

GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DOMINICANA
MEDIO AMBIENTE

FOREST CARBON PARTNERSHIP FACILITY

GRUPO BANCO MUNDIAL

REDD+ REPÚBLICA DOMINICANA
MÁS BOSQUES MÁS VIDA

INVENTARIO NACIONAL FORESTAL

REPÚBLICA DOMINICANA

ABRIL 2021



GOBIERNO DE LA
REPÚBLICA DOMINICANA

MEDIO AMBIENTE

Inventario Nacional Forestal de la República Dominicana





Con el apoyo de:

PROGRAMA REGIONAL REDD
Reducción de Emisiones de la Deforestación y Degradación de Bosques en Centroamérica y República Dominicana

cooperación alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

giz

CCAD

SICA
Sistema de la Integración Centroamericana

GRUPO BANCO MUNDIAL

FOREST CARBON PARTNERSHIP FACILITY

REDD+
República Dominicana



Santo Domingo, R.D. Abril de 2021



GOBIERNO DE LA
REPÚBLICA DOMINICANA

MEDIO AMBIENTE

Inventario Nacional Forestal de la República Dominicana

Santo Domingo, República Dominicana
Abril 2021

Con el apoyo de:
PROGRAMA REGIONAL REDD
Reducción de Emisiones de la Deforestación y Degradación de Bosques en Centroamérica y República Dominicana
cooperación alemana
giz
CCAD
SICA
GRUPO BANCO MUNDIAL
FOREST CARBON PARTNERSHIP FACILITY
REDD+ República Dominicana

GOBIERNO DE LA
REPÚBLICA DOMINICANA

MEDIO AMBIENTE

INVENTARIO NACIONAL FORESTAL DE LA REPÚBLICA DOMINICANA

ISBN. 978-9945-9235-5-1
Santo Domingo, República Dominicana
Abril 2021. Primera edición

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Orlando Jorge Mera
Ministro de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Ave. Cayetano Germosén esquina ave. Gregorio Luperón, sector El Pedregal,
Santo Domingo, República Dominicana
Apartado Postal 11107
Tel: (809) 567-4300
www.ambiente.gob.do
Correo electrónico: medioambiente@ambiente.gob.do
Facebook: www.facebook.com/
Twitter: @AmbienteRD

Servicio de consultoría
Elaboración del Inventario Nacional Forestal de la República Dominicana (INF-RD) en el marco del proyecto preparación para REDD+

País: República Dominicana
Proyecto: P151752 / SNIP 13782
Entidad Solicitante: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales – Banco Mundial
DCC - UTG - 04 - 2017

Fernanda De León
Viceministra de Recursos Forestales

Federico A. Franco T.
Viceministro de Áreas Protegidas y Biodiversidad

Juan E. Julia Mera
Viceministro de Gestión Ambiental

Juan F. Ureña Acosta
Viceministro de Suelos y Aguas

José Ramón Reyes
Viceministro de Recursos Costeros y Marinos

Milagros De Camps
Viceministra de Cooperación Internacional

Fernando Campos
Asesor Forestal

Nathalie Flores
Directora de Cambio Climático

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT

Verena Blickwede
Directora Residente de la GIZ en República Dominicana

Apartado Postal 2960
Calle Ángel Severo Cabral No. 5,
Ensanche Julieta, C. P. 10130
Santo Domingo, República Dominicana
Tel.: +1 809 541-1430
Fax: +1 809 683 2611
www.giz.de
E-mail: GIZ-DomRep@giz.de

Programa REDD III / CCAD-GIZ
www.reddccadgiz.org

Jan Bock
Director de Programa

ASISTENCIA TÉCNICA
Abner Jiménez G., Programa Regional REDD CCAD GIZ
Fátima Franco, Programa Regional REDD +Landscape GIZ
Rodrigo Martínez F., Banco Mundial
Julián Gonzalo J., Banco Mundial
Ben de Jong, Banco Mundial
Laszlo Pancel, GIZ

LEVANTAMIENTO DE CAMPO Y PROCESAMIENTO DE DATOS
Patricio Emanuelli, SudAustral
Fabián Milla Araneda, SudAustral
José Elías González, Creser
José Antonio Núñez, Lukinvestmen
Efraín Duarte Castañeda, SudAustral
José R. Mercedes, Creser
Claudia Garrido Ruiz, SudAustral
Astrid Holmgren, SudAustral
Mamerto Valerio, Enda Dominicana (Fase I)

COMITÉ DE SUPERVISIÓN TÉCNICA
Manuel Serrano, Viceministerio de Recursos Forestales
Ramón Díaz Beard, Unidad de Monitoreo Forestal
Francisca Rosario F., Viceministerio de Recursos Forestales
Pedro García Brito, Unidad Técnica de Gestión del Proyecto REDD+
Ramón Ovidio Sánchez, Unidad Técnica de Gestión del Proyecto REDD+
Mariana Pérez, Dirección de Información sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales
Santiago Hernández, Dirección de Información sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales
Tomás Montilla, Dirección de Información sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales
Sarita Marte Jiménez, Unidad de Monitoreo Forestal
Ana Cristina Moreno B., Unidad de Monitoreo Forestal
Benedito Faña Mejía, Unidad Técnica de Gestión del Proyecto REDD+

PARTICIPANTES EN EL LEVANTAMIENTO DE CAMPO DEL INF-RD

CUADRILLAS DE CAMPO

Personal Técnico	Guías de Campo	Guías de Campo
Adolfo Serrata G.	Ángel Núñez	Luis Cens
Ángel Díaz	Arismendi Espinal	Luis Cruz
Ángela M. Bejarán	Arquímedes Milletes	Luis García
Bepsy Morales	Arturo Ant. Olivo	Luis Valdez
Carlos Espinal	Augusto Torres	Manolo Mosquea
Dalia Jones	Carlos David	Manuel de los Santos
Edwin R. González	Carlos Hernández	Manuel Anderson
Elvin F. Adames	Carmelo Pichardo	Manuel E. Valenzuela
Elvis Amaury Pérez	Catalino Reyes	Máximo F. Hernández
Esmeraldo Mendoza	Cesarina Cruz	Máximo Familia
Estefani Peralta	Elías Orosco	Melvin Tejada
Felipe Contreras	Emilio Ramírez	Merilio Durán
Francisco Lamar	Estarling Díaz	Miguel Alberto
Héctor Acosta	Estarling Hernández	Pascal Sánchez
Héctor Arias C.	Fantino Payano	Paulino Torres
Jaime Apolinar Vargas	Felipe Pérez	Rafael Andrés Santos
José Ant. Núñez A.	Francis A. Reinoso	Rafael Durán
José Ant. Rodríguez	Francisco Arcadio	Ramón Elpidio Núñez
José Elías González	Francisco Núñez	Ramón Medina
José Emilio González	Genara Delgado	Ramón Reyes
José R. Mercedes	Genaro Azcona	Raúl Veras
José R. Brea	Greidi Angomás	Reinvi Salas
Lenin Vladimir Acosta	Gumersindo Matos	Richard Ramírez
Leticia Castillo	Heriberto Espejo	Roberto Matos Vargas
Luis Bolívar García	Joel Benjamín	Roberto Reyes
Luis Cruz	Jonathan Gómez	Roberto Santana
Mamerto Valerio B.	Joquely Santana	Roberto Saviñón
María Batista	Jorge Pujols	Rodolfo Billini
Mario G. Ramírez	José Aquilino Acosta	Salvador Mordan
Mario Ramírez	José Durán	Samuel Cabrera
Melvin Tejada	José Luis Castillo	Santiago Dominique
Miguel A. Tavares (EPD)	José Miguel Fuentes	Teudi Muñoz
Omar Perdomo	José Ogando	Tomás Santana
Paola E. González	Juan Camboy	Víctor Mercedes
Ramón Ubrí	Juan Delgado	Virgilio Mateo
Richard Ramírez	Juan Grullón	Wandelsy Mateo
Rosa Rodríguez	Juan Tiburcio De León	Wandy Félix
Salvador Escarramán	Julio Ángel Francis	Wilson Aracena
Santo Núñez	Kersyn L. Pérez	Yussi Durán
Víctor Ortiz	Luis Alfredo R. L.	
Vivian Corcino	Luis Ant. Cuevas	
Yocasta Miliano		

SUPERVISIÓN Y AUDITORÍA TÉCNICA DE CAMPO DEL INF-RD

Personal Técnico	Guardaparque / Guardabosque
Ana María Almánzar	Amolio Ortiz
Beridania Reynoso	André Almonte
Bolívar García	Bartolo De los Santos
Brenda Figueroa	Diógenes Cherry
Carlos José García	Diomedes Hernández
Carlos Bradesky Pinales	Donato Guerrero L.
Cristian Javier López (EPD)	Esteban Alcántara
Daury Moreta	Esteban Luciano
Domingo Guichardo	Francisco De los Santos
Elizabeth Martínez	Freddy Pérez
Elvis Lizardo	Herminio Jiménez
Esteban Peralta	Hipólito Reyes
Felimón Batista T.	Jorge Mercedes
George Valenzuela	José Aquiles
Guarionex Leger	José Nicolás
Jaime A. Vargas	Juan Antonio Torres
Jesús Arias	Juan Carlos Azcona
Jorge Mercedes	Juan De Jesús Pérez
Jorge Ortiz Canela	Juan María Payero
José Pérez Rocha	Leandro Santa
José A. Santana	Luis Valdez
José Durán	Mariano Pinales
José Jiménez	Mario Ramírez
José Rosario	Máximo Familia
Julio C. De los Santos	Michel Ulerio Soto
Leandro G. Santana	Miguel Paniagua
Luis Emilio Méndez	Morel Aquilera
Máximo Mateo C.	Orlando Castillo
Miguel A. Mejía	Rafael Uceta
Odalis R. Zorrilla	Ramón Soriano
Oneyda González	Raydi Bogues
Orlando Castillo	Roberto Gómez
Rafael A. Rivera	Roberto Matos
Roberto L. Gómez	Rodolfo Santana
Rodolfo Méndez	Rodolfo Villar
Rumarda Urbáez M.	Santo Villar
Rudy Pérez M.	Toribio Aquilera
Samuel Aybar	Yussi Duran
Santana Caraballo	
Sony Peñaló	
Víctor Mercedes	
Wilfrido Sánchez	

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD

Este documento ha sido elaborado con el apoyo técnico y financiero del Programa Regional Reducción de Emisiones de la Deforestación y Degradación de Bosques en Centroamérica y República Dominicana (REDD III), un programa financiado por el Ministerio Federal de Desarrollo Económico y Cooperación de Alemania (BMZ) y ejecutado por la GIZ en coordinación con la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD).

IMPRESIÓN

Se permite la reproducción total o parcial del contenido de esta publicación siempre y cuando sea citada la fuente.

FOTOGRAFÍAS

Apertura: Milton González, Tomás Montilla y Jerry Bauer.

CITA BIBLIOGRÁFICA

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2021. Inventario Nacional Forestal de la República Dominicana. Programa Regional Reducción de Emisiones de la Deforestación y Degradación de Bosques en Centroamérica y República Dominicana (REDD III), Santo Domingo, República Dominicana. 292 páginas.

Ana Saviñón. Diseño y Diagramación | **Producciones Moño Malo.** Corrección de Estilo

Tabla de Contenido

RESUMEN EJECUTIVO 27
1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PAÍS Y ANTECEDENTES 33
1.1 UBICACIÓN DE LA REPÚBLICA DOMINICANA 34
1.2 REGIONES GEOMÓRFICAS 34
1.3 CUENCAS HIDROGRÁFICAS 35
1.4 BIODIVERSIDAD Y ÁREAS PROTEGIDAS 36
1.5 ANTECEDENTES DE ESTUDIOS DE RECURSOS FORESTALES 37

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS 41
2.1 DEFINICIÓN DE BOSQUE Y SUPERFICIE CON COBERTURA FORESTAL 42
2.2 DISEÑO DEL INVENTARIO 43
2.3 FORMA Y TAMAÑO DE LAS UNIDADES MUESTRALES 45
2.4 SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD 53
2.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN 56
2.5.1 Componente arbóreo DAP ≥ 10 cm Unidad de Muestreo Principal 56
2.5.2 Componente arbóreo DAP ≥ 2 cm y < 10 cm Unidad Muestral Secundaria 58
2.5.3 Componente arbóreo DAP < 2 cm y HT ≤ 1,5 m regeneración arbórea natural 59
2.5.4 Componente de vegetación herbácea 59
2.5.5 Componente de hojarasca 59
2.5.6 Componente transecto de maderas muertas 60
2.5.7 Componente punto de muestreo de suelo 61

2.6 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE LABORATORIO 61
2.6.1 Determinación de datos atípicos en los resultados de los análisis de suelo 62
2.6.2 Determinación de datos atípicos en los resultados de los análisis de hojarasca 68
2.6.3 Determinación de datos atípicos en el análisis de densidad de maderas muertas 70

2.7 ELEMENTOS PARA EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN 73

3. RESULTADOS: INFORMACIÓN GENERAL DETALLE POR PARCELAS 77
3.1 DETALLE INFORMACIÓN UMP III-44 BOSQUE CONÍFERO DENSO 82
3.2 DETALLE INFORMACIÓN UMP VI-20 BOSQUE CONÍFERO DISPERSO 85
3.3 DETALLE INFORMACIÓN UMP II-18 BOSQUE DE MANGLE 89
3.4 DETALLE INFORMACIÓN UMP IV-100 BOSQUE LATIFOLIADO HÚMEDO 92
3.5 DETALLE INFORMACIÓN UMP I-95 BOSQUE LATIFOLIADO NUBLADO 95
3.6 DETALLE INFORMACIÓN UMP V-40 BOSQUE LATIFOLIADO SEMIHÚMEDO 99
3.7 DETALLE INFORMACIÓN UMP I-11 BOSQUE SECO 102

4. INFORMACIÓN GENERAL POR TIPO DE BOSQUES 107
4.1 INFORMACIÓN GENERAL ESTRATO BOSQUE CONÍFERA DENSO 108
4.1.1 Proporción de componentes vegetales para el estrato 108
4.1.2 Dasometría y existencias 109
4.1.3 Densidad en árboles por hectárea 109
4.1.4 Número de especies promedio 110
4.1.5 Carbono por hectárea por componente vegetal y suelo 111
4.1.6 Carbono total del estrato 112

