se puede considerar homogéneo en términos generales, pues las especies presentes cuentan con frecuencias ubicadas en las dos primeras categorías, lo que implica que ninguna especie supera el 40% de frecuencia, en la clase I se ubicaron 10 especies es decir 62,5% mientras el restante 37,5% de las especies se ubicaron en la clase de frecuencia II con un total de 6 especies.



**Figura 38.** Porcentaje de especies por clase de frecuencia para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

A continuación se muestra un resumen de los datos de abundancia dominancia frecuencia e índice de valor de importancia IVI para todas las especies presentes en el bosque nuboso en términos relativos y absolutos (Cuadro 11).

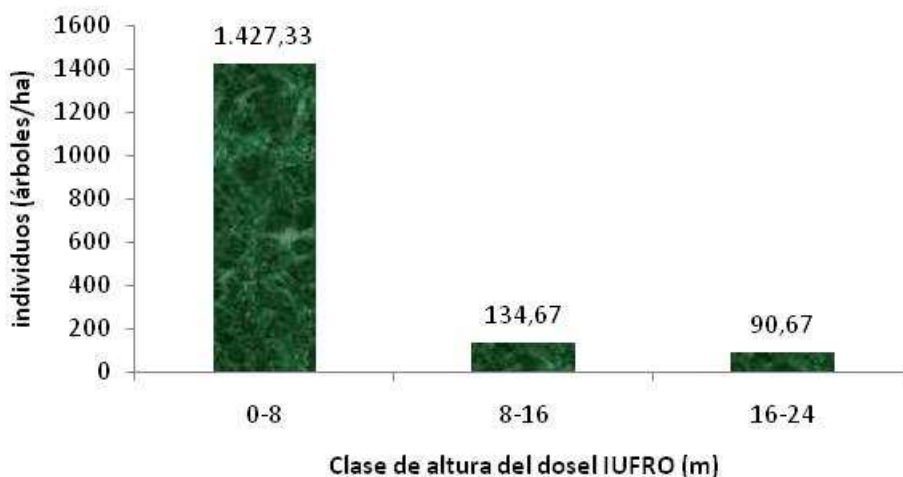
**Cuadro 11.** Abundancia, dominancia, frecuencia e índice de valor de importancia de las especies presentes en el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

Especies	ABUNDANCIA		DOMINANCIA		FRECUENCIA		IVI
	ABS	%	ABS	%	ABS	%	
<i>Cyathea alfonisiana</i>	1811	73,05	7,51	23,24	25	10,46	106,76
<i>Sacoglottis holdridgei</i>	157	6,33	20,17	62,43	25	10,46	79,22
<i>Henrietella fascicularis</i>	120	4,84	0,83	2,58	23	9,62	17,04
<i>Euterpe precatória</i>	72	2,90	1,04	3,21	24	10,04	16,16
<i>Ocotea insularis</i>	63	2,54	1,24	3,84	23	9,62	16,00
<i>Marcgravia waferi</i>	66	2,66	0,32	0,98	21	8,79	12,43
<i>Miconia sp.</i>	34	1,37	0,45	1,40	17	7,11	9,88
<i>Rustia occidentalis</i>	33	1,33	0,15	0,47	15	6,28	8,08
<i>Miconia dodecandra</i>	30	1,21	0,15	0,47	12	5,02	6,70
<i>Ardisia cuspidata</i>	24	0,97	0,09	0,28	12	5,02	6,27
<i>Henrietella odorata</i>	13	0,52	0,08	0,25	9	3,77	4,54
<i>Myrsine pellucidopunctata</i>	12	0,48	0,11	0,35	8	3,35	4,18
<i>Conostegia lasiopoda</i>	15	0,61	0,05	0,15	8	3,35	4,10
<i>Hedyosmum racemosum</i>	13	0,52	0,05	0,17	8	3,35	4,04
<i>Eugenia pacifica</i>	12	0,48	0,05	0,16	6	2,51	3,16
<i>Schlegelia brachyantha</i>	4	0,16	0,01	0,03	3	1,26	1,45
<b>TOTAL</b>	<b>2479</b>	<b>100,00</b>	<b>32,31</b>	<b>100,00</b>	<b>239</b>	<b>100,00</b>	<b>300,00</b>

Según el cuadro anterior es posible afirmar que el mayor peso ecológico para este bosque recae sobre la especie *Cyathea alfonisiana* cuyo valor de importancia se ve influenciado por los valores de abundancia reportados para esta especie lo cual es evidente en el campo por la densidad que presenta esta especie en el bosque nuboso donde prácticamente es la especie dominante al nivel inferior del dosel y se beneficia de los niveles de sombra provocados tanto por la especie *Sacoglottis holdridgei* como por la alta nubosidad del sitio. El hecho de que la especie dominante en este sitio sea una especie endémica y además caracterizada como especie esciófita total podría ser un indicador de que el estadio sucesional en este sitio corresponde a una asociación tardía en la que los individuos han alcanzado su máximo desarrollo y han logrado utilizar al máximo la capacidad misma del sitio.

## Estructura vertical

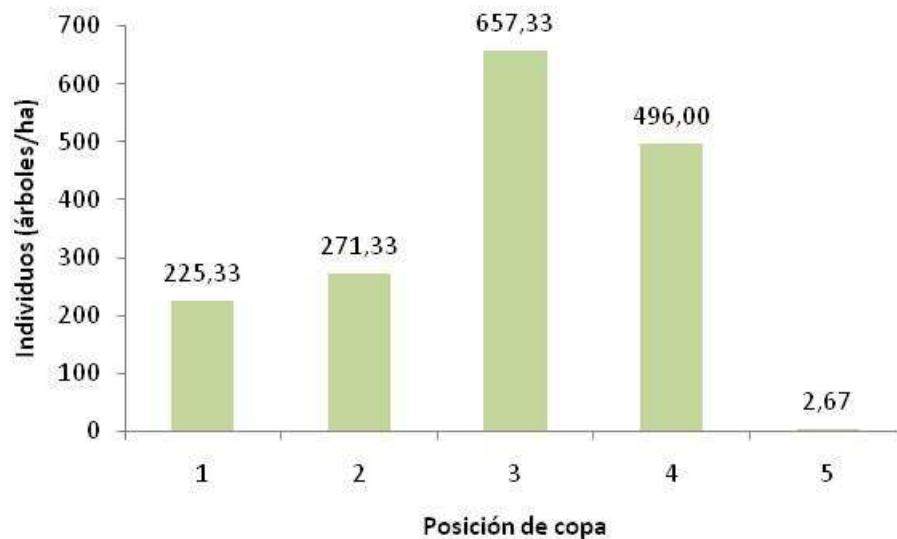
Debido a la influencia de la especie *Cyathea alfoniana*, la cantidad de individuos presentes en el piso inferior de este bosque tienen un alto valor, que disminuye drásticamente al pasar al nivel medio. Esta gran diferencia entre la cantidad de individuos a nivel inferior y medio se observa también como efecto de la poca regeneración de *Sacoglottis holdridgei*, que se encuentra en muy baja proporción en estos dos pisos del dosel por otro lado la variación entre el piso medio y el estrato superior del dosel es muchísimo menor, esto probablemente por la buena densidad que presenta el dosel superior sobre todo con las especies *Sacoglottis holdridgei*, *Ocotea insularis* y *Euterpe precatoria*. La única especie que cuenta con una distribución vertical continua en todo el dosel es precisamente *Sacoglottis holdridgei*. A continuación se ilustra este comportamiento del número de individuos según su altura en el dosel en la Figura 39.



**Figura 39.** Distribución del número de individuos por clase de altura para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

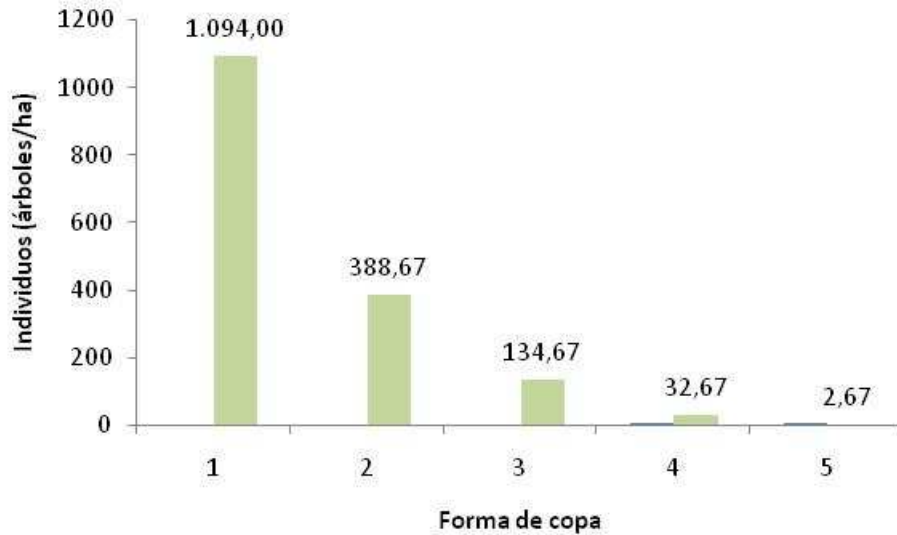
En la distribución de individuos según la posición de copa se observa un comportamiento errático con bajos valores para las posiciones 1 y 2 altos valores para las posición 3 y 4 hasta casi ningún individuo en la categoría 5. El pico en el número de individuos en la categoría 3 es atribuible al hecho de que la mayoría de individuos de la especie *Cyathea alfoniana* se encuentran en esa categoría de posición casi siempre a la sombra de grandes

individuos de *Sacoglottis holdridgei*. A continuación la Figura 40 ilustra la distribución de individuos por posición de copa.



**Figura 40.** Distribución del número de individuos por posición de copa para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

En cuanto a la forma de copa la mayoría de los individuos se agrupan en la primera categoría con una marcada diferencia hacia las demás categorías siendo la más baja la forma de copa 5 con solamente 2,67 árboles por hectárea, esto puede dar pistas sobre el grado de competitividad que existe en este sitio por la escasa luz que se filtra por la nubosidad así como la poca apertura de claros. Lo cual a su vez puede evidenciar el bajo grado de disturbio presente en el bosque nuboso, en términos generales la mayoría de individuos poseen copas con forma muy buena. Al tomar en cuenta los helechos arborescentes pues estos no se ramifican ni se bifurcan presentando casi siempre formas de copa excelentes y está especializada en aprovechar la poca luz en sitios bajo sombra A continuación la Figura 41 muestra como se agrupan la cantidad de individuos respecto a su forma de copa.



**Figura 41.** Distribución del número de individuos por forma de copa para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

Por otra parte al agrupar las especies por estrato dentro del dosel se obtiene el siguiente cuadro (Cuadro 12), que da una imagen sobre la diversidad que se puede encontrar en los diferentes estratos del dosel presentándose una relación inversamente proporcional entre la cantidad de especies presente y la altura del bosque. Es decir en el piso inferior es donde se encontró la mayor cantidad de especies (14) mientras que únicamente se reportan tres especies en el dosel más los dos bejucos que alcanzan esa altura. Lo anterior concuerda con la distribución dimétrica del área basal por especies en donde la mayor diversidad también se sitúa en la primera categoría.