4.2 INFORMACIÓN GENERAL ESTRATO BOSQUE CONÍFERO DISPERSO 113
4.2.1 Proporción de componentes vegetales para el estrato 113
4.2.2 Dasometría y existencias para el estrato por componentes vegetales 113
4.2.3 Densidad en árboles o individuos por hectárea por componente vegetal 114
4.2.4 Número de especies promedio del estrato 115
4.2.5 Carbono por hectárea por componente vegetal y suelo 116
4.2.6 Carbono total del estrato 117

4.3 INFORMACIÓN GENERAL ESTRATO BOSQUE DE MANGLE 118
4.3.1 Proporción de componentes vegetales para el estrato 118
4.3.2 Dasometría y existencias para el estrato por componentes vegetales 118
4.3.3 Densidad en árboles o individuos por hectárea por componente vegetal 119
4.3.4 Número de especies promedio del estrato 120
4.3.5 Carbono por hectárea por componente vegetal y suelo 121
4.3.6 Carbono total del estrato 122

4.4 INFORMACIÓN GENERAL ESTRATO BOSQUE LATIFOLIADO HÚMEDO 123
4.4.1 Proporción de componentes vegetales para el estrato 123
4.4.2 Dasometría y existencias para el estrato por componentes vegetales 123
4.4.3 Densidad en árboles o individuos por hectárea por componente vegetal 124
4.4.4 Número de especies promedio del estrato 125
4.4.5 Carbono por hectárea por componente vegetal y suelo 126
4.4.6 Carbono total del estrato 126

4.5 INFORMACIÓN GENERAL ESTRATO BOSQUE LATIFOLIADO NUBLADO 128
4.5.1 Proporción de componentes vegetales para el estrato 128
4.5.2 Dasometría y existencias para el estrato por componentes vegetales 128
4.5.3 Densidad en árboles o individuos por hectárea por componente vegetal 129
4.5.4 Número de especies promedio del estrato 130
4.5.5 Carbono por hectárea por componente vegetal y suelo 131
4.5.6 Carbono total del estrato 132

4.6 INFORMACIÓN GENERAL ESTRATO BOSQUE LATIFOLIADO SEMIHÚMEDO 133
4.6.1 Proporción de componentes vegetales para el estrato 133
4.6.2 Dasometría y existencias para el estrato por componentes vegetales 133
4.6.3 Densidad en árboles o individuos por hectárea por componente vegetal 134
4.6.4 Número de especies promedio del estrato 135
4.6.5 Carbono por componente vegetal y suelo 136
4.6.6 Carbono total del estrato 137

4.7 INFORMACIÓN GENERAL ESTRATO BOSQUE SECO 138
4.7.1 Proporción de componentes arbóreos para el estrato 138
4.7.2 Dasometría y existencias para el estrato 138
4.7.3 Densidad 139
4.7.4 Número de especies promedio 140
4.7.5 Carbono por hectárea por componente vegetal y suelo 141
4.7.6 Carbono total del estrato 142

4.8 INFORMACIÓN GENERAL DEL INF-RD 143
4.8.1 Proporción de componentes vegetales para los estratos agrupados 143
4.8.2 Dasometría y existencias para los estratos agrupados por componentes vegetales 143
4.8.3 Densidad en árboles o individuos por hectárea por componente vegetal 144
4.8.4 Promedio de Especies de los bosques de República Dominicana 145
4.8.5 Carbono por hectárea por componente vegetal y suelo 146
4.8.6 Carbono total de todos los estratos agrupados 147

5. INVENTARIO DE LA VEGETACION MAYOR INF-RD 151
5.1 DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO 152
5.2 ALTURA TOTAL 155
5.3 DENSIDAD DE ÁRBOLES 158
5.4 ÁREA BASAL 161
5.5 EXISTENCIA DE VOLUMEN 164
5.6 EXISTENCIA DE BIOMASA 167
5.7 EXISTENCIAS DE CO_2 PROMEDIO 170

6. CARBONO – CO_2 DETERMINADO EN EL INF-RD 177
6.1 EXISTENCIAS DE CO_2 POR TIPO DE BOSQUE 178
6.1.1 Bosque Conífero Denso 178
6.1.2 Bosque Conífero Disperso 179
6.1.3 Bosque de Mangle 181
6.1.4 Bosque Latifoliado Húmedo 182
6.1.5 Bosque Latifoliado Nublado 183
6.1.6 Bosque Latifoliado Semihúmedo 185
6.1.7 Bosque Seco 186
6.2 EXISTENCIAS DE CO_2 TOTALES PARA EL INF-RD 187

7. DIVERSIDAD DE ESPECIES ARBÓREAS EN LOS BOSQUES DE REPÚBLICA DOMINICANA 191
7.1 DIVERSIDAD ARBÓREA PARA ESPECIES ≥ 2 CM DE DAP 194
7.1.1 Bosque Conífero Denso 196
7.1.2 Bosque Conífero Disperso 197
7.1.3 Bosque de Mangle 197
7.1.4 Bosque Latifoliado Húmedo 198
7.1.5 Bosque Latifoliado Nublado 198
7.1.6 Bosque Latifoliado Semihúmedo 199
7.1.7 Bosque Seco 199

7.2 DIVERSIDAD EN EL INF-RD Y ESTRATOS ARBÓREOS PARA ESPECIES ≥ 2 CM DE DAP 200
7.2.1 Cantidad de especies arbóreas por unidad de muestreo para los estratos del INF-RD 200
7.2.2 Índice de diversidad de Margalef por estratos y para el INF-RD 201
7.2.3 Índice de diversidad de Menhinick por estratos y para el INF-RD 202
7.2.4 Índice de diversidad de Berger-Parker por estratos y para el INF-RD 202
7.2.5 Índice de diversidad de Simpson por estratos y para INF-RD 203
7.2.6 Índice de diversidad de Shannon-Wiener por estratos y para el INF-RD 204
7.2.7 Cantidad de árboles muertos por estratos y para el INF-RD 204

8. REGENERACIÓN DE LOS BOSQUES DE REPÚBLICA DOMINICANA 207
8.1 DASOMETRÍA DE LA REGENERACIÓN 207
8.1.1 Densidad 208
8.1.2 Altura total 209
8.1.3 Número de especies por estrato y total 210
8.1.4 Especies por clase de altura y estrato arbóreo 211
8.1.5 Especies de regeneración predominantes en el INF-RD 217

8.2 DIVERSIDAD DE ESPECIES DE LA REGENERACIÓN NATURAL 220
8.2.1 Bosque Conífero Denso 221
8.2.2 Bosque Conífero Disperso 221
8.2.3 Bosque de Mangle 222
8.2.4 Bosque Latifoliado Húmedo 222
8.2.5 Bosque Latifoliado Nublado 223
8.2.6 Bosque Latifoliado Semihúmedo 223
8.2.7 Bosque Seco 224
8.2.8 INF-RD especies en estratos agrupados 224
8.2.9 Cantidad de especies arbóreas por unidad de muestreo para estratos e INF-RD 225
8.2.10 Índice de diversidad de Margalef por estratos y para INF-RD 227
8.2.11 Índice de diversidad de Menhinick por estratos y para INF-RD 227
8.2.12 Índice de diversidad de Berge- Parker por estratos y para INF-RD 228
8.2.13 Índice de diversidad de Simpson por estratos y para INF-RD 228
8.2.14 Índice de diversidad de Shannon-Wiener por estratos y para INF-RD 229

8.3 RELACIÓN ENTRE LA REGENERACIÓN Y VARIABLES AMBIENTALES 229
8.3.1 Regeneración en función de la exposición, pendiente y altitud 230

9. ESPECIES HERBÁCEAS PRESENTES EN LOS BOSQUES DE REPÚBLICA DOMINICANA 233
9.1 DASOMETRÍA ESPECIES HERBÁCEAS 235
9.1.1 Densidad 235
9.1.2 Número de especies 236
9.1.3 Frecuencia de herbáceas por estrato arbóreo 236
9.1.4 Especies herbáceas predominantes en el INF-RD 244

9.2 DIVERSIDAD DE ESPECIES HERBÁCEAS 244
9.2.1 Bosque Conífero Denso 246
9.2.2 Bosque Conífero Disperso 246
9.2.3 Bosque de Mangle 246
9.2.4 Bosque Latifoliado Húmedo 247
9.2.5 Bosque Latifoliado Nublado 247
9.2.6 Bosque Latifoliado Semihúmedo 248
9.2.7 Bosque Seco 248
9.2.8 Especies herbáceas a nivel del INF-RD 249

9.3 COMPARACIÓN ÍNDICES DE DIVERSIDAD POR ESTRATOS Y PARA EL INF-RD ESPECIES HERBÁCEAS 250
9.3.1 Cantidad de especies por unidad de muestreo para los estratos del INF-RD 250
9.3.2 Índice de diversidad de Margalef por estratos y para INF-RD 251
9.3.3 Índice de diversidad de Menhinick por estratos y para INF-RD 252
9.3.4 Índice de diversidad de Berger-Parker por estratos y para el INF-RD 252
9.3.5 Índice de diversidad de Simpson por estratos y para INF-RD 253
9.3.6 Índice de diversidad de Shannon-Wiener por estratos y para INF-RD 254

9.4 RELACIÓN ENTRE LAS ESPECIES HERBÁCEAS Y VARIABLES AMBIENTALES 254
9.4.1 Especies herbáceas en función de la exposición, pendiente y altitud 254

10. CONCLUSIONES DE LA CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS FORESTALES DE REPÚBLICA DOMINICANA 259
BIBLIOGRAFÍA 265
ANEXOS 275

Lista de Figuras

Figura 1. Localización de la República Dominicana en la Región del Caribe. 34
Figura 2. Regiones geomórficas de la República Dominicana. 35
Figura 3. Cuencas y subcuencas hidrográficas de la República Dominicana. 35
Figura 4. Sistema Nacional de Áreas Protegidas de la República Dominicana. 36
Figura 5. Mapa de cobertura forestal para la República Dominicana al 2020. 43
Figura 6. Tipos de bosques considerados en el levantamiento de campo del INF-RD. 44
Figura 7. Proceso de planificación y ejecución del INF-RD. 45
Figura 8. Parcela principal y parcelas anidadas para la determinación del stock de carbono para cada componente reconocido como sumidero. 46
Figura 9. Regiones operativas y Unidades de Muestreo Primarias de la Fase I del INF-RD. 47
Figura 10. Equipos dasométricos utilizados en el levantamiento de campo del INF-RD. 48
Figura 11. Ubicación Unidades de Muestreo en la Fase II del INF-RD. 49
Figura 12. Integrantes permanentes de las cuadrillas de campo para el INF-RD. 50
Figura 13. Localización geográfica de las cuadrillas de campo en el levantamiento de las unidades de muestreo del INF-RD. 51
Figura 14. Actividades de colecta de datos de campo en las Unidades de Muestreo del INF-RD. 52
Figura 15. Proporción de depósitos de CO_2 en algunas de las parcelas del ejemplo. 82
Figura 16. Distribución diamétrica de árboles en la UMP III-44 de Bosque Conífero Denso. 82
Figura 17. Relación DAP -Altura de los árboles de la UMP III-44 de Bosque Conífero Denso. 83
Figura 18. Número de especies por componente vegetal en la UMP III-44 de Bosque Conífero Denso. 83
Figura 19. Distribución de los árboles ≥ 10 cm de DAP en la UMP III-44 de Bosque Conífero Denso. 84
Figura 20. Especies según clase de DAP para individuos ≥ 10 cm en UMP III-44 Bosque Conífero Denso. 84
Figura 21. Especies según clase de DAP entre 2 cm y 9.9 cm en UMP III-44 de Bosque Conífero Denso. 85
Figura 22. Distribución de árboles para la UMP VI-20 de Bosque Conífero Disperso. 85
Figura 23. Relación DAP-Altura de los árboles en UMP VI-20 de Bosque Conífero Disperso. 86
Figura 24. Densidad de regeneración, vegetación herbácea y arbustos, lianas y bambú en la UMP VI-20 de Bosque Conífero Disperso. 86
Figura 25. Número de especies por componente vegetal en UMP VI-20 de Bosque Conífero Disperso. 87
Figura 26. Distribución espacial de los árboles ≥ 10 cm en la UMP VI-20 Bosque Conífero Disperso. 87
Figura 27. Especies según clase de DAP para individuos ≥ 10 cm en la UMP VI-20 de Bosque Conífero Disperso. 88
Figura 28. Especies según clase de DAP entre 2 cm y 9.9 cm UMP VI-20 de Bosque Conífero Disperso. 88
Figura 29. Distribución diamétrica de árboles en UMP II-18 de Bosque de Mangle. 89
Figura 30. Relación DAP - Altura de los árboles de la UMP II-18 de Bosque de Mangle. 89
Figura 31. Densidad de regeneración y atributos, lianas y bambú en la UMP II-18 Bosque de Mangle. 90
Figura 32. Número de especies por componente vegetal en la UMP II-18 de Bosque de Mangle. 90
Figura 33. Distribución espacial de los árboles ≥10 cm de DAP en UMP II-18 de Bosque de Mangle. 91
Figura 34. Especies según clase de DAP para individuos ≥ 10 cm en UMP II-18 de Bosque de Mangle. 91
Figura 35. Especies según clase de DAP entre 2 cm y 9.99 cm en la UMP II-18 de Bosque de Mangle. 92
Figura 36. Distribución diamétrica de árboles en la UMP IV-100 de Bosque Latifoliado Húmedo. 92
Figura 37. Relación DAP-Altura de los árboles en UMP IV-100 de Bosque Latifoliado Húmedo. 92
Figura 38. Número de especies por componente vegetal UMP IV-100 Bosque Latifoliado Húmedo. 93
Figura 39. Distribución espacial de los árboles ≥ 10 cm DAP UMP IV-100 Bosque Latifoliado Húmedo. 94
Figura 40. Especies según clase de DAP > 10 cm en la UMP IV-100 de Bosque Latifoliado Húmedo. 94
Figura 41. Especies según clase de DAP entre 2 cm y 9.9 cm UMP IV-100-2 Bosque Latifoliado Húmedo. 95
Figura 42. Distribución diamétrica de árboles en la UMP I-95 de Bosque Latifoliado Nublado. 95
Figura 43. Relación DAP-Altura de los árboles en la UMP I-95 de Bosque Latifoliado Nublado. 96