**Cuadro 12.** Lista de especies encontradas por estrato en el dosel para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

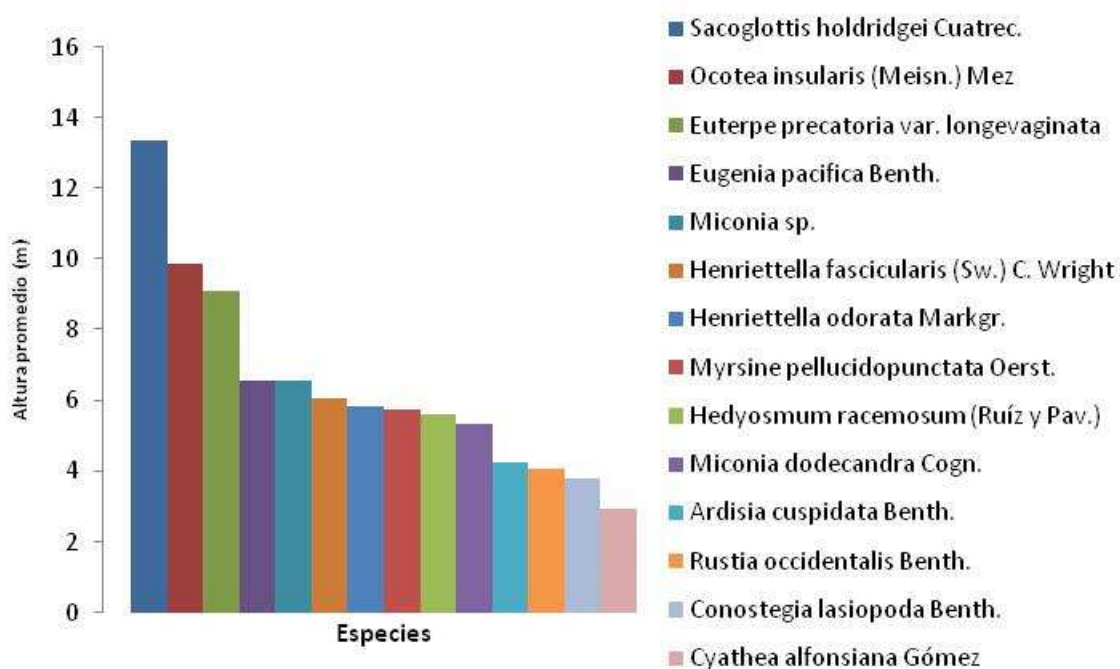
Piso inferior	Piso medio
<i>Ardisia cuspidata</i>	<i>Eugenia pacifica</i>
<i>Conostegia lasiopoda</i>	<i>Euterpe precatoria var. longevaginata</i>
<i>Cyathea alfonisiana</i>	<i>Hedyosmum racemosum</i>
<i>Eugenia pacifica</i>	<i>Henriettella fascicularis</i>
<i>Euterpe precatoria var. Longevaginata</i>	<i>Henriettella odorata</i>
<i>Hedyosmum racemosum</i>	<i>Miconia dodecandra</i>
<i>Henriettella fascicularis</i>	<i>Miconia sp.</i>
<i>Henriettella odorata</i>	<i>Myrsine pellucidopunctata</i>
<i>Miconia dodecandra</i>	<i>Ocotea insularis</i>
<i>Miconia sp.</i>	<i>Sacoglottis holdridgei</i>
<i>Myrsine pellucidopunctata</i>	
<i>Ocotea insularis</i>	
<i>Rustia occidentalis</i>	
<i>Sacoglottis holdridgei</i>	
Piso superior	Emergente
<i>Euterpe precatoria var. longevaginata</i>	<i>Euterpe precatoria var. longevaginata</i>
<i>Marcgravia waferi</i>	<i>Sacoglottis holdridgei</i>
<i>Ocotea insularis</i>	
<i>Sacoglottis holdridgei</i>	
<i>Schlegelia brachyantha</i>	

Según IUFRO se han separado a partir de la máxima altura tres estratos principales, y una cuarta categoría para especies que en casos particulares presenta alturas mayores y sobresalen del piso superior. El máximo número de árboles y de especies se encuentra en el piso inferior y el menor número de especies en el piso superior. La mayoría de las especies del piso medio o inferior pertenecen al grupo de árboles menores de segundo o tercer porte, los cuales no son capaces de alcanzar el piso superior.

Estos estratos se forman por los distintos requerimientos lumínicos de las especies que los conforman, donde las especies de mayor tamaño o porte que se encuentran en el piso superior necesitan estar expuestas a la luz para captar la mayor cantidad de energía posible por medio de sus copas; las especies de menor tamaño ubicadas en el piso inferior por el

contrario; no requieren de altas cantidades para cubrir sus necesidades lumínicas. Como se muestra en el cuadro anterior.

La variabilidad de altura para cada especie es alta sin embargo en promedio la especie más alta del bosque nuboso llega a 13 más menos 7 m para la especie *Sacoglottis holdridgei* altura que disminuye hasta la especie *Cyathea alfonsiana* que presenta un promedio de altura de 2,5 m siendo la menor de todas las especies presentes .A continuación la Figura 39.presenta los promedios de altura total por especie para el bosque nuboso.



**Figura 42.** Promedio de altura total por especie para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

La altura reportada en este bosque tiende a ser en promedio menor que en el bosque pluvial, y los individuos con la mayor varianza en altura son los del estrato superior, se observó un cambio en la altura de *Sacoglottis holdridgei* que tiene que ver con la posición en el terreno así los individuos de cimas tienden a tener menor tamaño mientras que los que se encuentran a media ladera o en pequeños valles presentan alturas mayores.

## Índices de diversidad

### Coefficiente de mezcla

La mezcla encontrada en estas unidades de muestreo en el bosque nuboso fue, en todos los casos, menor que la encontrada en los pisos basales. Lo cual concuerda con la ligera disminución de la diversidad en el bosque nuboso. En general para el bosque se encuentra una especie nueva cada 155 individuos registrados es decir que se requiere casi el doble de individuos que en el bosque pluvial de la isla, las parcelas con la mejor relación de mezcla fueron la 9 y la 10 mientras la mezcla más pobre se da en la parcela 12 donde se necesitan 55 individuos muestreados para reportar una nueva especie. Lo anterior se resume a continuación en el Cuadro 14.

**Cuadro 13.** Coeficiente de mezcla por parcela para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

Parcela	Especies	Individuos	CM
9	12	366	1:30
10	13	396	1:30
11	12	381	1:31
12	10	558	1:55
13	9	465	1:51
14	7	313	1:44
<b>Todas</b>	<b>16</b>	<b>2479</b>	<b>1:155</b>

### Índice de Shanon y riqueza de especies

Los índices de diversidad y riqueza para el bosque nuboso fueron en promedio de 1,98 y 164,7 respectivamente. La más baja diversidad se encontró en la parcela 14, mientras que la más alta se registra en la parcela 10. Esto refleja lo observado en campo, pues en las parcelas 9 y 10 al encontrarse muy cercanas a los límites bajos de este bosque, se encontró gran abundancia de especies como las melastomatáceas, mientras que en las otras parcelas, la presencia de estas especies es menor, así como es menor la cantidad de especies encontradas. A continuación el Cuadro 15, resume los datos de diversidad de estas parcelas.



**Cuadro 14.** Índices de diversidad de Shannon y de riqueza por parcela para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

Parcela	Especies	Shannon	Riqueza
9	12	1,37	127,23
10	13	1,63	146,24
11	12	1,55	143,63
12	10	0,56	55,89
13	9	0,46	48,55
14	7	1,01	119,39
<b>Todas</b>	16	1,98	164,70

Algunas parcelas presentan una baja diversidad comparable con los manglares. Manrow (2011) reporta un índice de diversidad de 0.33 en la laguna de Gandoca Manzanillo, un sitio con muchas particularidades, que al igual que la Isla del Coco se encuentra dentro de la convención RAMSAR de protección de humedales. Sin embargo en comparación con otros bosques nubosos como los robledales estudiados por Kappelle (2008), este presenta muy baja diversidad lo cual representa la peculiaridad de este sitio.

### **Coefficiente de afinidad de Sorensen**

En cuanto al grado de afinidad o similitud entre las unidades de muestreo al menos desde el punto de vista florístico se presenta a continuación el Cuadro 16. en donde se resume los valores de afinidad obtenidos en las comparaciones planteadas entre las diferentes unidades de muestreo.

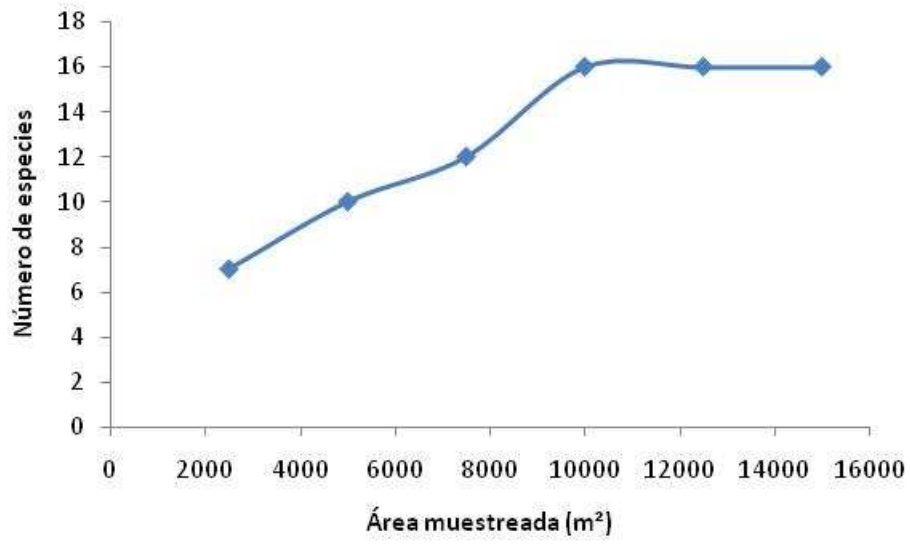
**Cuadro 15.** Coeficiente de afinidad y comparación entre parcelas del bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

Comparación	Ks	Comparación	Ks
9/10	96,00	10/13	63,64
9/11	91,67	10/14	50,00
9/12	63,64	11/12	63,64
9/13	57,14	11/13	66,67
9/14	42,11	11/14	52,63
10/11	88,00	12/13	84,21
10/12	64,00	12/14	58,82
		13/14	75,00

En general todas las unidades de muestreo presentan un grado de afinidad cercano o mayor al 50 %. En ese sentido las parcelas con menor afinidad son la 9 y la 14 lo cual se explica en el hecho de que estas parcelas se ubican en los dos extremos altitudinales de la muestra. Por otra parte la mayor afinidad se da entre las parcelas 9 y 10 y 9 con 11 aumentando este parámetro también entre la 12 y 13.

### **Curva especie área**

A medida que se aumenta el área muestreada se da un incremento en el número de especies de la muestra, para este caso del bosque nuboso el área total muestreada fue de 15000 m<sup>2</sup> en esa área fue posible encontrar un total de 16 especies con base en esa información se construyó la figura siguiente que da una perspectiva del diferencial de variación de la cantidad de especies respecto al área. En esa curva la derivada del número de especies respecto al área muestreada tiende a estabilizarse cuando el área supera los 10000 m<sup>2</sup> por lo que la probabilidad de encontrar una especie nueva en ese bosque es baja.



**Figura 43.** Curva de relación especie área para el bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco, Océano Pacífico, Costa Rica. 2012.

## Caracterización de estructura y composición por piso altitudinal y tipo de bosque.

### Composición

Tomando en cuenta el grupo de 14 parcelas las especies presentes en el muestreo total son 24, pertenecientes a 21 géneros correspondientes a 16 familias botánicas, con un 33% de endemismo, prácticamente un tercio de las especies que ingresaron al monitoreo permanente son endémicas de la Isla del Coco. Además ingresaron dos especies introducidas y quince más corresponden a especies nativas. A continuación el Cuadro 16 muestra la lista total de especies presentes en este muestreo.

**Cuadro 16.** Lista de especies encontradas en el total de unidades de muestreo de bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ECOLOGÍA
Annonaceae	<i>Annona glabra</i> L. An Pl.	Anona	introducido
Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i> var. <i>longevaginata</i> (Mart.)		nativo
Cecropiaceae	<i>Cecropia pittieri</i> B. L. Rob.	Guarumo	endemico
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum racemosum</i> (Ruíz y Pav.)		nativo
Clusiaceae	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	Copey	nativo
Cyatheaceae	<i>Cyathea alfonsiana</i> (Gómez)	Helecho	endemico
Cyatheaceae	<i>Cyathea nesiotica</i> (Maxon)	Helecho	endemico
Fabaceae	<i>Entada gigas</i> (L.) Fawc.		nativo
Humiriaceae	<i>Sacoglottis holdridgei</i> Cuatrec.	Palo de hierro	endemico
Lauraceae	<i>Ocotea insularis</i> (Meisn.) Mez	Aguacatillo	nativo
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	introducido
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav.) Urb.	Balsa	nativo
Marcgraviaceae	<i>Marcgravia waferi</i> Standl.	Bejuco	endemico
Melastomataceae	<i>Henrietella odorata</i> Markgr.		nativo
Melastomataceae	<i>Henrietella fascicularis</i> (Sw.)		nativo
Melastomataceae	<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.)		nativo
Melastomataceae	<i>Miconia dodecandra</i> Cogn.		nativo
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.		nativo
Melastomataceae	<i>Conostegia lasiopoda</i> Benth.		nativo
Myrcinaceae	<i>Ardisia cuspidata</i> Benth.		endemico
Myrcinaceae	<i>Myrsine pellucidopunctata</i> Oerst.		nativo
Myrtaceae	<i>Eugenia pacifica</i> Benth.		endemico
Rubiaceae	<i>Rustia occidentalis</i> Benth.		nativo
Schlegeliaceae	<i>Schlegelia brachyantha</i>	Bejuco	nativo

Del total de especies encontradas y su relación con los pisos altitudinales propuestos se pueden distinguir fácilmente tres grupos de especies a saber: las especies que tienen continuidad y presencia en toda la gradiente altitudinal, las especies que se encuentran únicamente en los pisos más bajos y por último las especies que se encontraron únicamente en las unidades de muestreo superiores a los 300msnm. A continuación el Cuadro 17 presenta las especies según el agrupamiento descrito.

**Cuadro 17.** Lista de especies encontradas según los sitios donde están presentes para el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

En todos los sitios	De 0 a 300 msnm	De 300 a 600 msnm
<i>Sacoglottis holdridgei</i>	<i>Ochroma pyramidale</i>	<i>Cyathea alfoniana</i>
<i>Marcgravia waferi</i>	<i>Cecropia pittieri</i>	<i>Miconia dodecandra</i>
<i>Ardisia cuspidata</i>	<i>Clusia rosea</i>	<i>Miconia sp.</i>
<i>Henrietella fascicularis</i>	<i>Cyathea nesiotica</i>	<i>Hedyosmum racemosum</i>
<i>Ocotea insularis</i>	<i>Henriettea succosa</i>	<i>Rustia occidentalis</i>
<i>Euterpe precatoria</i> var. <i>longevaginata</i>	<i>Eugenia pacifica</i>	<i>Schlegelia brachyantha</i>
<i>Conostegia lasiopoda</i>	<i>Henrietella odorata</i>	<i>Myrsine pellucidopunctata</i>
	<i>Entada gigas</i>	
	<i>Persea americana</i>	
	<i>Annona glabra</i>	

Se presenta una diferencia clara entre los dos tipos de bosque pues en los pisos basales o bosque pluvial premontano, a las 7 especies comunes, se suman 10 especies que sólo están presentes en los pisos más bajos. Mientras que en la parte alta o bosque nuboso, a las 7 especies presentes en todos los sitios, se suman solamente siete especies presentes únicamente en los pisos superiores.

Por otra parte, los cambios que se pueden observar en cuanto a la composición florística del bosque en la gradiente altitudinal, han sido analizados también, en términos de los índices de diversidad, los cuales muestran una tendencia a disminuir a medida que se incrementa la altitud o se cambia de bosque pluvial premontano a bosque nuboso. A continuación se muestra un cuadro comparativo de los índices de Shanon, inverso de Simpson y Alpha-Fisher de acuerdo al tipo de asociación vegetal y al rango altitudinal (Cuadro 18).

**Cuadro 18.** Comparación de índices de diversidad por tipo de bosque y piso altitudinal para los bosques del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

Tipo de asociación	Piso altitudinal	H'			1-D			Alpha-Fisher		
		Media	DesvEst	Límite	Media	DesvEst	Límite	Media	DesvEst	Límite
Bosque Pluvial Premontano	1	1,515	0,325	0,215	0,710	0,072	0,039	1,885	0,522	0,358
	2	1,479	0,062	0,041	0,704	0,041	0,022	1,861	0,252	0,173
	3	1,554	0,391	0,184	0,694	0,130	0,049	2,476	0,826	0,410
Media bosque pluvial premontano		1,526	0,346	0,115	0,701	0,108	0,029	2,174	0,768	0,267
Bosque Nuboso	4	1,501	0,181	0,119	0,630	0,060	0,031	2,480	0,141	0,099
	5	1,054	0,701	0,423	0,413	0,286	0,134	2,044	0,443	0,307
	6	0,736	0,386	0,210	0,320	0,206	0,091	1,427	0,221	0,144
Media bosque nuboso		1,097	0,503	0,177	0,454	0,214	0,059	1,983	0,526	0,210
Media total		1,307	0,335	0,081	0,579	0,169	0,033	2,029	0,404	0,106

En todos los índices calculados se presenta una disminución de diversidad cuando se pasa de bosque pluvial premontano a bosque nuboso. Por otra parte al comparar los índices entre los pisos altitudinales no se presentan diferencias. Sin embargo cabe destacar que en toda la gradiente la diversidad presenta una relación inversamente proporcional a la altura sobre el nivel del mar siendo esta más evidente en términos absolutos en las parcelas más altas de la muestra. Según el cuadro anterior es posible afirmar que el arreglo de especies es más diverso en el bosque pluvial premontano que en el bosque nuboso de acuerdo con los tres índices de diversidad calculados.

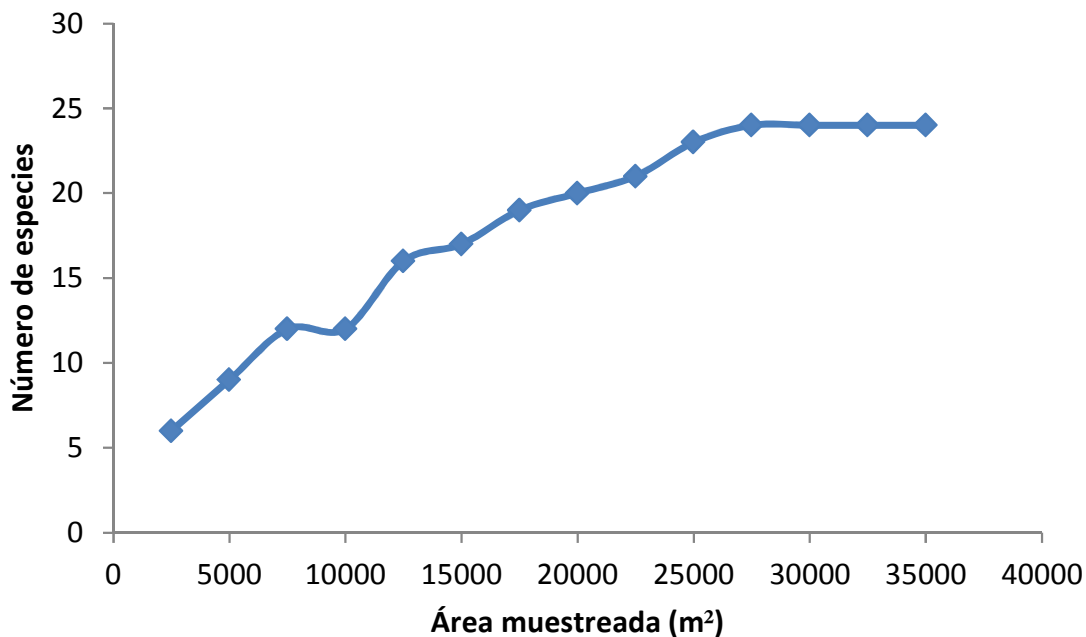
### Proyección de especies por área para toda la muestra

Tomando en cuenta la totalidad de la muestra se construyó nuevamente la curva de especie área para todo el bosque muestreado. Conocida también como la curva de acumulación de especies, se construye a partir de la relación entre, el número de especies observadas en forma acumulada, sobre una serie de unidades de muestreo o suparcelas (Meza, *et al*, 2003).

La Figura 44, muestra como a partir de un área conocida la probabilidad de encontrar otra especie nueva al aumentar el tamaño de la muestra es muy baja. Esto indica que el área de muestreo es suficiente para medir la riqueza de especies en estos bosques (Synnott

1979). Pues la derivada del número de especies respecto al área muestreada tiende a cero a partir de los 27500 m<sup>2</sup> de área muestreada.

El tamaño de la muestra que alcanza 35000 m<sup>2</sup> es adecuado para este estudio pues se logra una estabilidad en el número de individuos a partir de la decima unidad de muestreo, esto sin duda genera mayor confiabilidad en las inferencias realizadas sobre la masa arbórea de los bosques de la isla.



**Figura 44.** Curva de relación especie área para todo el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

La cantidad de especies se estabiliza a partir de los 27500 m<sup>2</sup>. Lo cual no implica que existan solamente 24 especies arbóreas en este sitio, de hecho en las cercanías de parcelas en la parte baja se observaron especies como *Trema micranta*, *Talipariti tiliaceum* y *Ficus pertusa*. Mientras que en la parte alta se observaron individuos de *Guarea glabra*, *Freziera calophylla* y *Terminalia catappa*. Sin embargo en vista de la poca cantidad de especies presentes en la isla en comparación a otros bosques tropicales, el área muestreada logra abarcar buena parte de la proporción de especies reportadas para la Isla del Coco.

## Estructura horizontal

En cuanto al comportamiento de la estructura del bosque respecto a los dos tipos de asociación estudiados a lo largo de la gradiente altitudinal se presenta el Cuadro 20 con un resumen de las variables de abundancia y dominancia en el bosque en general para todas las unidades de muestreo agrupadas por piso altitudinal y por tipo de bosque.