Figura 44. Densidad de regeneración y arbustos, lianas y bambú en la UMP I-95 de Bosque Latifoliado Nublado. 96
Figura 45. Número de especies por componente vegetal en UMP I-95 de Bosque Latifoliado Nublado. 97
Figura 46. Distribución principal de los árboles ≥ 10 cm de DAP en la UMP I-95 del Bosque Latifoliado Nublado. 97
Figura 47. Especies según clase de DAP ≥ 10 cm en la UMP I-95 de Bosque Latifoliado Nublado. 98
Figura 48. Especies según clase de DAP entre 2 cm y 9.9 cm UMP I-95 de Bosque Latifoliado Nublado. 98
Figura 49. Distribución diamétrica de árboles en la UMP V-40 del Bosque Latifoliado Semihúmedo. 99
Figura 50. Relación DAP -Altura de los árboles de la UMP V-40 de Bosque Latifoliado Semihúmedo. 99
Figura 51. Número de especies por componente vegetal UMP V-40 Bosque Latifoliado Semihúmedo. 100
Figura 52. Distribución espacial de los árboles ≥ 10 cm de DAP en la UMP V-40 de Bosque Latifoliado Semihúmedo. 100
Figura 53. Especies según clase de DAP ≥ 10 de la UMP V-40 de Bosque Latifoliado Semihúmedo. 101
Figura 54. Especies según clase de DAP 2 cm - 9.9 cm UMP V-40 Bosque Latifoliado Semihúmedo. 101
Figura 55. Distribución diamétrica de árboles en la UMP I-11 de Bosque Seco. 102
Figura 56. Relación DAP de los árboles de la UMP I-11 de Bosque Seco. 102
Figura 57. Densidad de regeneración y vegetación herbáceas en la UMP I-11 de Bosque Seco. 103
Figura 58. Número de especies por componente vegetal en la UMP I-11 de Bosque Seco. 103
Figura 59. Distribución espacial de los árboles ≥ 10 cm de DAP en la UMP I-11 de Bosque Seco. 104
Figura 60. Especies según clase de DAP para individuos ≥ 10 cm para la UMP I-11 de Bosque Seco. 104
Figura 61. Especies según clase de DAP entre 2 cm y 9.9 cm en la UMP I-11 de Bosque Seco. 105
Figura 62. Proporción de componentes vegetales para el Bosque Conífero Denso. 108
Figura 63. Número promedio de individuos por componente vegetal estrato Bosque Conífero Denso. 110
Figura 64. Número de especies promedio por componente vegetal en el Bosque Conífero Denso. 111
Figura 65. Valores medios de stock de CO_2 por componentes vegetales y de suelo para el Bosque Conífero Denso. 111
Figura 66. Existencias de CO_2 y sus límites para el Bosque Conífero Denso. 112
Figura 67. Proporción de CO_2 por componente vegetal y de suelo en el Bosque Conífero Denso. 112
Figura 68. Proporción de componentes vegetales en el Bosque Conífero Disperso. 113
Figura 69. Número promedio de individuos por componente vegetal en el Bosque Conífero Disperso. 115
Figura 70. Número de especies promedio por componente vegetal en el Bosque Conífero Disperso. 116
Figura 71. Valores medios de stock de CO_2 por componentes vegetales y de suelo en el Bosque Conífero Disperso. 116
Figura 72. Existencias de CO_2 y sus límites en el Bosque Conífero Disperso. 117
Figura 73. Proporción de CO_2 por componente vegetal y de suelo en el Bosque Conífero Disperso. 117
Figura 74. Proporción de componentes vegetales en el Bosque de Mangle. 118
Figura 75. Número promedio de individuos por componente vegetal en el Bosque de Mangle. 120
Figura 76. Número de especies promedio por componente en el Bosque de Mangle. 121
Figura 77. Valores medios de stock de CO_2 por componentes vegetales y de suelo Bosque de Mangle. 121
Figura 78. Existencias de CO_2 y sus límites en el Bosque de Mangle. 122
Figura 79. Proporción de CO_2 por componente vegetal y de suelo en el Bosque de Mangle. 122
Figura 80. Proporción de componentes vegetales en el Bosque Latifoliado Húmedo. 123
Figura 81. Número promedio de individuos por componente vegetal en Bosque Latifoliado Húmedo. 125
Figura 82. Número de especies promedio por componente vegetal en Bosque Latifoliado Húmedo. 126
Figura 83. Valores medios de stock de CO_2 por componentes vegetales y de suelo en el Bosque Latifoliado Húmedo. 126
Figura 84. Existencias de CO_2 y sus límites en el Bosque Latifoliado Húmedo. 127
Figura 85. Proporción de CO_2 por componente vegetal y de suelo en el Bosque Latifoliado Húmedo. 127
Figura 86. Proporción de componentes vegetales en el Bosque Latifoliado Nublado. 128
Figura 87. Número promedio de individuos por componente vegetal en Bosque Latifoliado Nublado. 130
Figura 88. Número de especies promedio por componente vegetal en el Bosque Latifoliado Nublado. 131
Figura 89. Valores medios stock de CO_2 por componente vegetal y suelo Bosque Latifoliado Nublado. 131
Figura 90. Existencia de CO_2 y sus límites en el Bosque Latifoliado Nublado. 132
Figura 91. Proporción de CO_2 por componente vegetal y de suelo en el Bosque Latifoliado Nublado. 132

Figura 92. Proporción de componentes vegetales en el Bosque Latifoliado Semihúmedo. 133
Figura 93. Número promedio de individuos por componente en el Bosque Latifoliado Semihúmedo. 135
Figura 94. Número de especies promedio por componente en el Bosque Latifoliado Semihúmedo. 136
Figura 95. Valores medios de stock de CO_2 por componentes en el Bosque Latifoliado Semihúmedo. 136
Figura 96. Existencias de CO_2 y sus límites en el Bosque Latifoliado Semihúmedo. 137
Figura 97. Proporción de CO_2 por componente en el Bosque Latifoliado Semihúmedo. 137
Figura 98. Proporción de componentes vegetales en el Bosque Seco. 138
Figura 99. Número promedio de individuos por componente vegetal en el Bosque Seco. 140
Figura 100. Número de especies promedio por componente vegetal en el Bosque Seco. 141
Figura 101. Valores medios de stock de CO_2 por componentes vegetales y de suelo Bosque Seco. 141
Figura 102. Existencias de CO_2 y sus límites en el Bosque Seco. 142
Figura 103. Proporción de CO_2 por componente vegetal y de suelo en el Bosque Seco. 142
Figura 104. Proporción de componentes vegetales determinados a través del INF-RD. 143
Figura 105. Número promedio de individuos por componente vegetal para el bosque de República Dominicana. 145
Figura 106. Número de especies promedio por componente vegetal para el Bosque de la República Dominicana. 146
Figura 107. Valores medios de stock de CO_2 por componentes vegetales y de suelo para el bosque de República Dominicana. 146
Figura 108. Existencias de CO_2 y sus límites para el bosque de República Dominicana. 147
Figura 109. Proporción de CO_2 por componente para el bosque de República Dominicana. 147
Figura 110. Variable DAP para parcela principal (especies ≥ 10 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable. 153
Figura 111. Variable DAP para parcela secundaria (especies entre 2 cm y 9.9 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable. 154
Figura 112. Variable DAP para parcela primaria y secundaria (especies ≥ 2 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable. 155
Figura 113. Variable altura total para parcela principal (especies ≥ 10 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable. 156
Figura 114. Variable altura total para parcela secundaria (especies entre 2 cm y 9.9 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable. 157
Figura 115. Variable altura total para parcela primaria y secundaria (especies ≥ 2 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable. 158
Figura 116. Variable densidad para parcela principal (especies ≥ 10 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable. 159
Figura 117. Variable densidad para parcela secundaria (especies entre 2 cm y 9.9 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable. 160
Figura 118. Variable densidad para parcela primaria y secundaria (especies ≥ 2 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable. 161
Figura 119. Variable Área Basal para parcela principal (especies ≥ 10 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable. 162
Figura 120. Variable área basal para parcela secundaria (especies entre 2 cm y 9.9 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable. 163
Figura 121. Variable Área Basal para parcela primaria y secundaria (especies ≥ 2 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable. 164
Figura 122. Variable Volumen para parcela principal (especies ≥ 10 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable. 165
Figura 123. Variable volumen para parcela secundaria (especies entre 2 cm y 9.9 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable. 166
Figura 124. Variable Volumen para parcela primaria y secundaria (especies ≥ 2 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable. 167

Figura 125. Variable Biomasa para parcela principal (especies ≥ 10 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable. 168
Figura 126. Variable Biomasa para parcela secundaria (especies entre 2 cm y 9.9 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable. 169
Figura 127. Variable Biomasa para parcela primaria y secundaria (especies ≥ 2 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable. 170
Figura 128. Variable CO_2 para parcela principal (especies ≥ 10 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable. 171
Figura 129. Variable CO_2 para parcela secundaria (especies entre 2 cm y 9.9 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable. 172
Figura 130. Variable CO_2 para parcela primaria y secundaria (especies ≥ 2 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable. 173
Figura 131. Existencias de CO_2 por componente en el Bosque Conífero Denso. 178
Figura 132. Errores de muestreo para las existencias de CO_2 en el Bosque Conífero Denso. 179
Figura 133. Existencias de CO_2 por componente en el Bosque Conífero Disperso. 180
Figura 134. Errores de muestreo para las existencias de CO_2 en el Bosque Conífero Disperso. 180
Figura 135. Existencias de CO_2 por componente en el Bosque de Mangle. 181
Figura 136. Error de muestreo para las existencias de CO en el Bosque de Mangle. 182
Figura 137. Existencias de CO_2 por componente para el Bosque Latifoliado Húmedo. 182
Figura 138. Error de muestreo para las existencias de CO_2 en el Bosque Latifoliado Húmedo. 183
Figura 139. Existencias de CO_2 por componente en el Bosque Latifoliado Nublado. 184
Figura 140. Errores de muestreo para las existencias de CO_2 en el Bosque Latifoliado Nublado. 184
Figura 141. Existencias de CO_2 por componente en el Bosque Latifoliado Semihúmedo. 185
Figura 142. Error de muestreo para las existencias de CO_2 en el Bosque Latifoliado Semihúmedo. 186
Figura 143. Existencias de CO_2 por componente en el Bosque Seco. 186
Figura 144. Errores de muestreo para la estimación de CO_2 en el Bosque Seco. 187
Figura 145. Valores de índices de diversidad en el Bosque Conífero Denso. 197
Figura 146. Valores de índices de diversidad en el Bosque Conífero Disperso. 197
Figura 147. Valores de índices de diversidad en el Bosque de Mangle. 198
Figura 148. Valores de índices de diversidad en el Bosque Latifoliado Húmedo. 198
Figura 149. Valores de índices de diversidad en el Bosque Latifoliado Nublado. 199
Figura 150. Valores de índices de diversidad en el Bosque Latifoliado Semihúmedo. 199
Figura 151. Valores de índices de diversidad en el estrato Bosque Seco. 200
Figura 152. Índices de diversidad de los bosques de República Dominicana (global del INF-RD). 200
Figura 153. Valores máximo, mínimo y medio del número de especies arbóreas distintas por estrato y para INF-RD. 201
Figura 154. Número total de especies arbóreas por estrato y para INF-RD. 201
Figura 155. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Margalef. 202
Figura 156. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Menhinick. 202
Figura 157. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Berger-Parker. 203
Figura 158. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Simpson. 203
Figura 159. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Shannon-Wiener. 204
Figura 160. Número y volumen promedio de árboles muertos por estrato y para el INF-RD. 205
Figura 161. Densidad por hectárea para especies de regeneración natural por estrato y para el INF-RD. Media, error de muestreo y límites de confianza. 209
Figura 162. Altura en especies de regeneración natural por estrato y para el INF-RD. 210
Figura 163. Número de especies promedio en regeneración natural por estrato y para el INF-RD. 210
Figura 164. Clases de altura de 0.2 m y especies en regeneración natural Bosque Conífero Denso. 211
Figura 165. Clase de altura de 0.2 m y especies en regeneración natural Bosque Conífero Disperso. 212

Figura 166. Clase de altura y especies en regeneración natural en el Bosque de Mangle. 213
Figura 167. Clase de altura 0.2 m y especies en regeneración natural en Bosque Latifoliado Húmedo. 214
Figura 168. Clases de altura 0.2 m y especies en regeneración natural en Bosque Latifoliado Nublado. 215
Figura 169. Clase de altura y especies en regeneración natural Bosque Latifoliado Semihúmedo. 216
Figura 170. Clase de altura de 0.2 m y especies en regeneración natural en el Bosque Seco. 217
Figura 171. Valores de índices de diversidad en el Bosque Conífero Denso en regeneración. 221
Figura 172. Valores de índices de diversidad en el Bosque Conífero Disperso en regeneración. 222
Figura 173. Valores de índices de diversidad en el Bosque de Mangle en regeneración. 222
Figura 174. Valores de índices de diversidad en el Bosque Latifoliado Húmedo en regeneración. 223
Figura 175. Valores de índices de diversidad en el Bosque Latifoliado Nublado en regeneración. 223
Figura 176. Valores de índices de diversidad en el Bosque Latifoliado Semihúmedo en regeneración. 224
Figura 177. Valores de índices de diversidad en el Bosque Seco en regeneración. 224
Figura 178. Valores de índices de diversidad para el INF-RD en regeneración. 225
Figura 179. Valores máximo, mínimo y medio del número de especies de regeneración natural por estrato y para INF-RD. 226
Figura 180. Número total de especies distintas en la regeneración natural por estrato y para INF-RD. 226
Figura 181. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Margalef en regeneración natural. 227
Figura 182. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Menhinick en regeneración natural. 227
Figura 183. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Berger-Parker en regeneración natural. 228
Figura 184. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Simpson en regeneración natural. 228
Figura 185. Valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener en regeneración natural. 229
Figura 186. Densidad de la regeneración de los bosques de República Dominicana en relación a la exposición, la pendiente y la altitud del terreno. 231
Figura 187. Densidad por hectárea para especies herbáceas por estrato y para el INF-RD. 236
Figura 188. Número de especies herbáceas por estrato y para el INF-RD. 236
Figura 189. Frecuencia de especies herbáceas en el Bosque Conífero Denso. 237
Figura 190. Frecuencia de especies herbáceas en el Bosque Conífero Disperso. 238
Figura 191. Frecuencia de especies herbáceas en el Bosque de Mangle. 239
Figura 192. Frecuencia de especies herbáceas en el Bosque Latifoliado Húmedo. 240
Figura 193. Frecuencia de especies herbáceas en el Bosque Latifoliado Nublado. 241
Figura 194. Frecuencia de especies herbáceas en el Bosque Latifoliado Semihúmedo. 242
Figura 195. Frecuencia de especies herbáceas en el Bosque Seco. 243
Figura 196. Valores de índices de diversidad de especies herbáceas Bosque Conífero Denso. 246
Figura 197. Valores de índices de diversidad de especies herbáceas Bosque Conífero Disperso. 246
Figura 198. Valores de índices de diversidad de especies herbáceas Bosque de Mangle. 247
Figura 199. Valores de índices de diversidad de especies herbáceas Bosque Latifoliado Húmedo. 247
Figura 200. Valores de índices de diversidad de especies herbáceas Bosque Latifoliado Nublado. 248
Figura 201. Valores de índices de diversidad de especies herbáceas Bosque Latifoliado Semihúmedo. 248
Figura 202. Valores de índices de diversidad de especies herbáceas Bosque Seco. 249
Figura 203. Valores de índices de diversidad de especies herbáceas para el INF-RD. 249
Figura 204. Valores máximo, mínimo y medio del número de especies herbáceas por estrato y para INF-RD. 250
Figura 205. Número total de especies herbáceas por estrato y para INF-RD. 251
Figura 206. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Margalef en especies herbáceas. 251
Figura 207. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Menhinick en especies herbáceas. 252
Figura 208. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Berger-Parker en especies herbáceas. 253
Figura 209. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Simpson en especies herbáceas. 253
Figura 210. Valores del índice de diversidad de Simpson Shannon-Wiener en especies herbáceas. 254
Figura 211. Densidad de las especies herbáceas presentes en los bosques de República Dominicana, en relación a la exposición, la pendiente y la altitud del terreno. 256