**Cuadro 19.** Comparación de la abundancia y dominancia por tipo de bosque y por piso altitudinal para los bosques del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

Tipo de asociación	Piso altitudinal	N/ha			G (m2/ha)		
		Media	DesvEst	Límite	Media	DesvEst	Límite
Bosque Pluvial Premontano	Piso 1	680,00	240,00	169,71	16,56	2,95	2,09
	Piso 2	428,00	64,00	45,25	25,84	0,63	0,45
	Piso 3	407,00	98,89	49,44	21,28	1,86	0,93
Media bosque pluvial premontano		505,00	151,92	53,71	21,23	4,64	1,64
Bosque Nuboso	Piso 4	1524,00	84,85	60,00	22,95	2,25	1,59
	Piso 5	1878,00	500,63	354,00	19,48	0,16	0,11
	Piso 6	1556,00	429,92	304,00	22,18	3,89	2,75
Media bosque nuboso		1652,67	195,80	79,93	21,54	1,82	0,74
Media Total		1078,83	189,15	50,55	21,38	1,40	0,37

Las diferencias más evidentes se observaron en cuanto a los datos de abundancia, de acuerdo con el cuadro anterior, el cambio más drástico se da entre el piso tres y el piso cuatro a partir del cual la media de individuos por hectárea se incrementa en más de 50% lo que da pie a la agrupación por tipo de bosque. Por otra parte el área basal se comporta muy cercana de acuerdo al tipo de bosque, pero dentro de los grupos altitudinales los datos de esta variable son más dispersos.

Una variable que permite realizar la comparación estructural tomando en cuenta los datos de abundancia dominancia y frecuencia es el índice de valor de importancia el cual pondera esos tres indicadores y permite comparar la situación de las especies directamente entre los sitios de muestreo los pisos altitudinales o los tipos de bosque. A continuación el cuadro 20 resume el comportamiento del IVI por especie y por sitio de muestreo.



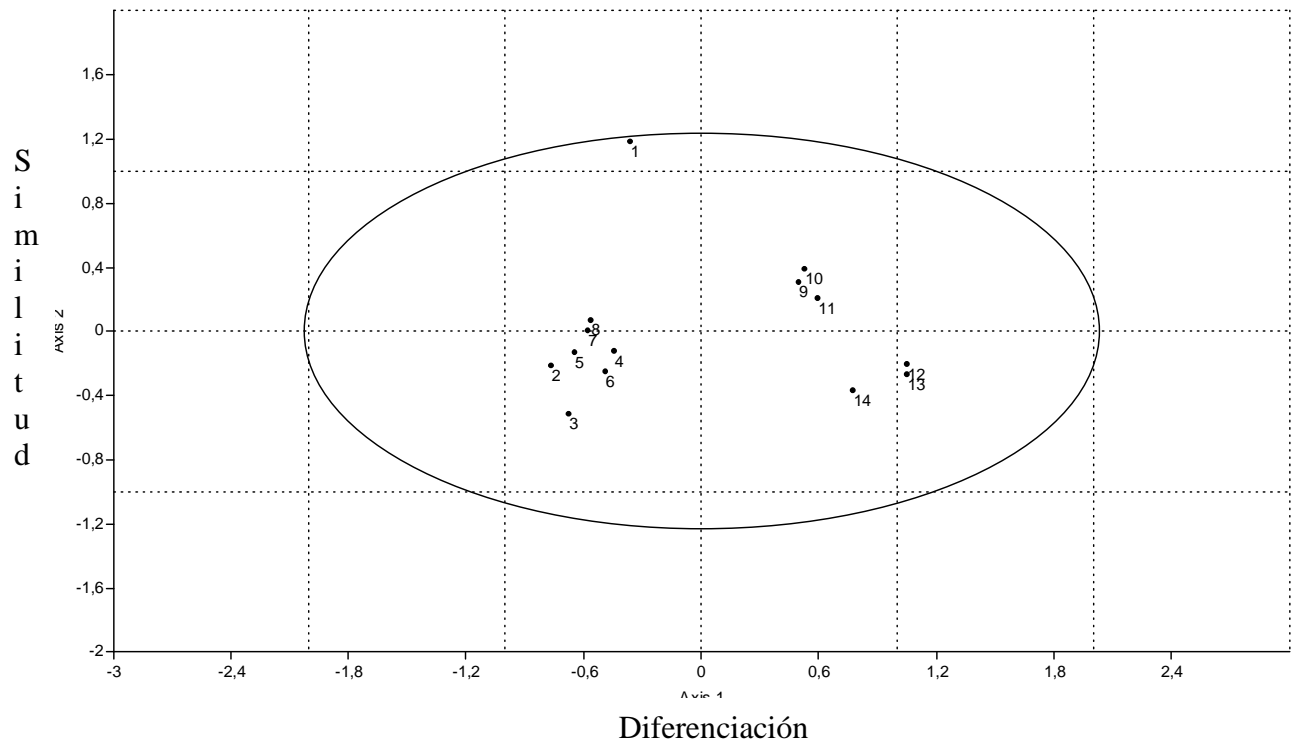
**Cuadro 20.** Comportamiento del índice de valor de importancia (IVI) por especie y por parcela en el bosque del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

ESPECIE	UNIDAD DE MUESTREO														Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
<i>Annona glabra</i>	3,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,31
<i>Ardisia cuspidata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	4,26	9,90	0,00	5,40	15,77	2,40	0,00	5,29	0,00	0,00	7,17
<i>Cecropia pittieri</i>	4,54	8,37	5,90	0,00	2,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,45
<i>Clusia rosea</i>	9,83	0,00	0,00	0,00	9,14	3,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,55
<i>Conostegia lasiopoda</i>	7,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,31	2,30	9,58	0,00	0,00	0,00	5,12
<i>Cyathea alfoniana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,16	90,08	100,86	169,57	170,82	116,68	124,36
<i>Cyathea nesiotica</i>	8,03	0,00	2,90	8,59	22,48	7,23	14,37	13,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,01
<i>Entada gigas</i>	0,00	0,00	2,85	0,00	2,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,64
<i>Eugenia pacifica</i>	0,00	0,00	45,66	0,00	12,36	8,02	3,94	5,43	1,28	4,60	4,56	0,00	0,00	0,00	10,73
<i>Euterpe precatoria var. longevaginata</i>	0,00	0,00	0,00	29,64	26,24	0,00	17,59	5,88	13,71	10,48	12,32	0,00	8,09	36,12	17,79
<i>Hedyosmum racemosum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,52	15,52
<i>Henriettea succosa</i>	22,50	86,84	8,58	33,84	39,73	0,00	68,58	49,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	44,24
<i>Henriettella fascicularis</i>	74,16	0,00	0,00	2,60	2,24	0,00	14,34	0,00	31,45	39,11	19,02	0,00	0,00	0,00	26,13
<i>Henriettella odorata</i>	8,79	0,00	0,00	0,00	5,51	0,00	0,00	26,15	3,09	2,85	7,31	0,00	0,00	0,00	8,95
<i>Marcgravia waweri</i>	28,97	6,75	10,43	15,72	7,19	3,63	0,00	21,17	16,84	6,76	8,24	18,30	12,53	5,48	12,46
<i>Miconia dodecandra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,66	12,17	2,33	4,69	0,00	0,00	5,96
<i>Miconia sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,32	10,33	19,65	5,99	3,15	0,00	8,09
<i>Myrsine pellucidopunctata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,46	7,16	0,00	8,31
<i>Ochroma pyramidale</i>	0,00	10,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,36
<i>Ocotea insularis</i>	29,55	45,99	106,35	27,14	53,94	76,40	9,67	13,74	7,34	25,28	34,42	8,40	3,64	0,00	33,99
<i>Persea americana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	2,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,51
<i>Rustia occidentalis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,75	10,53	1,67	6,06	15,63	8,33
<i>Sacoglottis holdridgei</i>	103,01	141,69	117,32	182,46	109,01	191,12	171,51	142,21	105,07	85,89	71,19	74,95	84,66	108,93	120,64
<i>Schlegelia brachyantha</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,69	3,89	1,65	2,41

La importancia de los individuos dentro del ecosistema es un criterio amplio que permite una mejor inferencia que en el caso de analizar las especies a partir de su frecuencia dominancia o abundancia por separado según el cuadro anterior es posible comprender como se comportan las especies en los diferentes sitios, de manera que hay especies que mantienen prácticamente el mismo peso ecológico en todos los sitios como es el caso del *Sacoglottis holdridgei* mientras que otras especies presentan gran variabilidad como *Henriettella fascicularis* que pasa de ser muy importante en la primera parcela a desaparecer en las parcelas más altas. Por el contrario algunas especies adquieren importancia en el ecosistema a medida que se aumenta en altura como lo es el caso de *Cyathea alfoniana*. Estas diferencias en la importancia que tiene cada especie en cada unidad de muestreo así como en cada estrato definido permiten una mejor comparación de los sitios a nivel poblacional y de ecosistema.

En vista de esa discordancia entre el comportamiento de los valores de área basal y número de árboles, para el análisis del comportamiento de las variables de estructura se ha realizado

una prueba estadística de correspondencia mediante el programa libre PAST en la que la entrada de datos ha sido el índice de valor de importancia por especie y por unidad de muestreo, en la cual se agrupan los valores de acuerdo a distancias medias entre la totalidad de los datos puntuales. Agrupando por cuadrantes de similitud. A continuación se muestra la Figura 45 producto del análisis de correspondencia.



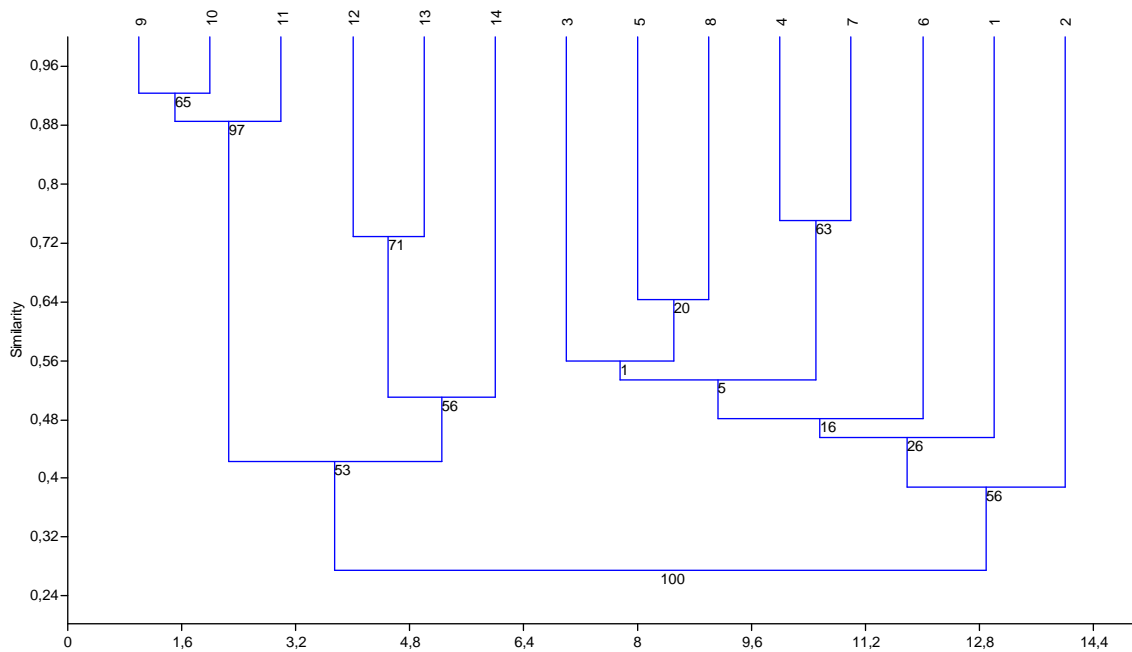
**Figura 45.** Análisis de correspondencia del IVI por especie y por parcela para las unidades de muestreo de los bosques del Parque Nacional Isla del Coco. Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

De acuerdo con la figura anterior los datos de IVI de las unidades de muestreo se comportan de una manera homogénea con una confiabilidad de 95% presentando la mayor dispersión en los datos correspondientes a la parcela 1. Por otro lado se puede describir un agrupamiento de unidades de muestreo en ambos lados del eje diferencial, mientras que el eje de similitud agrupa las parcelas de en su mayoría cercanas al eje, a excepción de la parcela 1, que se ubica con una marcada diferencia respecto del resto.

El comportamiento de los datos de la parcela 1, podrían corresponder a las diferencias que se observaron en cuanto al estadio de sucesión en el que se encuentran los diferentes sitios, por ejemplo también en la parcela 1 fue común encontrar *Henriettella fascicularis* y *Conostegia lasipoda* con gran abundancia en claros recientemente colonizados por lo que la presencia de heliófitas en ese sitio podría estar influyendo en que este presente mayor varianza respecto al resto, además de la presencia en esa parcela de los únicos individuos de anona glabra. Mientras que en otras parcelas cercanas a la 1 como la 2, la dinámica de claros ha sido activada recientemente pues muchos árboles muertos fueron encontrados en este sitio, generando grandes discordancias entre dos parcelas muy cercanas. Lo cual se refleja en el comportamiento de los datos de IVI.

Por otra parte la cercanía entre los datos de IVI de las parcelas 13 y 12 sugiere que estos son los sitios más parecidos en términos poblacionales y de sucesión siendo además los más cercanos dentro del grupo de las parcelas que corresponden al bosque nuboso. También se presenta gran similitud entre las parcelas 9, 10 y 11 mientras que la parcela 14 presenta la menor similitud de este grupo, lo cual es producto de la particularidad de esta última parcela, que es la más cercana al punto más alto de la isla.

Mediante el análisis cluster de los datos de índice de valor de importancia (IVI) por especie y por unidad de muestreo se puede observar la similitud existente entre las parcelas y los grupos que estas forman en relación al IVI. A continuación en la Figura 46 se muestra el dendrograma generado en el programa libre PAST para dichos datos.



**Figura 46.** Análisis Cluster para el IVI por especie y por parcela para los bosques del Parque Nacional Isla del Coco (PNIC). Océano Pacífico. Costa Rica. 2012.

El análisis Cluster confirma el comportamiento de acuerdo al índice de Jaccard, en el sentido del agrupamiento que se genera entre las unidades de muestreo. En el primer nodo con la similitud genera una separación que coincide nuevamente con los tipos de bosque y por otro lado sugiere que el límite diferencial sería en los 450 msnm es decir dos grupos altitudinales en lugar de los tres planteados en este estudio. Mientras que en el grupo de las parcelas de los pisos basales las agrupaciones no arrojan evidencia de relación con el piso altitudinal. Si no más bien concuerdan con ciertas características de la dinámica sucesional observada en sitio, el grado de disturbio que aunque es muy bajo es mayor en el bosque premontano que para el bosque nuboso.

### **Estructura vertical**

En cuanto a la comparación de la estructura vertical para ambos tipos de bosque se puede afirmar que la separación en tres estratos según IUFRO es mucho más evidente en el bosque pluvial premontano pues en ese bosque la densidad de individuos de cada estrato

permite reconocer esas divisiones a simple vista. Mientras que en el bosque nuboso la separación entre el estrato superior y medio no es tan clara, pues hay una gran disminución en este bosque de la densidad del estrato medio, de manera que en algunos casos pareciera existir únicamente una división entre piso superior y piso inferior, este último además presenta un gran aumento en densidad como ya se ha mencionado, sobre todo por la presencia de *Cyathea alfonsiana*. A continuación la Figura 47, ilustra un perfil idealizado del bosque pluvial premontano que ilustra el comportamiento de los diferentes estratos y las especies presentes.



**Figura 47.** Perfil idealizado del bosque pluvial premontano del Parque Nacional Isla del Coco (PNIC). Océano Pacífico. Costa Rica. 2012. (1: *Sacoglottis holdridgei*, 2: *Euterpe precatoria*, 3: *Ocotea insularis*, 4: *Cecropia pittieri*, 5: *Henrietella fascicularis*, 6: *Cyathea alfonsiana*; 7: *Ardisia cuspidata*). Dibujó: Julia Garibaldi. Diagramación: Autor

La relación de especies presentes en los diferentes estratos del bosque nuboso, se ilustra a continuación en la figura 48, en la que es fácil observar el cambio de densidad en cada estrato, respecto a la figura anterior correspondiente al bosque pluvial premontano. Además del cambio en la pendiente promedio de los terrenos donde se encuentra el bosque nuboso, así como la presencia de una única especie en el dosel superior.



**Figura 48.** Perfil idealizado del bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco (PNIC). Océano Pacífico. Costa Rica. 2012. (1: *Sacoglottis holdridgei*, 2: *Miconia dodecandra*, 3: *Rustia occidentalis*, 4: *Cyathea alfonsiana*). Dibujó: Julia Garibaldi. Diagramación: Autor

## CONCLUSIONES

1. El rendimiento del trabajo de campo, para el monitoreo de siete parcelas existentes en el bosque pluvial premontano, fue de 5 días por parcela.
2. Para el periodo estudiado, el bosque pluvial premontano se presenta en un proceso de crecimiento, con una tasa de recambio positiva de 0.83% anual, una tasa de mortalidad de 2.99% anual, y una tasa anual de reclutamiento de 3.82%.
3. La especie con mayor ingreso en el bosque pluvial fue *Ocotea insularis* mientras que la de mayor mortalidad fue *Henriettea succosa*.
4. Los índices de diversidad y riqueza así como el coeficiente de mezcla presentan cambios positivos respecto de 2006, y el número de especies total cambia de 13 en 2006 a 15 en 2012 al incluir las especies *Cyathea alfonsiana* y *Entada gigas*.
5. La especie *Sacoglottis holdridgei* presenta poca regeneración en este bosque con menos de 5 ingresos por hectárea.
6. Se caracterizó la vegetación del bosque nuboso del Parque Nacional Isla del Coco logrando establecer 6 parcelas con un rendimiento de trabajo de campo de 8 días por parcela.
7. La composición florística del bosque nuboso, consta de 16 especies, 14 géneros y 11 familias botánicas.
8. El bosque nuboso presenta una distribución de sus individuos en la forma de J invertida, que representa la estructura discetánea del bosque.
9. La especie más importante del bosque nuboso es *cyathea alfonsiana* pues presenta la mayor abundancia. mientras que la mayor dominancia corresponde a *Sacoglottis holdridgei*, la cual se ubica como segunda especie en nivel de importancia ecológica. Ambas especies con igual frecuencia.
10. El bosque nuboso se considera de baja diversidad de especies de acuerdo con los índices de diversidad analizados.
11. El bosque nuboso presenta tres estratos claramente definidos por la disponibilidad de luz presente a diferentes alturas. Además el dosel alcanza hasta 20 m de altura.
12. No existen diferencias claras entre los estratos de altitud a excepción de la comparación entre los 300 y 400 msnm.

13. Las especies *Cyathea alfonsiana* y *C. nesiotica* influyen en gran medida en las diferencias encontradas.
14. La única especie que posee una distribución horizontal y vertical continua es *Sacoglottis holdridgei*.
15. El cambio más claro observado a partir de los 300msnm, es el aumento a más del doble en la abundancia del genero *Cyathea*.
16. En el bosque nuboso se encuentra un menor grado de disturbio que en el bosque pluvial premontano.
17. La especie *Cyathea alfonsiana* representa un factor de diferenciación entre las parcelas del bosque pluvial premontano y las del bosque nuboso.
18. La especie *Sacoglottis holdridgei*. Representa un factor de similitud presente en toda la muestra.
19. Los mapas de las zonas de estudio desarrollados en esta investigación permitirán una fácil localización de las parcelas y serán una herramienta para los guarda parques y futuros investigadores.
20. El sistema de monitoreo de bosques del programa de manejo del Parque Nacional Isla del Coco, cuenta ahora con una base de datos sobre 14 parcelas permanentes, que servirá para estimular mayores investigaciones sobre biología de las especies del área.



## RECOMENDACIONES

La principal recomendación es para que se establezca concretamente un plan estratégico para el mantenimiento y continuidad de medición en las unidades de muestreo así como para cualquier mejoramiento que se pueda realizar en estos sitios. Para lo cual es preciso en el corto plazo, generar un acuerdo de cooperación entre la EIFO y el ACMIC que facilite la continuidad del trabajo investigativo en el bosque de la Isla del Coco.

En cuanto al Protocolo Nacional para el Establecimiento y Medición de Parcelas Permanentes de Muestreo, se recomienda establecer un mecanismo de asignación de características para las unidades de muestreo, en función al tipo de ecosistema y las particularidades de los sitios en los que se establecen las parcelas permanentes.

Para una mejor inferencia y análisis de datos de los bosques nubosos se recomienda la instalación de una estación meteorológica en Cerro pelón de donde se puedan obtener datos climáticos más representativos para dichas áreas.

Es importante que el personal del ACMIC se familiarice con el sistema de monitoreo de bosques y tomen en cuenta estos sitios dentro de los planes de acción de los diferentes programas de trabajo en la Isla. Se recomienda una capacitación del personal en cuanto a los aspectos generales del bosque, encontrados en este estudio, y los alcances del sistema de monitoreo de bosques establecido.

Es posible enriquecer el monitoreo con la utilización de un sistema de información geográfica, para un análisis de la cobertura boscosa y su comportamiento a nivel macro.

Realizar en el corto plazo un muestreo de regeneración, que permita conocer el comportamiento de los individuos por debajo de 5 cm de diámetro.

Se recomienda continuar con investigaciones acerca de la fisionomía y fenología de las especies que ingresaron en el sistema de monitoreo.

## BIBLIOGRAFÍA

Acosta, L. 2012. Análisis silvigénico de los bosques húmedos tropicales del Parque Nacional La Cangreja, Pacífico Central, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago. 116p.

Aguirre, R. 1999. Mortalidad de árboles en dos tipos de bosque tropical húmedos sometidos a manejo forestal en la vertiente atlántica de Centroamérica. CATIE. Turrialba. CR. 118p.

Área de Conservación Marina Isla del Coco (ACMIC), Onca Natural. 2007. Plan de Manejo del Parque Nacional Isla del Coco. Disponible en: [http://www.acmic.sinac.go.cr/doc/plan\\_manejo\\_pnic.pdf](http://www.acmic.sinac.go.cr/doc/plan_manejo_pnic.pdf). Consultado el 12 de agosto de 2012.

Área de Conservación Marina Isla del Coco (ACMIC). 2007. Parque Nacional Isla del Coco. Disponible en: <http://www.acmic.sinac.go.cr/pnic.html>. Consultado el 12 de agosto de 2012.