Lista de Cuadros

Cuadro 1. Tipos de bosques y superficie forestal reportado en el INF de FAO (1973) **37**
Cuadro 2. Superficie con cobertura forestal en la República Dominicana al 2020. **43**
Cuadro 3. Componente vegetacional a evaluar asociado al tipo de parcela a realizar en el INF-RD. **46**
Cuadro 4. Unidades muestrales por Región Operativa de la Fase I del INF-RD. **48**
Cuadro 5. Tamaño de muestra, total y a medir en la Fase II, por tipo de bosque de la República Dominicana **49**
Cuadro 6. Detalle de las parcelas realizadas para la Fase II del INF-RD, por cada Región Operativa. **53**
Cuadro 7. Tamaño de muestra final del INF-RD. **53**
Cuadro 8. Muestras entregadas al Laboratorio del CENTA-IDIAF **61**
Cuadro 9. Total de análisis recibidos de Laboratorio del CENTA-IDIAF y LAD-JAD **62**
Cuadro 10. Parámetros determinados para el carbono orgánico en el suelo con la totalidad de los análisis recibidos de laboratorio. **64**
Cuadro 11. Parámetros determinados para densidad aparente del suelo con la totalidad de los análisis recibidos de laboratorio **65**
Cuadro 12. Parámetros determinados para el CO2 fijado en el suelo con la totalidad de los análisis recibidos de laboratorio **65**
Cuadro 13. Límite superior para datos atípicos por variable y tipo de bosque **66**
Cuadro 14. Datos atípicos por variable y tipo de bosque (valores en rojo) **66**
Cuadro 15. Parámetros determinados para el CO2 fijado en el suelo realizada la depuración de la información. **67**
Cuadro 16. Estimación del CO2 promedio fijado en el suelo por tipo de bosque y región operativa **68**
Cuadro 17. Muestras totales, media y límite inferior y superior de datos atípicos para el contenido de carbono orgánico, el contenido de humedad y el stock de CO2 en la hojarasca con la totalidad de los análisis recibidos de laboratorio **69**
Cuadro 18. Datos atípicos por variable y tipo de bosque (valores en rojo) **69**
Cuadro 19. Muestras totales y valor medio para el contenido de carbono orgánico, el contenido de humedad y el stock de CO2 en la hojarasca después de la depuración estadística **70**
Cuadro 20. Número de análisis y promedio de densidad de la madera muerta por tipo de bosque **71**
Cuadro 21. Número de análisis y promedio de densidad de la madera muerta por tipo de bosque. **71**
Cuadro 22. Número de análisis y promedio de densidad de la madera muerta por cada tipo de bosque después de la depuración técnica de datos **73**
Cuadro 23. Parcelas seleccionadas para muestras del detalle de información que genera el INF-RD **78**
Cuadro 24. Información general por parcela. **78**
Cuadro 25. Aspectos fisiográficos asociados a cada parcela. **79**
Cuadro 26. Variables y existencias calculadas para cada parcela, árboles ≥ 10 cm de DAP. **79**
Cuadro 27. Variables calculadas para cada parcela, árboles entre 2 cm y 9.9 cm de DAP. **80**
Cuadro 28. Variables y existencias calculadas para cada parcela, árboles ≥ 2 cm de DAP. **80**
Cuadro 29. Existencias de CO_2 por parcela. **81**
Cuadro 30. Valores de densidad y número de especies para componentes de regeneración y vegetación herbácea en la UMP III-44 de Bosque Conífero Denso. **83**
Cuadro 31. Valores de densidad y número de especies para componentes de regeneración, vegetación herbácea y arbustos, lianas y bambú en la UMP VI-20 de Bosque Conífero Disperso. **86**
Cuadro 32. Valores de densidad y número de especies para componentes de regeneración y vegetación herbácea en la UMP II-18 de Bosque de Mangle. **90**

Cuadro 33. Valores de densidad y número de especies para componentes de regeneración y vegetación herbácea en la UMP IV-100 del Bosque Latifoliado Húmedo 93
Cuadro 34. Valores de densidad y número de especies para componentes de regeneración y vegetación herbácea y arbustos, lianas y bambú en la UMP I-95 de Bosque Latifoliado Nublado. 96
Cuadro 35. Valores de densidad y número de especies para componentes de regeneración y arbustos, lianas y bambú en UMP V-40 de Bosque Latifoliado Semihúmedo. 100
Cuadro 36. Valores de densidad y número de especies para componentes de regeneración y vegetación herbácea en UMP I-11 de Bosque Seco. 102
Cuadro 37. Información general para el Bosque Conífero Denso. 108
Cuadro 38. Dasometría y existencias para el Bosque Conífero Denso 109
Cuadro 39. Densidad por componente vegetal para el Bosque Conífero Denso 109
Cuadro 40. Número de especies promedio del Bosque Conífero Denso. 110
Cuadro 41. Stock de CO_2 para los depósitos considerados. 111
Cuadro 42. Información general para el Bosque Conífero Disperso. 113
Cuadro 43. Dasometría y existencia para el Bosque Conífero Disperso según componente. 114
Cuadro 44. Densidad por componente vegetal en el Bosque Conífero Disperso. 114
Cuadro 45. Número de especies promedio por componente vegetal en el Bosque Conífero Disperso. 115
Cuadro 46. Stock de CO_2 para los depósitos considerados 116
Cuadro 47. Información general para el Bosque de Mangle 118
Cuadro 48. Dasometría y existencias para el Bosque de Mangle según componente 119
Cuadro 49. Densidad en árboles por hectárea por componente vegetal para el Bosque de Mangle. 119
Cuadro 50. Número de especies promedio por componente vegetal en el Bosque de Mangle. 120
Cuadro 51. Stock de CO_2 para los depósitos considerados 121
Cuadro 52. Información general para el Bosque Latifoliado Húmedo 123
Cuadro 53. Dasometría y existencias para el Bosque Latifoliado Húmedo según componente 124
Cuadro 54. Densidad por componente vegetal para el Bosque Latifoliado Húmedo 124
Cuadro 55. Número de especies promedio por componente vegetal Bosque Latifoliado Húmedo 125
Cuadro 56. Stock de CO_2 para los depósitos considerados 126
Cuadro 57. Información general para el Bosque Latifoliado Nublado 128
Cuadro 58. Dasometría y existencias para el Bosque Latifoliado Nublado 129
Cuadro 59. Densidad por componente vegetal para el Bosque Latifoliado Nublado. 129
Cuadro 60. Número de especies promedio por componente vegetal Bosque Latifoliado Nublado 130
Cuadro 61. Stock de CO2 para los depósitos considerados 131
Cuadro 62. Información general para el Bosque Latifoliado Semihúmedo. 133
Cuadro 63. Dasometría y existencias para el Bosque Latifoliado Semihúmedo según componente 134
Cuadro 64. Densidad por componente vegetal para el Bosque Latifoliado Semihúmedo. 134
Cuadro 65. Número de especies promedio por componente vegetal Bosque Latifoliado Semihúmedo. 135
Cuadro 66. Stock de CO_2 para los depósitos considerados 136
Cuadro 67. Información general para el Bosque Seco 138
Cuadro 68. Dasometría y existencia para el Bosque Seco 139
Cuadro 69. Densidad en árboles por hectárea por componente vegetal para el Bosque Seco. 139
Cuadro 70. Número de especies por componente vegetal en el Bosque Seco. 140
Cuadro 71. Stock de CO_2 para los depósitos considerados 141
Cuadro 72. Información general determinada a través del INF-RD 143
Cuadro 73. Dasometría a y existencias a través del INF-RD para el estrato arbóreo, según componentes en las Fases I y II. 144

Cuadro 74. Densidad de árboles por hectárea para cada componente vegetal en el Bosque Seco. 144
Cuadro 75. Número de especies promedio por componente vegetal para el bosque de República Dominicana 145
Cuadro 76. Stock de CO2 para los depósitos considerados 146
Cuadro 77. Promedio de Stock de CO_2 para los depósitos considerados por tipo de bosque 148
Cuadro 78. DAP de los árboles mayores a 10 cm, media y error de muestreo por estrato 152
Cuadro 79. DAP de los árboles entre 2 y 10 cm de DAP. Media y error de muestreo por estrato 153
Cuadro 80. DAP de los árboles mayores a 2 cm, media y error de muestreo por estrato 154
Cuadro 81. Altura de los árboles mayores a 10 cm de DAP, media y error de muestreo por estrato 156
Cuadro 82. Altura de los árboles entre 2 y 10 cm de DAP, media y error de muestreo por estrato 157
Cuadro 83. Altura de los árboles mayores a 2 cm de DAP, media y error de muestreo por estrato 158
Cuadro 84. Densidad de los árboles mayores a 10 cm DAP, media y error de muestreo por estrato 159
Cuadro 85. Densidad de los árboles entre 2 y 10 cm de DAP, media y error de muestreo por estrato. 160
Cuadro 86. Densidad de los árboles mayores a 2 cm de DAP, media y error de muestreo por estrato. 161
Cuadro 87. Área basal de los árboles mayores a 10 cm de DAP, media y error de muestreo 162
Cuadro 88. Área basal de los árboles entre 2 y 10 cm de DAP, media y error de muestreo por estrato. 163
Cuadro 89. Área basal de los árboles mayores a 2 cm de DAP, media y error de muestreo por estrato. 164
Cuadro 90. Volumen de los árboles mayores a 10 cm de DAP, media y error de muestreo por estrato. 165
Cuadro 91. Volumen de los árboles entre 2 y 10 cm de DAP. Media y error de muestreo por estrato 166
Cuadro 92. Volumen de los árboles mayores a 2 cm de DAP, media y error de muestreo por estrato 167
Cuadro 93. Biomasa de los árboles mayores a 10 cm de DAP, media y error de muestreo por estrato. 168
Cuadro 94. Biomasa de los árboles entre 2 y 10 cm de DAP, media y error de muestreo por estrato. 169
Cuadro 95. Biomasa de los árboles mayores a 2cm de DAP, media y error de muestreo por estrato 170
Cuadro 96. Stock de CO de los árboles mayores a 10 cm de DAP, media y error de muestreo 171
Cuadro 97. Stock de CO_2 de los árboles entre 2 y 10 cm de DAP, media y error de muestreo 172
Cuadro 98. Stock de CO_2 de los árboles mayores a 2cm de DAP, media y error de muestreo 173
Cuadro 99. Stock de CO_2 en la hojarasca, media y error de muestreo por estrato 174
Cuadro 100. Stock de CO_2 en las maderas muertas, media y error de muestreo por estrato 174
Cuadro 101. Stock de CO_2 en el suelo, media y error de muestreo por estrato 175
Cuadro 102. Stock de CO_2 total (incluido suelo), media y error de muestreo por estrato. 175
Cuadro 103. Existencias de CO_2 por componente para el estrato Bosque Conífero Denso. 178
Cuadro 104. Errores de muestreo para las existencias de CO_2 Bosque Conífero Denso 179
Cuadro 105. Existencias de CO_2 por componente para el Bosque Conífero Disperso 179
Cuadro 106. Errores de muestreo para las existencias de CO_2 para el Bosque Conífero Disperso. 180
Cuadro 107. Existencias de CO_2 por componente para el estrato Bosque de Mangle 181
Cuadro 108. Error de muestreo para las existencias de CO2 en el Bosque de Mangle. 181
Cuadro 109. Existencias de CO_2 por componente para el Bosque Latifoliado Húmedo. 182
Cuadro 110. Error de muestreo para las existencias de CO_2 para el Bosque Latifoliado Húmedo. 183
Cuadro 111. Existencias de CO_2 por componente para el estrato Bosque Latifoliado Nublado 183
Cuadro 112. Errores de muestreo para las existencias de CO_2 para el Bosque Latifoliado Nublado 184
Cuadro 113. Existencias de CO_2 por componente para el Bosque Latifoliado Semihúmedo. 185
Cuadro 114. Error de muestreo para las existencias de CO_2 para el Bosque Latifoliado Semihúmedo 185
Cuadro 115. Existencias de CO_2 por componente para el estrato Bosque Seco 186
Cuadro 116. Errores de muestreo para la estimación de CO para el Bosque Seco 187
Cuadro 117. Existencias totales de CO_2 por estrato arbóreo y componente 188
Cuadro 118. Error de muestreo de las existencias de CO_2 188

Cuadro 119. Existencias de CO_2 y participación porcentual por componente respecto al stock total **189**
Cuadro 120. Error de muestreo para las existencias de CO_2 por componente. **189**
Cuadro 121. Especies arbóreas con presencia en la mayoría de los estratos **195**
Cuadro 122. Índices de diversidad, cantidad de especies arbóreas y madera muerta en pie por estrato arbóreo **196**
Cuadro 123. Densidad de la regeneración de los bosques de República Dominicana **209**
Cuadro 124. Especies de regeneración natural con mayor presencia en el INF-RD **218**
Cuadro 125. Especies de regeneración natural con menor presencia en el INF-RD **218**
Cuadro 126. Especies de regeneración natural con mayor presencia en cada tipo de bosques **220**
Cuadro 127. Índices de diversidad y cantidad de especies arbóreas por tipo de bosque para especies de regeneración natural **220**
Cuadro 128. Densidad de la regeneración en relación a la exposición del terreno. **230**
Cuadro 129. Densidad de la regeneración en relación a la pendiente del terreno. **230**
Cuadro 130. Densidad de la regeneración en relación a la altitud del terreno **231**
Cuadro 131. Densidad de las especies herbáceas de los bosques de República Dominicana. **235**
Cuadro 132. Especies herbáceas con mayor presencia en el INF-RD **244**
Cuadro 133. Índices de diversidad y cantidad de especies herbáceas por estrato arbóreo **245**
Cuadro 134. Densidad de especies herbáceas en relación a la exposición del terreno **245**
Cuadro 135. Densidad de especies herbáceas en relación a la pendiente del terreno **255**
Cuadro 136. Densidad de especies herbáceas en relación a la altitud del terreno **256**
ANEXO. **275**
ANEXO 1. Especies arbóreas de DAP ≥ a 2 cm identificadas en el INF-RD. **276**

Siglario

≥	Mayor o igual a
AB	Área basal
AFOLU	Agricultura, cambio de Uso de la Tierra y silvicultura
ALB	Arbustos, lianas, bambú
árb	Árboles
B	Biomasa
BAM	Biomasa de árboles mayores de 2 cm y menores de 9.99 cm
BM	Banco Mundial
C	Carbono
c/s	Con suelo
Co_2	Dióxido de carbono
CA	Carbono aéreo
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CATHALAC	Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe
CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CENTA	Centro de Tecnología Agrícola
cm	Centímetro
cm^3	Centímetro cúbico
CMNUCC	Convenio Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático.
CO	Carbono orgánico
CO_2	Dióxido de carbono
COH	Carbono orgánico en la hojarasca
CONAF	Corporación Nacional Forestal de Chile
COS	Carbono orgánico del suelo
CR	Peligro crítico
CRESER	Centro Regional de Estudios y Servicios S.R.L.
CRIES	Comprehensive Resource Inventory and Evaluation System
d	Diámetro
DA	Densidad aparente del suelo
DAP	Diámetro a la altura del pecho (a 1.30 m sobre el suelo)
DGFyFS	Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre del Perú
DIARENA	Dirección de Información sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales
DMC	Diámetro medio cuadrático
EN	En peligro
END	Estrategia Nacional de Desarrollo
Esp	Especies
et al	Y otros
EXP	Exponencial
F-ACA	Formulario Altura y copa de árboles

F-ALB	Formulario Arbustos, lianas y bambú
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
F-BAM	Formulario Biomasa de árboles menores de 9.99 cm
FC	Fracción de carbono
FCPF	Fondo Cooperativo del Carbono de los Bosques
FE	Factor de emisión
F-IGP	Formulario Información General de la Parcela
FRA	Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales
F-RAN	Formulario Regeneración Arbórea de menos de cm de DAP
F-TMM	Formulario Transepto de Madera Muerta
F-UMP	Formulario Unidad de Muestreo Principal
F-UVH	Formulario Unidad de Vegetación Herbácea
GE	Gravedad específica
GEArb	Gravedad promedio de los árboles vivos de la parcela
GEMM	Gravedad específica de madera muerta
GIZ	Agencia Alemana de Cooperación Internacional
GPS	Geoposicionador Geográfico
gr	Gramos
ha	Hectáreas
HT	Altura total (m)
IDIAF	Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales
IGES	Institute for Global Environmental Strategies con sede en Japón
IICA	Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas
IGES	Institute for Global Environmental Strategies
INAB	Instituto Nacional de Bosques de Guatemala
INAFOR	Instituto Nacional Forestal de Nicaragua
ind	Individuos
INF-RD	Inventario Nacional Forestal de la República Dominicana
IPCC	Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático
ISA	Instituto Superior de Agricultura
ISSN	International Standard Serial Number
IUCN	Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza
IUFRO	Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal
JAD	Junta Agroempresarial Dominicana
Kg	Kilogramos
km	Kilómetro
km²	Kilómetro cuadrado
L	Longitud del trayecto
lab	Laboratorio
LAD	Laboratorio Agroempresarial Dominicano
Ln	Logaritmo en base natural
Log	Logaritmo
m	Metro
m²	Metro cuadrado

m^3	Metro cúbico
MARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Mg	Miligramos
MM	Madera muerta
mm	Milímetro
MRV	Monitoreo, Reporte y Verificación
msnm	Metros sobre el nivel medio del mar
N	Nitrógeno
n =	Número
NE	Noreste
NREF	Nivel de Referencia de Emisiones Forestales
^oC	Grados Celsius
OIMT	Organización Internacional de Maderas Tropicales
PF	Peso fresco
PISACC	Investigaciones Silviculturales, Ambientales y de Cambio Climático
PMS	Punto de muestreo de suelo
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PPN	Producción primaria neta
PS	Peso seco
PV	Peso verde
R^2	Coeficiente de determinación
RAN	Regeneración arbórea natural
RD	República Dominicana
REDD	Reducción de Emisiones debidas a la Deforestación y Degradación de Bosques
RO	Región operativa
R-PPs	Documento Preparatorio de la Estrategia Nacional REDD+
s/s	Sin suelo
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación de Costa Rica
SINAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
SRL	Sociedad de Responsabilidad Limitada
TMM	Transepto de madera muerta
Ton	Toneladas
UASD	Universidad Autónoma de Santo Domingo
UMF	Unidad de Monitoreo Forestal
UMH	Unidad muestral de hojarasca
UMP	Unidad de Muestreo Principal
UMS	Unidad de Muestreo Secundaria
UNACIFOR	Universidad Nacional de Ciencias Forestales de Honduras
UTG	Unidad Técnica de Gestión
UTM	Sistema de coordenadas universal transversal de Mercator
UVH	Unidad de vegetación herbácea
V	Volumen (en m^3)
π	pi = 3.14159

Prólogo

Los bosques cumplen numerosas funciones ambientales y socioeconómicas importantes a nivel mundial, nacional y local; también desempeñan un papel fundamental en el desarrollo sostenible. El interés en información forestal está actualmente en continuo incremento, no solamente para el uso forestal, sino para un amplio rango de políticas ambientales. El poder disponer de información confiable y actualizada sobre la situación de los recursos forestales no solamente con respecto a la cubierta forestal y sus procesos de cambio, sino también con respecto a variables como las existencias en formación, los productos forestales maderables y no maderables, u otros usos de los bosques, es esencial para la toma de decisiones en el ámbito de las políticas públicas.

La identificación, caracterización y cuantificación de los recursos naturales, vistos estos como bienes públicos, son acciones fundamentales para lograr su adecuado manejo, fomento y conservación, en concordancia con una política basada en la sostenibilidad. La Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales establece el mandato de realizar un Inventario Nacional Forestal.

El presente Informe sobre el Inventario Nacional Forestal de la República Dominicana, que ponemos a disposición de la sociedad dominicana, obedece a la obligación del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de informar a la población dominicana sobre la cuantía, ubicación y condiciones de los recursos forestales de nuestro país.

El objetivo clásico de los inventarios forestales es la determinación del volumen maderable en los bosques así como la estimación del crecimiento y los cambios estructurales. Sin embargo, existen otros aspectos que están adquiriendo una especial importancia, como el secuestro de carbono y las estimaciones de la biodiversidad.

El inventario ayuda a aumentar la capacidad del país para monitorear, reportar y verificar las emisiones y absorciones de Gases de Efecto Invernadero que efectúan los bosques dominicanos. Por lo que, con una mejor información sobre la amplitud y la naturaleza de los recursos forestales, el país estará más preparado para formular e implantar políticas de mitigación y adaptación al cambio climático, perfeccionar la planificación general del uso de las tierras y estimar los índices de captura del carbono.

La coordinación general de este Inventario Nacional Forestal estuvo a cargo de la Unidad de Monitoreo Forestal del Viceministerio de Recursos Forestales y de la Unidad Técnica de Gestión del Proyecto de Preparación de REDD+.

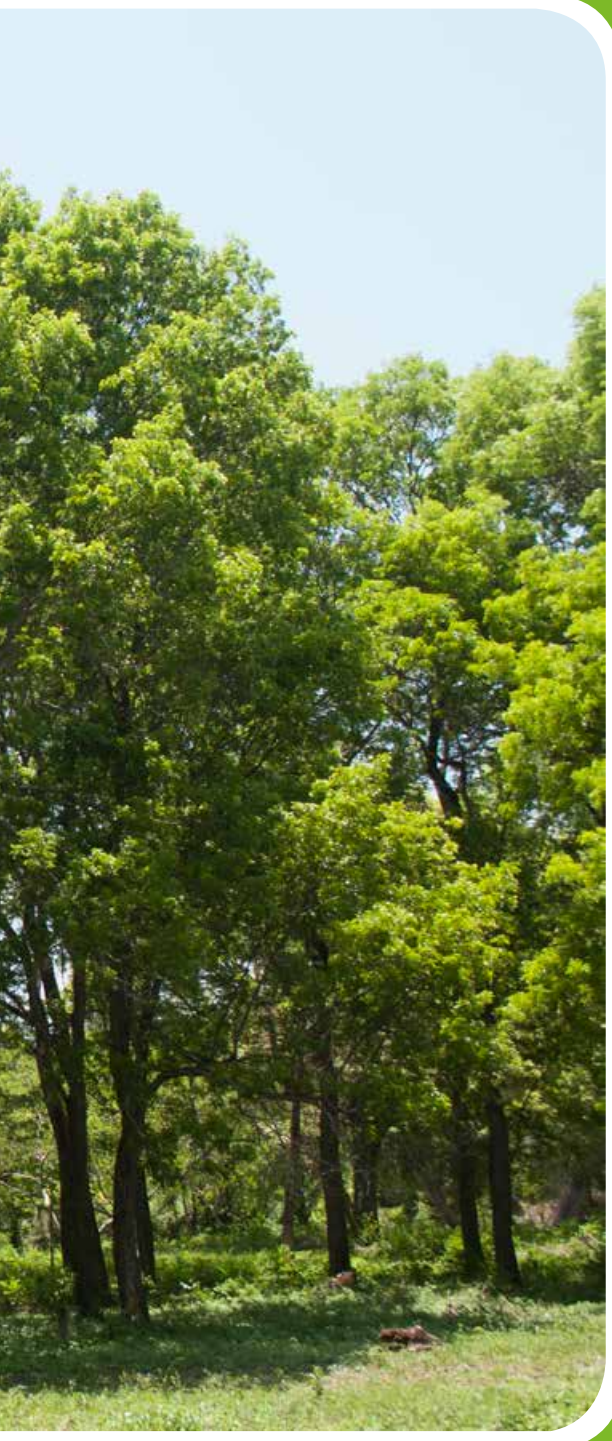
Aprovecho la ocasión para agradecer el apoyo dado para la ejecución de este Inventario Nacional Forestal, a los siguientes organismos internacionales:

• El Fondo Cooperativo del Carbono de los Bosques (FCPF) que se hospeda en el Banco Mundial;
• Agencia Alemana de Cooperación Internacional a través del Programa Regional de Reducción de las Emisiones debidas a la Deforestación y Degradación de Bosques de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (Programa REDD CCAD GIZ);
• Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Orlando Jorge Mera
Ministro de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Bosque Latifoliado Húmedo (*Swietenia mahagony*) en Nigua, San Cristóbal. • Foto tomada por: **Milton González**





Resumen Ejecutivo

República Dominicana emprendió en el año 2014, la planificación y ejecución del Segundo Inventario Nacional Forestal (INF-RD) liderado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) con el respaldo técnico de la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ), a través del Programa Regional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (Programa REDD/CCAD-GIZ). Durante este proceso, que finalizó en mayo de 2016, se logró concluir con la etapa de premuestreo (Fase I) la cual permitió evaluar la logística y acceso, los arreglos institucionales y el tiempo requerido para el establecimiento de las Unidades de Muestreo, así como recabar la información de campo para refinar el cálculo del tamaño de la muestra del INF-RD y con ello establecer el número de parcelas a realizar en la Fase II del INF-RD. La segunda etapa del INF-RD se desarrolló en el marco del componente 3 del proyecto Preparación de Readiness (R-PPs) de República Dominicana con el apoyo del Fondo Cooperativo del Carbono de los Bosques (FCPF), en el marco de la Estrategia Nacional REDD+. El trabajo de campo de la Fase II del INF-RD concluyó el 28 de agosto de 2018 y en total se realizaron 275 parcelas distribuidas por tipo de bosque con lo que se conformó un total de 404 unidades de muestreo evaluadas al adicionar las 129 parcelas de la Fase I.

En este contexto, la presente publicación contiene en detalle los resultados asociados al procesamiento de la información multinivel recabada en las Unidades de Muestreo anidadas realizadas, así también presenta algunas relaciones entre las principales variables dasométricas, de biodiversidad y de stock de carbono con variables del medio. A este respecto, la perspectiva y metodología de procesamiento y análisis de información se desarrolló en plena consecuencia con el cumplimiento del objetivo general del INF-RD: «Medir, describir y evaluar los bosques de la República Dominicana con el fin de producir y proveer información sobre las existencias y el estado de los ecosistemas forestales; orientado a la ordenación con fines de administración del recurso (protección, manejo y uso sostenible), que dé soporte a las decisiones para la formulación e implementación de la política nacional sectorial con información de calidad».

La base para la planificación y ejecución del INF-RD corresponde a la superficie forestal de República Dominicana. Según la cartografía más actualizada desarrollada por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el 2020, la superficie con cobertura forestal del país, compuesta por siete tipos de ecosistemas forestales definidos para los efectos del levantamiento y análisis de la información del INF-RD, corresponde a 1,814,503 has; los tipos de bosques de mayor participación en cuanto a la superficie con cobertura forestal de la República Dominicana son el ***Bosque Latifoliado Húmedo*** (39.8 %) y el ***Bosque Seco*** (22.6 %), que en conjunto representan el 62.4 % de la superficie boscosa del país; la tercera superficie en importancia corresponde al uso ***Bosque Latifoliado Semihúmedo,*** con un 15.2 % de participación. El ***Bosque de Mangle*** representa el 1.5 % de la superficie forestal.