Atlas Digital de Costa Rica. 2008. Escuela de Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago. Costa Rica. 1 DVD.

Berlinger, W. 1995. Islas oceánicas chilenas. Conocimiento científico y necesidades de investigaciones. Ediciones Pontificias. Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 1ª edición, 1995, 356 pp. (En línea). Consultado el 2 de setiembre, 2012. Disponible en: <http://www.revistamarina.cl/revistas/1998/1/libros.pdf>.

BOLFOR; Mostacedo, Bonifacio; Fredericksen, Todd S. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia.

Bolivar, A; Rovinski, Y; WO, E. 2000. La pesca en la Isla del Coco. Estudio integral para el mejoramiento del control pesquero en la zona de influencia del Área de Conservación Marina y Terrestre Isla del Coco. San José, Febrero.

Camacho, M. 2000. Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical. Guía de establecimiento y medición. Serie técnica. Manual técnico No. 42. CATIE. Turrialba. C.R. 52 p.p.

Castañeda, E; Morales, S; Obregón, F; Osorno D; Ramírez, F; Zolotoff J. 2000. Estado Actual de la Vegetación del Volcán Mombacho, Granada, Nicaragua. Fundación COCIBOLCA. Granada. 28p.

Castillo, M; Quesada, R. 2004. Caracterización de la vegetación de la Estación Biológica Sirena mediante dos parcelas permanentes, Parque Nacional Corcovado, Área de Conservación Osa. Informe final, Proyecto de investigación. Cartago. Costa Rica, 65 pp.

Castillo, A. 1997. Factores asociados con el crecimiento de dos bosques húmedos tropicales intervenidos silviculturalmente en Río San Juan, Nicaragua. CATIE. Turrialba. CR. 126p.

Comité Técnico Interagencial del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe. 2000. Conservación y aprovechamiento sustentable de bosques tropicales húmedos de América Latina y el Caribe. XII Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe. Bridgetown. Barbados. 18p.

Castillo, M; 1991. Establecimiento de parcelas permanentes de muestreo en bosque natural, para evaluar el aprovechamiento forestal, Península de Osa, Costa Rica. Informe de Práctica de Especialidad. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica, 149 pp.

Centeno, F. 2009. Evaluación de la Aplicación de Tratamientos Silviculturales en Bosques Naturales de la Región Huetar Norte de Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal. Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica. 99 p.

Dallmeier, F., M. Kabel and R. Rice.1992. Methods for long-term biodiversity plots in protected tropical forest. in: Long-term monitoring of biological diversity in tropical forest areas. MAB Digest11. F. Dallmeier, eds. Paris, UNESCO. pp. 11-46

Dauber, E; Fredericksen, T; Peña-Claros, M; Leño, C; Licona, JC; Contreras, F. 2003. Tasas de Incremento Diamétrico, Mortalidad y Reclutamiento con base en las Parcelas Permanentes Instaladas en Diferentes Regiones de Bolivia. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia.

Dawkins, H. 1958. The management of natural tropical high-forest with special reference to Uganda. Paper N° 34. Imperial forestry institute, University of Oxford.

Fernández-Palacios, J.M. 2004. Introducción a las Islas. Ecología Insular. Asociación española de ecología terrestre. Cabildo insular De La Palma, España. p 21-55. Disponible en: <http://webpages.ull.es/users/jmferpal/Cap.1%20Libro%20Ecologia%20Insular.pdf>

Finegan, B. 1997. Comunidades de bosques tropicales: historia, perturbación y el ambiente del ambiente físico. Apuntes de clase de postgrado de CATIE. “Bases ecológicas para el manejo de bosques tropicales”. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Garro, M. 2011. Recuperación del Bosque Húmedo Tropical 19 años después de la cosecha, bajo cuatro sistemas de manejo forestal, en la península de Osa, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago. 128p.

Guariguata, M; Kattan, G. 2002. Ecología y conservación de Bosques Neotropicales.1<sup>er</sup> Ed. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago. Costa Rica. 692 p.

Howe, H; Westley, L. 1988. Ecological relationships of plants and animals. Oxford University, Oxford. 273 p.

INFORME NACIONAL (IN). 1996. Aporte al conocimiento de la biodiversidad costero-marina de la Isla Malpelo, Colombia. Santafé de Bogotá. Colombia.

Instituto Meteorológico Nacional (IMN). 2012. Clima en Costa Rica, Isla del Coco. Disponible en: [http://www.imn.ac.cr/educacion/climacr/isla\\_coco.html](http://www.imn.ac.cr/educacion/climacr/isla_coco.html). Consultado el 12 de mayo de 2012.

Instituto Geográfico Nacional (IGN). 2000. Hoja Cartográfica de la Isla del Coco. Área de Conservación Marina Isla del Coco. Costa Rica.

Kappelle, M. 2008. Biodiversidad de los bosques de roble de la América tropical. 1<sup>er</sup> Ed. Santo Domingo, Heredia. Instituto Nacional de Biodiversidad INBIO. 336 p.

Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas, posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Traducido por Antonio Carrillo. GTZ. Alemania. 335 p.

Leiva, J. 2001. Comparación de las estrategias de regeneración natural entre los bosques primarios y secundarios en las zonas bajas del atlántico costarricense. Informe de Práctica de Especialidad. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago. Costa Rica. 102 p.

Lodoño, C; Jiménez, E.1999. Efecto del tiempo entre los censos sobre la estimación de las tasas anuales de mortalidad y reclutamiento de arboles (periodos de 1, 4 y 5 años). Crónica forestal y del medio ambiente. Notas divulgativas. Vol. 14 número 1. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 12p.

Louman, B; Quirós, D; Nilsson, M. 2001. Silvicultura de Bosques Latifoliados Húmedos con Énfasis en América Central. Serie técnica. Manual Técnico N° 46. CATIE. Turrialba. C.R.265 pp.

MacArthur, R; Wilson, E. 1967. The theory of island biogeography. Princenton University, New Jersey. 203 p.

Madriz, P. 2008. Restauración ecológica de la flora y la vegetación del Parque Nacional Isla del Coco. (Capítulos: islas; invasiones biológicas; el parque; marco legal; plan de restauración ecológica; especies: historia natural y manejo; glosario de términos). Proyecto: Mejoramiento de las prácticas de manejo y conservación en el Área de Conservación Marina Isla del Coco. MINAE/SINAC, ACMIC-PNIC. PNUD, GEF, FFEM.

Madriz, P. 2009. El Parque Nacional Isla del Coco (PNIC): Una isla oceánica invadida Proyecto Mejoramiento de las prácticas de manejo y conservación en el Área de Conservación Marina Isla del Coco (MINAE/SINAC, ACMIC-PNIC. PNUD, GEF,FFEM).Revista Biocenosis. Vol. 22 (1-2) 2009.

Manrow, M. Estructura, Composición florística, Biomasa y carbono arriba del suelo en los manglares de Gandoca y Estero Moín, Limón, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago. 31p.

Meza, V; Mora, F; Chávez, E; Fonseca, W. 2003. Crecimiento y edad del bosque natural con y sin manejo, en el trópico húmedo de Costa Rica. Instituto de Investigación y Servicios Forestales, Universidad Nacional de Costa Rica. Heredia. 10p.

Ministerio de Cultura y Juventud y Deportes (MCJD). 2007. Inmuebles declarados patrimonio histórico-arquitectónico de Costa Rica. Centro de investigación y conservación del patrimonio cultura. Gobierno de Costa Rica. Disponible en: [http://www.mcjdcr.go.cr/patrimonio/centro%20de%20investigacion%20y%20conservacion%20del%20patrimonio%20cultural/inmuebles%20declarados%20patrimonio%20historico/puntarenas/puntarenas01/isla\\_coco.html](http://www.mcjdcr.go.cr/patrimonio/centro%20de%20investigacion%20y%20conservacion%20del%20patrimonio%20cultural/inmuebles%20declarados%20patrimonio%20historico/puntarenas/puntarenas01/isla_coco.html).

Montoya, M. 1990. Plan de manejo. Parque Nacional Isla del Coco. Sistema de Parques y Reservas Marinas - Servicio de Parques Nacionales - Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas. San José

Montoya, M. 2001. La biota en una isla oceánica como la Isla del Coco. Revista Ambientico N° 88. Disponible en: <http://www.una.ac.cr/ambi/revista/88/>. Consultado el 16 de marzo de 2012.

Montoya, M. 2001. [La excepcionalidad de Isla del Coco](http://www.una.ac.cr/ambi/revista/88/). Revista Ambientico N° 88. Disponible en: <http://www.una.ac.cr/ambi/revista/88/>. Consultado el 16 de marzo de 2012.

Montoya, M. 2007. Conozca la Isla del Coco, una guía para su visitación. In: Biocurso Isla del Coco. San José: Organización para Estudios Tropicales. p: 35-90

Pérez, R; Quesada, R. 2002. Evaluación del impacto del aprovechamiento forestal en Los Mogos, Península de Osa, Costa Rica. Proyecto de investigación. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago. 95p.

Quinto, H; Rengifo, R; Ramos, Y. 2009. Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque pluvial tropical del Chaco, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 62(1): 4855-4868. 2009.

Ramírez, H; Acevedo, M; Ataroff, M; Torres, A. 2009. Crecimiento diamétrico de especies arbóreas en un bosque estacional de los llanos occidentales de Venezuela. ECOTRÓPICOS 22(2):46-63 2009. Sociedad Venezolana de Ecología. 63p.

Rivera, W., J. 2006. Estructura y composición del bosque premontano del Parque Nacional Isla del Coco. Área de Conservación Marina Isla del Coco. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal. Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica. 123 p.

Red Sismológica Nacional (RSN). 2007. Volcanes submarinos del Coco. Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica (UCR). Unidad de Amenazas y Auscultación Sísmica y Volcánica, Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). San José, Costa Rica. Disponible en: <http://www.rsn.geologia.ucr.ac.cr/02%20Vulcanolog%EDa/Submarinos.htm>. Consultado el 16 de marzo de 2012.

Sánchez, M; M. 2011. Protocolo de establecimiento y medición de parcelas permanentes de muestreo en bosque natural para la red nacional de parcelas permanentes de monitoreo de ecosistemas forestales. Instituto nacional de investigación y servicios forestales INISEFOR. 2011. 43p.

Sáenz, G; Finegan. B; Guariguata, M. 1999. Crecimiento y mortalidad en juveniles de siete especies arbóreas en un bosque muy húmedo tropical intervenido de Costa Rica. Rev. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Unidad de Manejo Bosques Naturales. CATIE 7170. *Biol. Trop.*, 47(1-2): 45-57, 1999. Turrialba, Costa Rica. 57p.

Sierra, Claudine. El cerdo cimarrón (*Sus scrofa*, Suidae) en la Isla del Coco, Costa Rica: Escarbaduras, alteraciones al suelo y erosión. *Rev. biol. trop.* [online]. dic. 2001, vol.49, no.3-4 [visitado 11 Septiembre 2008], p.1158-1170. Disponible en: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442001000300035&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442001000300035&lng=es&nrm=iso). ISSN 0034-7744.

Synnott, P. 1979. Permanent plots procedures for tropical rain forest. Unit of tropical Silviculture, Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford. Oxford, G.B. *Tropical Forestry Papers n.14.*, 67 pp.