Cada tipo de bosque corresponde a un estrato y se aplicó un muestreo sistemático en cada uno de ellos, con una intensidad de muestreo variable, establecida con la finalidad de lograr como resultado final una incertidumbre, asociada a la estimación de CO_2, no superior al 15 %. La unidad muestral utilizada corresponde a un sistema de parcelas de dimensiones variables según sea el componente a mensurar, conjugándose siete parcelas anidadas en un mismo sitio. El desarrollo del INF-RD se realizó en dos fases de trabajo de campo y se logró en último término una muestra total de 404 Unidades de Muestreo con las que se efectuó el proceso de estimación para las variables consideradas de interés según muestreo aleatorio simple para cada estrato.

Dados los distintos niveles de información levantada en campo, los resultados generados en el procesamiento de los antecedentes del INF-RD pueden ser agregados desde el nivel de la parcela o unidad de muestreo hasta obtener un valor del total para la superficie que se consideró en el diseño y ejecución del mismo. Para mostrar la gran cantidad de información que se genera del análisis, se desarrolló un modelo de datos construido especialmente para estos efectos que permite visualizar de manera dinámica la información desde distintas perspectivas para los diferentes niveles de detalle que se requieren para lograr interpretar de forma adecuada los resultados. El menú principal del Power BI[1] desarrollado permite acceder a la información del inventario en cinco niveles distintos de agregación de ella, ordenados jerárquicamente desde el menor al mayor nivel de detalle o desagregación. En los capítulos presentados en

1. Es un servicio de análisis empresarial de Microsoft, su objetivo es proporcionar visualizaciones interactivas y capacidades de inteligencia empresarial con una interfaz lo suficientemente simple como para que los usuarios finales creen sus propios informes y paneles.

este documento se detallan en primer término los antecedentes generales y aspectos metodológicos de la planificación y ejecución del INF-RD, y posteriormente se muestran los resultados más relevantes asociados tanto a los distintos niveles de procesamiento posibles como a las variables dendrométricas, dasométricas, de biodiversidad y ambientales consideradas de mayor interés.

Dentro de los principales resultados obtenidos se tiene que el stock total de CO_2 estimado por el INF-RD para los bosques de República Dominicana alcanza a 1,833,252,290 toneladas, estimación que tiene asociado un error de muestreo del 5.1 %, por lo que este stock oscila entre 1,739,756,423 y 1,926,748,157 toneladas. En términos de la incertidumbre asociada a las estimaciones por tipo de bosque, el máximo error de muestreo corresponde a un 17.9 %, para el estrato ***Bosque Latifoliado Nublado,*** seguido por un 9.6 % para el ***Bosque Conífero Disperso,*** en tanto que el mínimo error de muestreo corresponde a un 5.6 %, para el estrato ***Bosque Latifoliado Semihúmedo.*** Es el ***Bosque Latifoliado Húmedo*** el tipo de bosque con mayor stock de CO_2 total fijado con 653,493,100 toneladas (35.6 % el total), seguido por el ***Bosque Seco*** con 453,378,859 toneladas (24.7 % del total). En términos de cada uno de los sumideros de CO_2 evaluados en el INF-RD, si no se considera el aporte de CO_2 del suelo, el mayor stock de CO_2 está dado por los árboles iguales o mayores a 10 cm de DAP, que representan un 58.4 % del CO_2 total, seguido de los componentes Raíces (19.4 %) y maderas muertas (7 %). Cuando se incorpora en el análisis como sumidero el suelo (a 30 cm de profundidad), este componente por sí solo representa el 78.6 % del CO_2 total, seguido de los árboles mayores o iguales a 10 cm de DAP (12.5 %).

Considerando los árboles mayores o iguales a 10 cm de DAP, al analizar el conjunto de todos los estratos definidos (total de la población) se estima para los bosques de República Dominicana un DAP medio de 18.1 cm (± 2.5 %), una altura total promedio de 10 m (± 1.7 %), área basal promedio de 13.3 m^2/ha (± 8.6 %) y biomasa promedio de 90.1 ton/ha (± 11.4 %). Para este componente del bosque, los errores de muestreo obtenidos en las estimaciones de las variables dasométricas analizadas son mucho más bajos que el preestablecido en la planificación del inventario (15 %), encontrándose la mayor variabilidad para la estimación de la biomasa seca (11.4 %).

De acuerdo a todos los índices de biodiversidad calculados con la información resultante del INF-RD, considerando los árboles mayores o iguales a 2 cm de DAP (Unidad Muestral Primaria y Unidad Muestral Secundaria), los estratos ***Bosque Latifoliado Semihúmedo*** y ***Bosque Latifoliado Húmedo*** presentan la mayor diversidad de especies, con presencia de 235 y 230 especies distintas respectivamente. El siguiente estrato con mayor diversidad es ***Bosque Seco,*** el cual presenta (177 especies distintas). Los estratos ***Bosque Conífero Denso*** (55 especies distintas) y ***Bosque de Mangle*** (37 especies distintas) presentan diversidad media a baja, debido a que predominan solo algunas especies, y el resto tiene escasa presencia, lo que los hace menos diversos.

El muestreo aplicado permite estimar, para los árboles mayores o iguales a 10 cm de DAP del estrato ***Bosque Conífero Denso***, valores medios de densidad de 513 árboles/ha, de DAP de 20.6 cm, de altura total de 12.8 m, de área basal de 18.2 m^2/ha, y existencias de volumen de 142.9 m^3/ha y de CO_2 de 190.1 ton/ha. Para este tipo de bosque, los mayores valores de CO_2 se encuentran en el componente suelo con 461.2 ton/ha (61.4 %), lo sigue el componente arbóreo (incluidas raíces) con 190.1 ton/ha y, entre ambos, aportan un 97.4 % del total de CO_2 almacenado en este tipo de bosque. El menor aporte de CO_2 corresponde a los depósitos de hojarasca y maderas muertas, ambos con 9.6 ton/ha.

En el estrato ***Bosque Conífero Disperso,*** para los árboles mayores o iguales a 10 cm de DAP, se estiman valores de densidad de 322 árboles/ha, DAP de 21 cm, altura total de 13.2 m, área basal de 12.6 m^2/ha, y existencias de volumen de 100.3 m^3/ha y de CO_2 de 130.8 ton/ha. Los mayores valores de CO_2 se encuentran en el componente suelo con 595 ton/ha (74.4 %), seguido por el componente arbóreo con 130.8 ton/ha, entre ambos aportan un 97.6 % del total. El menor aporte de CO_2 corresponde a los depósitos de hojarasca y maderas muertas con 5.2 ton/ha y 12.2 ton/ha, respectivamente.

En el estrato ***Bosque de Mangle,*** para los árboles mayores o iguales a 10 cm de DAP, se estiman valores medios de densidad de 454 árboles/ha, DAP de 16.6 cm, altura total de 10 m, área basal de 13.3 m^2/ha y, existencias de volumen de 97.1 m^3/ha y de CO_2 de 155.2 ton/ha. Los mayores valores de CO_2 se encuentran en el componente suelo con 1,119 ton/ha (81.6 %), seguido por el componente arbóreo con 242 ton/ha; entre ambos aportan un 99 % del total. El menor aporte de CO_2 corresponde a los depósitos de maderas muertas y hojarasca con 0.9 ton/ha y 10.1 ton/ha respectivamente.

En el estrato ***Bosque Latifoliado Húmedo,*** para los árboles mayores o iguales a 10 cm de DAP, se estiman valores medios de densidad de 414 árboles/ha, DAP de 19.8 cm, altura total de 10.8 m, área basal de 16.7 m^2/ha y, existencias de volumen de 119 m^3/ha y de CO_2 de 155.8 ton/ha. Los mayores valores de CO_2 se encuentran en el componente suelo con 665.9 ton/ha (73.6 %), seguido por el componente arbóreo con 155.8 ton/ha; entre ambos aportan un 98.2 % del total. El menor aporte de CO_2 corresponde a los depósitos de maderas muertas y hojarasca con 3 ton/ha y 12.8 ton/ha, respectivamente.

El muestreo aplicado permite estimar, para los árboles mayores o iguales a 10 cm de DAP del estrato ***Bosque Latifoliado Nublado***, valores medios de densidad de 479 árboles/ha, DAP de 19.5 cm, altura total de 10.9 m, área basal de 19.8 m^2/ha, y existencias de volumen de 154.5 m^3/ha y de CO2 de 210.3 ton/ha. Los mayores valores de CO2 se encuentran en el componente suelo con 637 ton/ha (63.4 %), seguido por el componente arbóreo con 299.4 ton/ha, entre ambos aportan un 93.2% del total. El menor aporte de CO_2 corresponde a los depósitos de hojarasca y raíces, con 1.4 ton/ha y 63.6 ton/ha respectivamente, seguido de maderas muertas con 66.9 ton/ha.

El muestreo aplicado permite estimar, para los árboles mayores o iguales a 10 cm de DAP del estrato ***Bosque Latifoliado Semihúmedo,*** valores medios de densidad de 357 árboles/ha, DAP de 16.5 cm, altura total de 8.6 m, área basal de 9.5 m^2/ha, y existencias de volumen de 48.5 m^3/ha y de CO_2 de 72.2 ton/ha. Los mayores valores de CO_2 se encuentran en el componente suelo con 987.6 ton/ha (87.1 %), seguido por el componente arbóreo con 72.2 ton/ha, entre ambos aportan un 99 % del total. El menor aporte de CO_2 corresponde a los depósitos de hojarasca y madera muertas con 2.9 ton/ha y 7.6 ton/ha, respectivamente.

En el estrato ***Bosque Seco,*** para los árboles mayores o iguales a 10 cm de DAP, se estiman valores medios de densidad de 328 árboles/ha, DAP de 14.7 cm, altura total de 7.5 m, área basal de 6.6 m^2/ha, y existencias de volumen de 29.1 m^3/ha y de CO_2 de 47.5 ton/ha. A nivel general en este tipo de bosque, los mayores valores de CO_2 se encuentran en el componente suelo con 978.3 ton/ha (88.4 %), seguido por las especies forestales (árboles mayores a 2 cm de DAP, incluido raíces) con 116.4 ton/ha, y entre ambos aportan un 98.9 % del CO_2 total. El menor aporte de CO_2 corresponde a los depósitos de hojarasca y maderas muertas con 2.1 ton/ha y 10.2 ton/ha, respectivamente.

Respecto a la regeneración de los bosques de República Dominicana, el promedio de la densidad es de 28,014 plantas/ha, con un error de muestreo de 18.5 %. En los estratos ***Bosque de Mangle, Bosque Latifoliado Húmedo y Bosque Seco*** se encontró la mayor cantidad de regeneración, con 52,233 plantas/ha, 35,098 plantas/ha y 32,623 plantas/ha respectivamente. Por el contrario, son el ***Bosque Conífero Denso y el Bosque Conífero Disperso*** los que presentan la menor regeneración, con tan solo 3,797 y 5,942 plantas/ha respectivamente. Los estratos ***Bosque Latifoliado Semihúmedo y Bosque Latifoliado Húmedo*** son los que presentan la mayor diversidad de especies regenerándose (135 y 121 especies distintas, respectivamente), en tanto que en los estratos ***Bosque de Mangle y Bosque Conífero Denso***, la biodiversidad de la regeneración es baja (11 y 19 especies distintas, respectivamente). Al considerar todos los estratos en su conjunto, se estima que se encuentran en situación de regeneración 238 especies distintas de árboles para los bosques de República Dominicana.

Para el caso de las especies herbáceas presentes en los bosques, el promedio de la densidad para el INF-RD es de 51,399 individuos por unidad de superficie, estimado con un error de muestreo de 22.4 %. Para los estratos ***Bosque Conífero Disperso y Bosque Conífero Denso*** es donde existe una mayor cantidad de individuos, con 92,957 ind/ha y 85,427 ind/ha, respectivamente. Para ***Bosque de Mangle y Bosque Latifoliado Nublado*** se tiene la menor cantidad de individuos de plantas herbáceas, con solo 2,571 ind/ha en el primero y 12,727 ind/ha en el segundo. De acuerdo a los índices de biodiversidad, son los estratos ***Bosque Latifoliado Semihúmedo y Bosque Conífero*** Disperso para los que se estima la mayor diversidad de especies herbáceas presentes en los bosques (40 y 35 especies distintas, respectivamente); en tanto los estratos ***Bosque de Mangle y Bosque Latifoliado Nublado,*** los índices establecen que la biodiversidad de las especies herbáceas es baja (4 especies distintas ambos). Al considerar todos los tipos de bosques en su conjunto, se tiene que se pudo identificar 95 especies distintas de plantas vasculares herbáceas en los bosques de República Dominicana.

Dados los distintos niveles de información con los que se cuenta, la diversidad de variables evaluadas y la incorporación de los distintos componentes estructurales del bosque en la caracterización de los ecosistemas forestales realizada,

es posible concluir que el desarrollo del INF-RD ha permitido cuantificar y caracterizar las existencias de los recursos forestales en el país, siendo esta información un insumo fundamental para establecer la línea base para la implementación del Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) en el marco de la Estrategia Nacional REDD+. Así también, la información recabada y las múltiples combinaciones posibles de análisis que puede realizarse con ella, son pieza clave para la toma de decisiones y el manejo sustentable de los bosques de República Dominicana.





CAPÍTULO

1. Características generales del país y antecedentes

BOSQUE CONÍFERO DENSO EN LA CORDILLERA CENTRAL DEL PAÍS
Foto tomada por: Tomás Montilla

1.1 UBICACIÓN DE LA REPÚBLICA DOMINICANA

La República Dominicana está ubicada en la parte oriental de la isla la Española, la segunda en tamaño de las Antillas, y que comparte con la República de Haití. Su ubicación geográfica está comprendida entre las coordenadas 17°86' – 19°56' latitud Norte y 68°19' – 72°31' longitud Oeste, con una extensión territorial de 48,198 km^2, incluyendo las islas adyacentes, lo que representa dos terceras partes de la isla. Posee 1,575 km de costas, de las cuales 166 km está compuesto por arrecifes de corales y 388 de línea fronteriza, que la divide de Haití, con áreas de aguas marinas bajo su jurisdicción hasta las 200 millas (Figura 1). El clima predominante es subtropical con influencia de los vientos alisios, generando abundantes lluvias, cuyas precipitaciones oscilan entre 400 y 3,000 mm/año. La temperatura media está entre 17.7 °C (en áreas de la cordillera Central) y 27.7 °C, en las zonas al nivel del mar. En las áreas de mayor altitud, durante la estación invernal nos encontramos con temperaturas bajo 0 °C. La estación lluviosa transcurre desde mayo hasta noviembre. (MARN-UASD-PNUMA, 2010; MARN-PNUD, 2010).



Figura 1. Localizacion de la República Dominicana en el Caribe. / Fuente: MARN (2010).

1.2 REGIONES GEOMÓRFICAS

La República Dominicana está dividida en 20 regiones geomórficas, con cuatro sistemas montañosos, orientados más o menos de oeste a este (ver Figura 2). Iniciando desde el norte son: la cordillera Septentrional, cuya mayor elevación es el pico Diego de Ocampo con una elevación 1,249 m, la cordillera Central, en la cual están los picos más altos de todas las Antillas: El pico Duarte, con 3,175 m y La Pelona, 3,168 m. La cordillera Oriental, cuyas alturas no sobrepasan los 400 metros, la sierra de Neyba, y al sur de esta la sierra de Bahoruco. Entre estas cordilleras se hallan llanuras aluviales muy fértiles. Entre las cordilleras Central y Septentrional se localiza el valle del Cibao o valle de la Vega Real. Además de los valles, al sureste del país, se encuentra la llanura Costera Oriental, compuesta básicamente por rocas calizas de origen arrecifal. (MARN-PNUD, 2010).

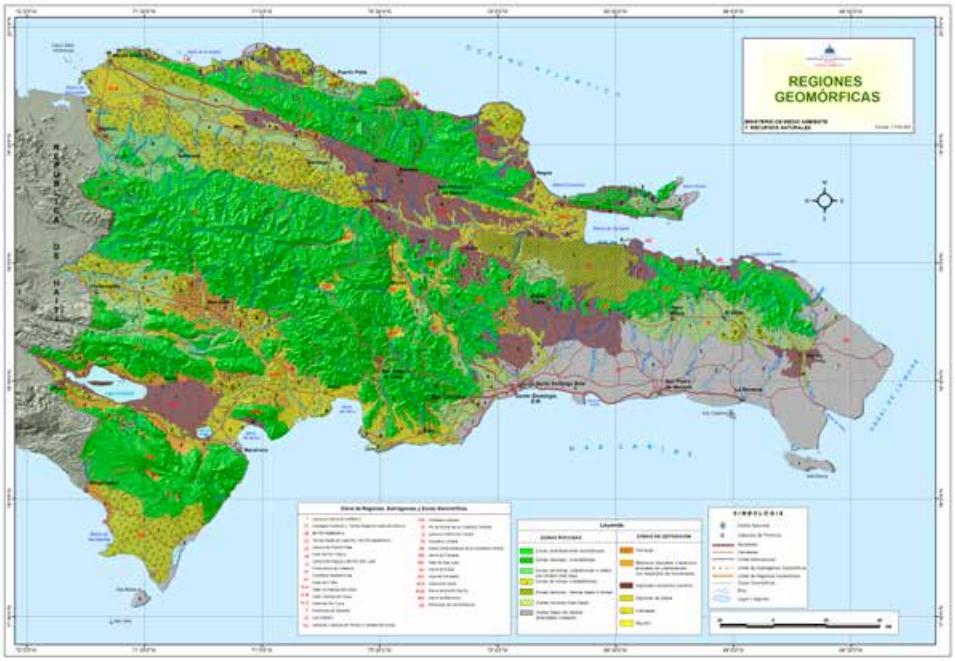


Figura 2. Regiones geomórficas de la República Dominicana. / Fuente: MARN (2020).

1.3 CUENCAS HIDROGRÁFICAS

En la República Dominicana existen unas 17 zonas productoras de aguas, localizadas en los principales sistemas montañosos, siendo la cordillera Central la que concentra la mayor cantidad de ellas y en donde nacen alrededor de 709 cauces de ríos y arroyos. En la cordillera Septentrional hay 243 cauces de ríos y arroyos y en la cordillera Oriental 193. Otras zonas productoras de aguas son la sierra de Neiba y Bahoruco. El país posee unas 118 cuencas hidrográficas (ver Figura 3), donde se incluyen los ríos de mayor longitud y más caudalosos del área antillana: río Yaque del Norte con 7,050 km^2, río Yaque del Sur con 5, 340 km^2, río Yuna con 5,070 km^2, entre otros ríos de relevancia como Camú, Artibonito y Nizao. Sus aguas son utilizadas tanto para la irrigación de terrenos agrícolas, generación de energía, así como de agua potable para uso de la población dominicana. (MARN-PNUD, 2010).

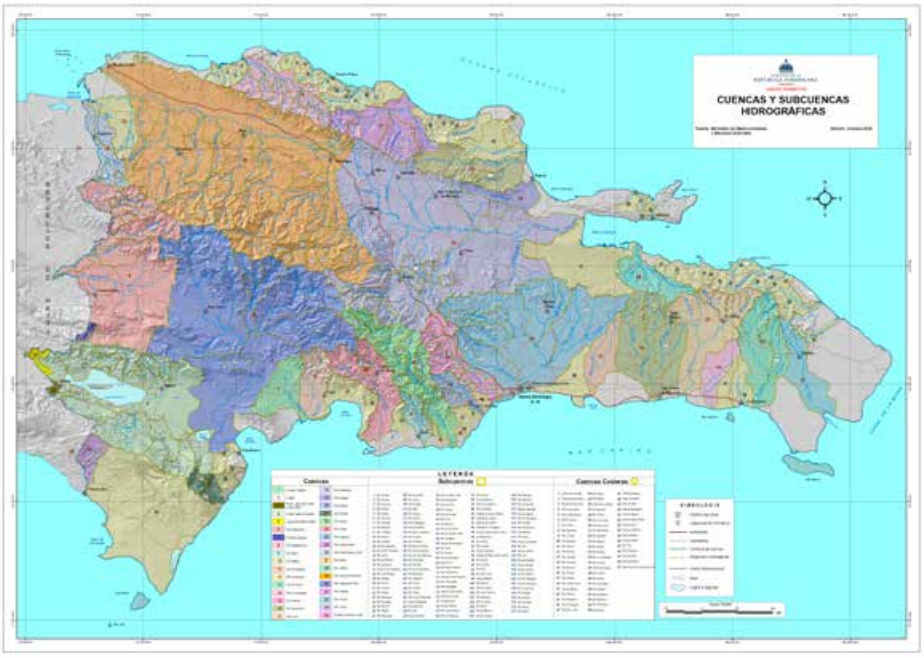


Figura 3. Cuencas y subcuencas hidrográficas de la República Dominicana./ Fuente: MARN (2020).

1.4 BIODIVERSIDAD Y ÁREAS PROTEGIDAS

La República Dominicana está catalogada como uno de los países del Caribe insular con una alta biodiversidad y endemismo. Esta diversidad biológica va desde ecosistemas, comunidades naturales y nivel de especies como de géneros. Hay que destacar que, a medida que se realizan nuevos estudios e inventarios, se va ampliando los registros de especies y contribuyendo a conocimientos de las mismas y su ecología. (MARN-PNUD, 2010).

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) de la República Dominicana fue creado mediante la Ley 202-04, Sectorial de Áreas Protegidas. El mismo está compuesto por un total de 119 áreas protegidas, agrupadas en seis categorías de manejo, cubriendo una superficie de 25,472 km^2. Actualmente, las aguas territoriales del país tienen una extensión de 13,226 km^2 bajo protección y las áreas protegidas terrestres una cobertura a 12,246 km^2 (véase Figura 4).



Figura 4. Sistema Nacional de Áreas Protegidas de la República Dominicana. / Fuente: MARN (2020).

La diversidad florística de la República Dominicana cuenta con un total de 9,177 especies de acuerdo a los últimos registros de las especies de plantas vasculares y no vasculares, con un total de 2,050 especies endémicas, lo que representa un (34 %) para el país. Con respecto a la cantidad de especies de acuerdo a los grupos más representativos, tenemos que las Angiospermas (plantas vasculares) poseen 5,232, las Gymnospermas (Coníferas y Cycadales-Zamiaceae) están representadas por siete especies y las Pteridofitas (helechos y aliadas) tiene unas 761 con cinco especies endémicas. En cuanto a los musgos (Briofitas) se registran unas 505 especies. Las Talofitas (algas, hongos y líquenes), las algas, básicamente algas marinas bentónicas, se han inventariado unas 325, los hongos poseen un total de 1,940 especies y los líquenes 407 especies, respectivamente. En cuanto a la cantidad de las especies de plantas amenazadas, hay un total 400 especies en estado de amenaza; de este total, 161 especies están en peligro crítico (CR) y otras 237 especies en peligro (EN) de acuerdo a las categorías de especies amenazadas de la IUCN. (MARN-PNUD, 2010).

Las amenazas de la diversidad biológica en la República Dominicana ocurren de diversas formas, causando presiones que afectan la integridad de la biodiversidad en general y de sus componentes a nivel de ecosistemas y especies. Estas amenazas, en su mayoría, están asociadas a deficiencias y limitaciones de recursos para la gestión y manejo efectivo, al desarrollo mal entendido que tienen ciertos sectores públicos y privados del país y a la desigual distribución de las riquezas. Las principales amenazas se pueden catalogar en cuatro categorías: la modificación, fragmentación y pérdida de hábitats, la sobreexplotación de especies, la introducción de especies exóticas y el cambio climático. (MARN, 2014b).

1.5 ANTECEDENTES DE ESTUDIOS DE RECURSOS FORESTALES

El primer Reconocimiento y Evaluación de los Recursos Naturales, lo constituye el realizado por la Organización de Estados Americanos (OEA, 1967), para los cual se utilizaron fotos aéreas pancromáticas a escala 1: 60,000 tomadas entre los años 1958 y 1959. Los resultados de esta evaluación permitieron establecer las zonas de vida como áreas potenciales de los tipos de vegetación, basados en la metodología de Holdridge (1967).

En 1973, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), a través de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), realizó el primer Inventario Forestal Nacional de la República Dominicana. Este inventario se realizó en los macizos montañosos: cordillera Central, sierra Bahoruco, sierra de Neiba, cordillera Septentrional, Los Haitises y el área del Parque Nacional del Este. En el mismo se determinó que la cobertura boscosa total del país era de 994,700 Has (Cuadro 1). Esta cifra resume uno de los objetivos de este inventario, que además procuraba conocer la ubicación, extensión y estructura de los bosques. Incluía su delimitación, clasificación, composición de especies, dimensiones, tendencias y necesidades para su aprovechamiento y ordenación. (FAO, 1973).

Cuadro 1. Tipos de bosques y superficie forestal reportado en el INF de FAO (1973).

Tipo de Bosque	Sierra de Bahoruco	Sierra de Neiba	Cordillera Central	Bosques del Este	Total	%
Latifoliadas	**201,800**	**174,800**	**128,000**	**155,400**	**660,000**	**66**
Seco Arbustivo	45,900	23,300	0	0	69,200	7
Seco Subtropical	40,600	91,700	39,700	0	172,000	17
Almácigo	55,800	10,900	0	0	66,700	7
Mangle	1,600	0	0	8,600	10,200	1
Húmedo Bajo	14,300	4,300	6,600	105,300	130,500	13
Muy Húmedo Bajo	0	0	0	41,500	41,500	4
Húmedo Ladera Media	23,700	19,700	6,600	0	50,000	5
Muy Húmedo Montano Bajo	19,900	24,900	75,100	0	119,900	12
Coníferas	**46,900**	**13,500**	**274,300**	**0**	**334,700**	**34**
Mixto Subtropical	0	0	9,000	0	9,000	1
Conífera Subtropical	0	0	38,600	0	38,600	4
Mixto Montano Bajo	1,700	11,000	116,800	0	129,500	13
Conífero Montano Bajo	45,200	2,500	109,900	0	157,600	16
Total	**248,700**	**188,300**	**402,300**	**155,400**	**994,700**	**100**

Asimismo, entre los años 1975 y 1979, CRIES realizó un levantamiento de uso de la tierra, mediante interpretación digital de imágenes del satélite Landsat, usadas por primera vez en la República Dominicana. En el año 1984, la antigua Dirección de Información de Recursos Naturales, dependencia de la Secretaría de Agricultura, con el auspicio de la Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados Unidos (AID), y a través del Proyecto MARENA, realiza una nueva toma de fotos aéreas a escala 1:40,000. A partir de esta fuente se mapearon los diferentes usos de suelos del país, mediante fotointerpretación, a escala 1:50,000.

Para el 1996, con el avance de la tecnología y mejores fuentes disponibles, se realizó la primera calificación de uso y cobertura de la tierra en el país, utilizando imágenes Landsat compuestas por las bandas espectrales 4-5-3. Aplicando herramientas del Software ARC-INFO versión 3.42 y 3.5, y para el para el procesamiento digital de las imágenes, Erdas Imagine 8.2. Además, se utilizaron geoposicionadores de satelitales (GPS) Magellan 5000. Usando como base este estudio e imágenes de LandSat TM del 1999 al 2001, el MARN realizó una actualización de la clasificación de uso y cobertura de la tierra, la cual fue publicada en el 2003. (Tolentino y Peña, 1998)

Más recientemente, el MARN (2014) realizó una actualización del estudio de uso y cobertura del suelo 2011-2012. Este estudio se dividió en dos etapas, primero la actualización del mapa de cobertura boscosa 2011, y en una segunda etapa la actualización del mapa general de usos y cobertura boscosa, 2011-2012, solo se separaron tres categorías de uso: ecosistemas boscosos, uso agropecuario y otros usos. Se utilizaron imágenes Landsat 5, del 2010. Las fuentes utilizadas fueron imágenes Alos Palsar, 2010 / obtenida del Proyecto SERVIR-NASA-CATHALAC, y como fuentes complementarias, las Imágenes Google Eart. De acuerdo con esta última fuente, la República Dominicana cuenta con una cobertura forestal que alcanzaba el 39 % del territorio, siendo el ***Bosque Latifoliado*** el de mayor ocupación territorial (19.7 % de la superficie del país).

La República Dominicana cuenta con planes y metas definidos sobre el cambio climático. La Estrategia Nacional de Desarrollo (END) 2010-2030 establece en su Artículo 10 un Eje Estratégico para «propugnar por un medio ambiente manejado de forma sostenible y una adecuada adaptación al Cambio Climático». Para darle seguimiento a esta estrategia, se han creado unidades de Cambio Climático dentro de la estructura orgánica de varios ministerios, entre los cuales existe una mínima participación sobre el tema REDD+.