Trusty, JL; Kesler, HC; Haug Delgado, G. 2006. Vascular flora of Isla del Coco, Costa Rica. *Proceedings of the California Academy of Sciences, Fourth Series. Volume 57(7):* 247–355 pp.



Uslar, Y; Mostacedo, B; Saldías, M. 2003. Composición estructura y dinámica de un bosque seco semidescuido en Santa Cruz. Bolivia. Documento Técnico. USAID/Bolivia. Proyecto de manejo forestal sostenible BOLFOR. Santa Cruz. Bolivia. 33p.

Valerio, J.; Esquivel, E.; Salas, C. 1998 Sistema de Parcelas Permanentes y Análisis de la Dinámica del Bosque Natural. Informe Final de Proyecto, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, 159 p.

Yockteng, R; Cavelier, J. 1999. Diversidad y mecanismos de dispersión de árboles de la Isla Gorgona y de los bosques húmedos tropicales del Pacífico colombo-ecuatoriano. Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes. Bogotá. Colombia.

Zamora, A. 2008. Estructura y composición florística de los bosques de bahía en el Parque Nacional Isla del Coco. Área de Conservación Marina Isla del Coco. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal. Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica. 76 p.

## ANEXOS

### 1. Abundancia, dominancia, frecuencia e índice de valor de importancia por especie y por parcela para toda la muestra.

Parcela 1	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	
<i>Annona glabra</i>	2	0,87	0,0057	0,12	2	2,33	3,31
<i>Cecropia pittieri</i> B. L. Rob.	2	0,87	0,0658	1,35	2	2,33	4,54
<i>Clusia rosea</i> Jacq.	8	3,48	0,0832	1,70	4	4,65	9,83
<i>Conostegia lasiopoda</i> Benth.	5	2,17	0,0236	0,48	4	4,65	7,31
<i>Cyathea nesiotica</i> (Maxon)	5	2,17	0,0586	1,20	4	4,65	8,03
<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.)	28	12,17	0,1069	2,19	7	8,14	22,50
<i>Henriettella fascicularis</i> (Sw.)	89	38,70	0,4822	9,88	22	25,58	74,16
<i>Henriettella odorata</i> Markgr.	6	2,61	0,0747	1,53	4	4,65	8,79
<i>Marcgravia waferi</i> Standl.	35	15,22	0,1604	3,29	9	10,47	28,97
<i>Ocotea insularis</i> (Meisn.) Mez	16	6,96	0,5349	10,96	10	11,63	29,55
<i>Sacoglottis holdridgei</i> Cuatrec.	34	14,78	3,2836	67,29	18	20,93	103,01
<b>Total</b>	<b>230</b>	<b>100,00</b>	<b>4,8796</b>	<b>100,00</b>	<b>86</b>	<b>100,00</b>	<b>300,00</b>

Parcela 2	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	
<i>Cecropia pittieri</i> B. L. Rob.	2	1,82	0,0944	2,78	2	3,77	8,37
<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.)	51	46,36	0,3501	10,29	16	30,19	86,84
<i>Marcgravia waferi</i> Standl.	3	2,73	0,0085	0,25	2	3,77	6,75
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav.) Urb.	1	0,91	0,1932	5,68	2	3,77	10,36
<i>Ocotea insularis</i> (Meisn.) Mez	13	11,82	0,3922	11,53	12	22,64	45,99
<i>Sacoglottis holdridgei</i> Cuatrec.	40	36,36	2,3636	69,47	19	35,85	141,69
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>100,00</b>	<b>3,4021</b>	<b>100,00</b>	<b>53</b>	<b>100,00</b>	<b>300,00</b>

Parcela 3	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	
<i>Cecropia pittieri</i> B. L. Rob.	2	2,20	0,0168	0,25	2	3,45	5,90
<i>Cyathea nesiotica</i> (Maxon)	1	1,10	0,0053	0,08	1	1,72	2,90
<i>Entada gigas</i> (L.) Fawc.	1	1,0989	0,0020	0,031	1	1,724	2,85
<i>Eugenia pacifica</i> Benth.	23	25,2747	0,0941	1,423	11	18,97	45,66
<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.)	3	3,2967	0,0071	0,107	3	5,172	8,58
<i>Marcgravia waferi</i> Standl.	6	6,59341	0,0258	0,39	2	3,448	10,43
<i>Ocotea insularis</i> (Meisn.) Mez	24	26,3736	3,2394	48,95	18	31,03	106,35
<i>Sacoglottis holdridgei</i> Cuatrec.	31	34,0659	3,2276	48,77	20	34,48	117,32
<b>Total</b>	<b>91</b>	<b>100,00</b>	<b>6,6182</b>	<b>100</b>	<b>58</b>	<b>100</b>	<b>300,00</b>

Parcela 4	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	
<i>Cyathea nesiotica</i> (Maxon)	4	3,25	0,01	0,165	3	5,17	8,59
<i>Euterpe precatoria</i> var. <i>longevaginata</i>	16	13,01	0,179	2,843	8	13,79	29,64
<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.)	17	13,82	0,066	1,055	11	18,97	33,84
<i>Henriettella fascicularis</i> (Sw.)	1	0,81	0,004	0,061	1	1,72	2,60
<i>Marcgravia waferi</i> Standl.	8	6,50	0,038	0,596	5	8,62	15,72
<i>Ocotea insularis</i> (Meisn.) Mez	11	8,94	0,386	6,13	7	12,07	27,14
<i>Sacoglottis holdridgei</i> Cuatrec.	66	53,66	5,619	89,15	23	39,66	182,46
<b>Total</b>	<b>123</b>	<b>100,00</b>	<b>6,303</b>	<b>100</b>	<b>58</b>	<b>100,00</b>	<b>300,00</b>

Parcela 5	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	
<i>Ardisia cuspidata</i> Benth.	2	1,40845	0,007	0,116	2	2,74	4,26
<i>Cecropia pittieri</i> B. L. Rob.	1	0,70423	0,054	0,911	1	1,37	2,98
<i>Clusia rosea</i> Jacq.	6	4,22535	0,047	0,803	3	4,11	9,14
<i>Cyathea nesiotica</i> (Maxon)	17	11,9718	0,054	0,917	7	9,589	22,48
<i>Entada gigas</i> (L.) Fawc.	1	0,70423	0,02	0,342	1	1,37	2,42
<i>Eugenia pacifica</i> Benth.	7	4,92958	0,034	0,578	5	6,849	12,36
<i>Euterpe precatoria</i> var. <i>longevaginata</i>	15	10,5634	0,277	4,715	8	10,96	26,24
<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.)	33	23,2394	0,164	2,788	10	13,7	39,73
<i>Henriettella fascicularis</i> (Sw.)	1	0,70423	0,01	0,162	1	1,37	2,24
<i>Henriettella odorata</i> Markgr.	3	2,11268	0,039	0,661	2	2,74	5,51
<i>Marcgravia waferi</i> Standl.	4	2,8169	0,016	0,266	3	4,11	7,19
<i>Ocotea insularis</i> (Meisn.) Mez	18	12,6761	1,378	23,45	13	17,81	53,94
<i>Persea americana</i> Mill.	1	0,70423	0,025	0,433	1	1,37	2,51
<i>Sacoglottis holdridgei</i> Cuatrec.	33	23,2394	3,751	63,85	16	21,92	109,01
<b>Total</b>	<b>142</b>	<b>100</b>	<b>5,874</b>	<b>100</b>	<b>73</b>	<b>100</b>	<b>300,00</b>

Parcela 6	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	
<i>Ardisia cuspidata</i> Benth.	4	5	0,013	0,253	2	4,651	9,90
<i>Clusia rosea</i> Jacq.	1	1,25	0,006	0,109	1	2,326	3,68
<i>Cyathea nesiotica</i> (Maxon)	2	2,5	0,004	0,083	2	4,651	7,23
<i>Eugenia pacifica</i> Benth.	2	2,5	0,044	0,873	2	4,651	8,02
<i>Marcgravia waferi</i> Standl.	1	1,25	0,003	0,057	1	2,326	3,63
<i>Ocotea insularis</i> (Meisn.) Mez	15	18,75	1,277	25,09	14	32,56	76,40
<i>Sacoglottis holdridgei</i> Cuatrec.	55	68,75	3,742	73,54	21	48,84	191,12
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>5,088</b>	<b>100</b>	<b>43</b>	<b>100</b>	<b>300,00</b>

Parcela 7	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	
<i>Cyathea nesiotica</i> (Maxon)	6	7,22892	0,018	0,322	3	6,818	14,37
<i>Eugenia pacifica</i> Benth.	1	1,20482	0,026	0,467	1	2,273	3,94
<i>Euterpe precatoria</i> var. <i>longevaginata</i>	6	7,22892	0,072	1,273	4	9,091	17,59
<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.)	34	40,9639	0,275	4,885	10	22,73	68,58
<i>Henriettella fascicularis</i> (Sw.)	4	4,81928	0,024	0,425	4	9,091	14,34
<i>Ocotea insularis</i> (Meisn.) Mez	3	3,61446	0,085	1,515	2	4,545	9,67
<i>Sacoglottis holdridgei</i> Cuatrec.	29	34,9398	5,136	91,11	20	45,45	171,51
<b>Total</b>	<b>83</b>	<b>100</b>	<b>5,637</b>	<b>100</b>	<b>44</b>	<b>100</b>	<b>300,00</b>

Parcela 8	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	
<i>Ardisia cuspidata</i> Benth.	2	1,96078	0,006	0,105	2	3,333	5,40
<i>Cyathea nesiotica</i> (Maxon)	5	4,90196	0,014	0,245	5	8,333	13,48
<i>Eugenia pacifica</i> Benth.	2	1,96078	0,008	0,134	2	3,333	5,43
<i>Euterpe precatoria</i> var. <i>longevaginata</i>	2	1,96078	0,033	0,589	2	3,333	5,88
<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.)	26	25,4902	0,234	4,153	12	20	49,64
<i>Henriettella odorata</i> Markgr.	11	10,7843	0,209	3,7	7	11,67	26,15
<i>Marcgravia waferi</i> Standl.	9	8,82353	0,038	0,683	7	11,67	21,17
<i>Ocotea insularis</i> (Meisn.) Mez	4	3,92157	0,178	3,156	4	6,667	13,74
<i>Sacoglottis holdridgei</i> Cuatrec.	41	40,1961	3,965	70,34	19	31,67	142,21
<b>Total</b>	<b>102</b>	<b>100</b>	<b>5,637</b>	<b>100</b>	<b>60</b>	<b>100</b>	<b>300,00</b>

Parcela 9	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	
<i>Ardisia cuspidata</i> Benth.	18	4,91803	0,07	1,142	10	9,709	15,77
<i>Conostegia lasiopoda</i> Benth.	1	0,27322	0,004	0,061	1	0,971	1,31
<i>Cyathea alfonsiana</i> Gómez	227	62,0219	0,728	11,87	25	24,27	98,16
<i>Eugenia pacifica</i> Benth.	1	0,27322	0,002	0,04	1	0,971	1,28
<i>Euterpe precatoria</i> var. <i>longevaginata</i>	10	2,73224	0,137	2,236	9	8,738	13,71
<i>Henriettella fascicularis</i> (Sw.)	40	10,929	0,247	4,02	17	16,5	31,45
<i>Henriettella odorata</i> Markgr.	3	0,81967	0,02	0,333	2	1,942	3,09
<i>Marcgravia waferi</i> Standl.	20	5,46448	0,102	1,663	10	9,709	16,84
<i>Miconia dodecandra</i> Cogn.	5	1,36612	0,023	0,382	3	2,913	4,66
<i>Miconia</i> sp.	1	0,27322	0,005	0,076	1	0,971	1,32
<i>Ocotea insularis</i> (Meisn.) Mez	5	1,36612	0,069	1,119	5	4,854	7,34
<i>Sacoglottis holdridgei</i> Cuatrec.	35	9,56284	4,728	77,06	19	18,45	105,07
<b>Total</b>	<b>366</b>	<b>100</b>	<b>6,136</b>	<b>100</b>	<b>103</b>	<b>100</b>	<b>300,00</b>

Parcela 10	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	
<i>Ardisia cuspidata</i> Benth.	2	0,50505	0,01	0,182	2	1,709	2,40
<i>Conostegia lasiopoda</i> Benth.	2	0,50505	0,005	0,089	2	1,709	2,30
<i>Cyathea alfonsiana</i> Gómez	213	53,7879	0,797	14,93	25	21,37	90,08
<i>Eugenia pacifica</i> Benth.	6	1,51515	0,028	0,516	3	2,564	4,60
<i>Euterpe precatória</i> var. <i>longevaginata</i>	11	2,77778	0,183	3,431	5	4,274	10,48
<i>Henriettella fascicularis</i> (Sw.)	56	14,1414	0,466	8,726	19	16,24	39,11
<i>Henriettella odorata</i> Markgr.	3	0,75758	0,02	0,379	2	1,709	2,85
<i>Marcgravia waferi</i> Standl.	10	2,52525	0,044	0,818	4	3,419	6,76
<i>Miconia dodecandra</i> Cogn.	16	4,0404	0,069	1,295	8	6,838	12,17
<i>Miconia</i> sp.	9	2,27273	0,156	2,93	6	5,128	10,33
<i>Ocotea insularis</i> (Meisn.) Mez	18	4,54545	0,422	7,91	15	12,82	25,28
<i>Rustia occidentalis</i> Benth.	8	2,0202	0,032	0,605	6	5,128	7,75
<i>Sacoglottis holdridgei</i> Cuatrec.	42	10,6061	3,107	58,19	20	17,09	85,89
<b>Total</b>	<b>396</b>	<b>100</b>	<b>5,34</b>	<b>100</b>	<b>117</b>	<b>100</b>	<b>300,00</b>

Parcela 11	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	
<i>Conostegia lasiopoda</i> Benth.	12	3,14961	0,04	0,824	6	5,607	9,58
<i>Cyathea alfonsiana</i> Gómez	230	60,3675	0,839	17,12	25	23,36	100,86
<i>Eugenia pacifica</i> Benth.	5	1,31234	0,022	0,447	3	2,804	4,56
<i>Euterpe precatória</i> var. <i>longevaginata</i>	13	3,41207	0,162	3,299	6	5,607	12,32
<i>Henriettella fascicularis</i> (Sw.)	24	6,29921	0,12	2,44	11	10,28	19,02
<i>Henriettella odorata</i> Markgr.	7	1,83727	0,039	0,796	5	4,673	7,31
<i>Marcgravia waferi</i> Standl.	9	2,3622	0,059	1,208	5	4,673	8,24
<i>Miconia dodecandra</i> Cogn.	4	1,04987	0,017	0,345	1	0,935	2,33
<i>Miconia</i> sp.	19	4,98688	0,169	3,445	12	11,21	19,65
<i>Ocotea insularis</i> (Meisn.) Mez	35	9,18635	0,549	11,21	15	14,02	34,42
<i>Rustia occidentalis</i> Benth.	11	2,88714	0,054	1,098	7	6,542	10,53
<i>Sacoglottis holdridgei</i> Cuatrec.	12	3,14961	2,829	57,76	11	10,28	71,19
<b>Total</b>	<b>381</b>	<b>100</b>	<b>4,898</b>	<b>100</b>	<b>107</b>	<b>100</b>	<b>300,00</b>

Parcela 12	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	
<i>Ardisia cuspidata</i> Benth.	4	0,71685	0,011	0,222	3	4,348	5,29
<i>Cyathea alfonsiana</i> Gómez	495	88,7097	2,161	44,63	25	36,23	169,57
<i>Marcgravia waferi</i> Standl.	15	2,68817	0,054	1,118	10	14,49	18,30
<i>Miconia dodecandra</i> Cogn.	5	0,89606	0,043	0,893	2	2,899	4,69
<i>Miconia</i> sp.	4	0,71685	0,045	0,927	3	4,348	5,99
<i>Myrsine pellucidopunctata</i> Oerst.	8	1,43369	0,038	0,782	5	7,246	9,46
<i>Ocotea insularis</i> (Meisn.) Mez	4	0,71685	0,091	1,882	4	5,797	8,40
<i>Rustia occidentalis</i> Benth.	1	0,17921	0,002	0,041	1	1,449	1,67
<i>Sacoglottis holdridgei</i> Cuatrec.	21	3,76344	2,394	49,45	15	21,74	74,95
<i>Schlegelia brachyantha</i>	1	0,17921	0,003	0,064	1	1,449	1,69
<b>Total</b>	<b>558</b>	<b>100</b>	<b>4,842</b>	<b>100</b>	<b>69</b>	<b>100</b>	<b>300,00</b>

Parcela 13	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	
<i>Cyathea alfonsiana</i> Gómez	422	90,7527	2,349	37,7	25	42,37	170,82
<i>Euterpe precatoria</i> var. <i>Longevaginata</i>	6	1,29032	0,107	1,718	3	5,085	8,09
<i>Marcgravia waferi</i> Standl.	8	1,72043	0,04	0,64	6	10,17	12,53
<i>Miconia</i> sp.	1	0,21505	0,077	1,241	1	1,695	3,15
<i>Myrsine pellucidopunctata</i> Oerst.	4	0,86022	0,075	1,21	3	5,085	7,16
<i>Ocotea insularis</i> (Meisn.) Mez	1	0,21505	0,108	1,732	1	1,695	3,64
<i>Rustia occidentalis</i> Benth.	3	0,64516	0,02	0,328	3	5,085	6,06
<i>Sacoglottis holdridgei</i> Cuatrec.	18	3,87097	3,45	55,36	15	25,42	84,66
<i>Schlegelia brachyantha</i>	2	0,43011	0,004	0,07	2	3,39	3,89
<b>Total</b>	<b>465</b>	<b>100</b>	<b>6,232</b>	<b>100</b>	<b>59</b>	<b>100</b>	<b>300,00</b>

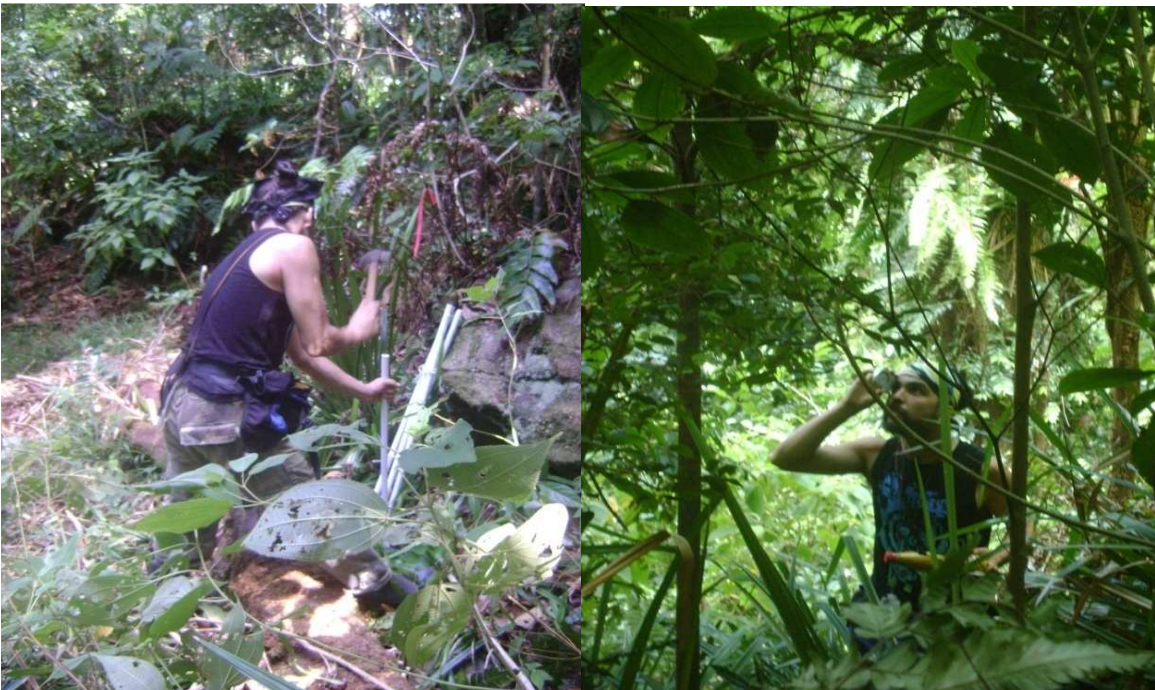
Parcela 14	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	
<i>Cyathea alfonsiana</i> Gómez	224	71,5655	0,634	13,06	25	32,05	116,68
<i>Euterpe precatoria</i> var. <i>Longevaginata</i>	32	10,2236	0,448	9,226	13	16,67	36,12
<i>Hedyosmum racemosum</i> (Ruíz y Pav.)	13	4,15335	0,054	1,112	8	10,26	15,52
<i>Marcgravia waferi</i> Standl.	4	1,27796	0,017	0,352	3	3,846	5,48
<i>Rustia occidentalis</i> Benth.	10	3,19489	0,043	0,895	9	11,54	15,63
<i>Sacoglottis holdridgei</i> Cuatrec.	29	9,26518	3,658	75,31	19	24,36	108,93
<i>Schlegelia brachyantha</i>	1	0,31949	0,002	0,044	1	1,282	1,65
<b>Total</b>	<b>313</b>	<b>100</b>	<b>4,858</b>	<b>100</b>	<b>78</b>	<b>100</b>	<b>300,00</b>

## 2. Fotografías de trabajo de campo.



Limpeza y medición de arboles marcados

Foto: Marianela Quirós



Colocación de tubos y medición de alturas.

Foto: Marianela Quirós.



Pintura y medición de árboles

Foto: Marianela Quirós



Colaboradores en trabajo de medición

Foto: M. Antonio Porras.



### 3. Dedicatoria a guardaparques de la Isla del Coco

*Donde no acaba el mar*

*“Qué linda es la tierra y qué grande es el mar.*

*Saberlo ahora viendo al oeste es recargar...*

*El agua no acaba de beber su frescura,  
la roca, como voluntad de conservación,  
no sostiene sino que empuja.*

*El mar no termina en el mar,  
el bosque no se compara, se agradece a sí mismo  
el revolucionario empeño en ser quien es,  
en medio de lo que evidentemente no fue.*

*Allá donde nada oculta el mar*

*Fuerza es el guardaparques  
con olor a montaña y a agua de sal*

*En su diario sueño realidad*

*Por lo que vive donde aún no se acaba el mar.”*