El Programa de Reducción de Emisiones provocadas por la Deforestación y Degradación de Bosques busca cumplir con los requisitos previos necesarios a nivel institucional y técnico para facilitar la creación de los incentivos efectivos y duraderos para la protección y la conservación de los bosques como medio para reducir emisiones de CO_2 debida a la deforestación y degradación forestal.

La Propuesta para la Preparación de Readiness (R-PPs) fue presentada por la República Dominicana al FCPF que administra el Banco Mundial, siendo aprobada en la 16ª Reunión del Comité de Participantes del FCPF, efectuada en Ginebra, Suiza, del 12 al 16 de diciembre del 2013, con lo cual el país pasó a ser parte de las naciones que trabajan en crear las condiciones para un ambiente de REDD+, con el objetivo de reducir las emisiones provenientes de deforestación y la degradación de los bosques, incluida la mejora de los medios de vida de las comunidades locales y la conservación de la biodiversidad correspondiente. A través de la fase preparatoria para la implementación del Mecanismo REDD+ con el apoyo del FCPF, actualizarán y precisarán estas cifras, al tiempo que permitirán planificar las opciones estratégicas adecuadas para reducir las emisiones provenientes de la deforestación y degradación de los bosques, como contribución del país a los esfuerzos mundiales para la mitigación del cambio climático.

Dentro del Componente 3 del Proyecto Preparación de Readiness (R-PPs) de República Dominicana se planificó el desarrollo del INF-RD para cuantificar y caracterizar las existencias de los recursos forestales del país, y establecer la línea base para la implementación del Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) en el marco de la Estrategia REDD+ Nacional. Dicho componente ayudará a establecer los niveles de referencia sobre las emisiones asociadas a la deforestación, degradación de bosques, manejo sostenible de los bosques e incremento de reservas de carbono, y la línea base sobre el estado de los ecosistemas forestales del país y/o sobre el total de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), asociadas a la deforestación y degradación de los ecosistemas forestales. La información generada por este INF-RD, quedará a disposición de las instituciones y personal encargado de la toma de decisiones, como base para la buena gestión de los recursos forestales del país y generación de políticas de conservación, manejo y gestión de los recursos naturales.





CAPÍTULO

2

Aspectos metodológicos

BOSQUE CONÍFERO DISPERSO EN LA CORDILLERA CENTRAL DEL PAÍS
Foto tomada por: Tomás Montilla

2.1 DEFINICIÓN DE BOSQUE Y SUPERFICIE CON COBERTURA FORESTAL

El inventario forestal es el método utilizado para recoger datos del bosque, tratando de describirlo en función del objetivo previsto por el propietario del recurso forestal (Velasco, 2012). El concepto de inventario forestal se refiere a la descripción cuali y cuantitativa de los componentes de un área ocupada por bosques, por lo que, en general, incluye información sobre la cantidad y calidad de los productos (Sorrentino, 1997). Esto implica, tanto características correspondientes a los árboles, en cuanto a sus dimensiones dendrométricas, como al conjunto de individuos desde el punto de vista dasométrico, en relación al área que estos ocupan, y a las condiciones del medio físico en el que se desarrollan (Husch et al., 2002; Rodas, 2005).

Un inventario forestal nacional corresponde a la cuantificación de grandes extensiones territoriales y es llevado a cabo para cumplir con objetivos definidos a nivel nacional, por lo que toda la información que brinda es general (en cuanto a superficie, composición, existencias totales en pie) (Sorrentino, 1997). La información obtenida de los inventarios forestales nacionales se utiliza para la adopción de decisiones, la formulación de políticas y el seguimiento del sector forestal y sectores afines en el ámbito nacional, así como para la planificación forestal en unidades geográficas o políticas más reducidas de carácter subnacional (Kleinn, 2002). Según FAO (2009), la finalidad de la iniciativa de Monitoreo y Evaluación de los Recursos Forestales Nacionales es introducir a los países en un método alternativo diseñado para generar información económica sobre los bosques y los árboles fuera del bosque, incluyendo todos los beneficios, usos y usuarios de los recursos y su ordenación.

En el contexto de la preparación del país para el mecanismo de Reducción de las Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques (REDD+) se adoptó en el 2015 la siguiente definición de bosque: Ecosistema natural o plantado con diversidad biológica y enriquecimiento de especies nativas, que produce bienes, provee servicios ambientales y sociales, cuya superficie mínima de tierra es de 0.5 has, con una cobertura de copa arbórea que supera el 30% de dicha superficie y árboles o arbustos con potencial para alcanzar una altura mínima de 5 metros en su madurez in situ y 3 metros para bosque seco. En esta definición se excluyen de esta definición las áreas de uso agropecuario, excepto aquellas con cultivos arbóreos de café y cacao.

La definición acogida para el INF-RD es compatible con la definición legal de bosque adoptada por la República Dominicana en la Ley Forestal No. 57-18 del 10 de diciembre de 2018: "Bosques: Es un ecosistema natural o intervenido, con una superficie mínima de 0.5 hectáreas, equivalente a ocho tareas, con cobertura arbórea que supera el 40% de dicha superficie y árboles y arbustos con potencial para alcanzar una altura mínima de 5 metros en su estado de madurez", la cual ha sido la definición de bosques utilizada en los estudios de cobertura forestal de la República Dominicana en 1998, 2003 y 2012 (Tolentino y Peña, 1998; MARN, 2014a).

Para el levantamiento de campo del INF-RD en la Fase I se utilizó como base cartográfica el Mapa de Cobertura Forestal y Usos de la Tierra 2012 (MARN, 2014a). Luego, para la ejecución de la Fase II se utilizó el mapa de cobertura forestal elaborado con imágenes RapidEye con una resolución de 5 metros, el cual se desarrolló en 2014 (MARN, 2015). Finalmente, durante la fase de procesamiento del INF-RD se ha utilizado el último estudio de cobertura forestal de la República Dominicana, efectuado con imágenes Planet de 5 de resolución.

Como resultado de este último estudio de cobertura forestal se obtuvieron las superficie indicada en el Cuadro 2. Se observa en dicho Cuadro que los tipos de bosques de mayor participación son el ***Bosque Latifoliado Húmedo*** (39.8 %) y el ***Bosque Seco*** (22.6 %), que en conjunto representan el 62.1 % de la superficie boscosa del país; la tercera superficie en importancia corresponde al uso ***Bosque Latifoliado Semihúmedo***, con un 15.2 % de participación.

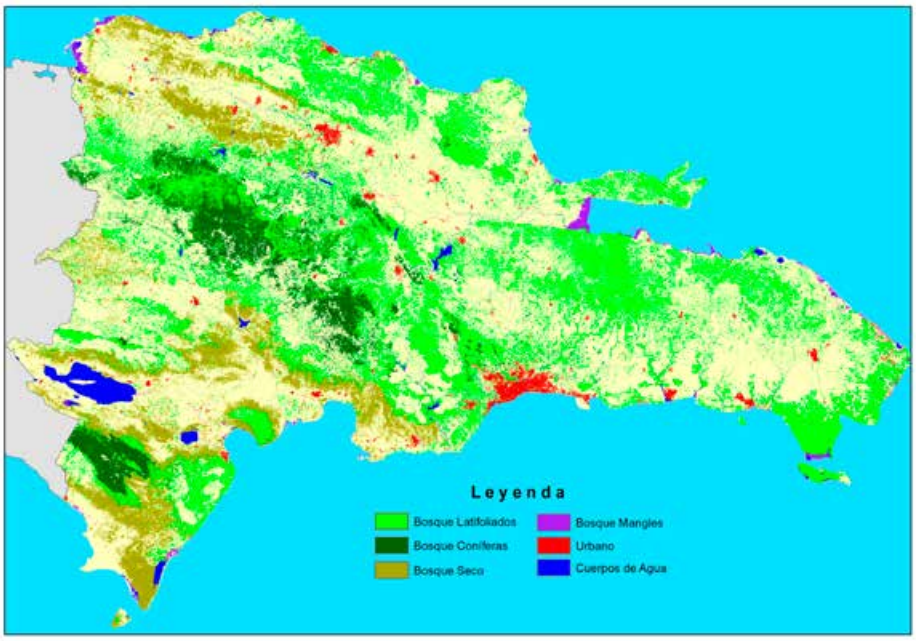


Figura 5. Mapa de cobertura forestal de la República Dominicana en 2019 con imágenes Planet. Fuente: MARN (2021).

Cuadro 2. Superficie con cobertura forestal en la República Dominicana al 2019.

Tipo de cobertura	Superficie (km²)	Superficie (Ha)	%	
Bosque Conifero Denso	1,675.33	167,532.75	9.2%	13.8%
Bosque Conifero Disperso	833.40	83,339.89	4.6%	
Bosque de Mangle	269.91	26,990.68	1.5%	1.5%
Bosque Latifoliado Húmedo	7,218.53	721,852.54	39.8%	62.1%
Bosque Latifoliado Nublado	1,295.48	129,548.34	7.1%	
Bosque Latifoliado Semihúmedo	2,756.46	275,645.83	15.2%	
Bosque Seco	4,095.93	409,593.33	22.6%	22.6%
Total de Bosques	**18,145.03**	**1,814,503.36**	**100.0%**	
% del país	**37.65%**			

Fuente: MARN, 2021.

2.2 DISEÑO DEL INVENTARIO

Con el objetivo de lograr una precisión compatible con los requerimientos de REDD+, en el sentido de asegurar que tanto el stock base de carbono como los cambios posteriores sean cifras lo más cercanas a la realidad, sin que ello signifique un aumento sustancial de los recursos financieros que se requieran, la alternativa de diseño del inventario implicó combinar sistemas de muestreo de forma secuencial, a partir de lo cual, con la misma intensidad de información, es posible disminuir los errores de muestreo y, por ende, mejorar los niveles de precisión a nivel de un inventario nacional.

La secuencia metodológica implementada en el Inventario Nacional Forestal de la República Dominicana (INF-RD) fue como sigue:

A) Realizar una preestratificación que permita definir los tipos de bosques o de recursos vegetacionales existentes del país (*conífero denso, conífero abierto; mangle, latifoliado húmedo, latifoliado nublado, latifoliado semihúmedo; bosque seco)* (véase Figura 6).

B) Aplicar un muestreo sistemático en cada estrato definido, con una intensidad de muestreo variable, a ser determinada a través de un premuestreo en cada tipo de bosque; de existir, pudieran utilizarse antecedentes bibliográficos u opinión de expertos en relación a la variabilidad existente en dichas áreas.

C) Con la información recogida en terreno, realizar una post-estratificación en base a los datos procesados del inventario, lo que permitiría definir ISO-AREAS relacionadas con las variables de interés más relevantes. (Por ejemplo: ISO-Volúmenes; ISO-Biomasa, ISO-Carbono, etc.).

D) A partir de los procesos de comparación de variables de interés y redefinidos los estratos, será posible analizar la información base (incluyendo las unidades muestrales reagrupadas), esta vez como un Muestreo Aleatorio Simple o un Muestreo Aleatorio Estratificado para el total del país (post-estratificación).



Figura 6. Tipos de bosques considerados para el levantamiento de campo del INF-RD.

En general, esta metodología requiere de un mayor tiempo de «trabajo de oficina» pero el trabajo de terreno es similar al de la aplicación de cualquier otro tipo de diseño muestral. En suma, esta metodología es intensiva en análisis y uso de sistemas informáticos (de procesamiento de datos y SIG), lo que es más económico que aumentar los tamaños de la muestra.

En la Figura 7 se muestra el proceso de planificación y ejecución del INF-RD, que incluyó los siguientes pasos: Definición de los objetivos, elaboración de la base cartográfica, definir del diseño muestral, precisar la intensidad de muestreo, tipo y forma de la Unidad Muestral, especificar las variables a medir, ubicación de las Unidades Muestrales, preparación de la campana de campo, ejecución del levantamiento de campo, procesamiento de información y presentación de resultados.



Figura 7. Proceso de planificación y ejecución del INF-RD.

2.3 FORMA Y TAMAÑO DE LAS UNIDADES MUESTRALES

Una parcela de muestreo puede tener la forma de cualquier figura geométrica o incluso puede ser irregular, aún así se han definido tres formas básicas: cuadradas, circulares y rectangulares. En América del Norte, incluyendo México y en el noroeste de Europa, para Inventarios Nacionales Forestales son utilizados con mayor frecuencia las parcelas circulares, su aplicabilidad radica en la facilidad para delimitarlos y a que, por la forma, inciden menos los árboles límite.

Esta propuesta metodológica, elaborada con el Programa REDD-CCAD-GIZ en conjunto con la Unidad de Monitoreo Forestal del MARN, plantea la correspondencia entre tipo de parcela y componente de carbono a evaluar en el bosque indicado en el Cuadro 3 y la Figura 8, así como la forma de incluir algunas otras variables de interés asociadas a la dinámica del bosque.

El tipo de unidad de muestreo utilizado en el INF-RD corresponde a un sistema de parcelas anidadas de forma y dimensiones variables, según sea el componente a medir.

Cuadro 3. Componente vegetacional a evaluar asociado al tipo de parcela a realizar en el INF-RD.

Nº	COMPONENTE	TIPO DE PARCELA
1	Biomasa aérea de los árboles iguales o mayores a 10 cm de DAP	Parcela principal: rectangular de 20 m x 50 m (1,000 m^2). Formularios F-UMP y F-ACA
2	Regeneración (árboles menores a 2 cm de DAP)	Parcela regeneración: circular de 1 m de radio (3.1416 m^2). Formulario F-RAN
3	Biomasa árboles ≥ 2 cm de DAP, pero menores a 10 cm de DAP	Parcela secundaria: rectangular de 5 m x 10 m (50 m^2). Formulario F-BAM
4	Biomasa de maderas muertas	Línea de transecto: línea de 10 m de longitud sobre la que se evalúan las intersecciones con material muerto caído. Formulario F-TMM
5	Biomasa de pastos y hojarasca	Marco de Muestreo Cuadrado: 0.5 m x 0.5 m (0.25 m^2). Formulario F-IGP.
6	Biomasa del suelo	Punto de Muestreo de Suelo. Formulario F-IGP
7	Diversidad de herbáceas	Parcela herbáceas: cuadrada de 1 m^2. Formulario F-UVH
8	Diversidad de arbustivas, lianas, cañas, helechos y otras	Parcela Arbustivas: rectangular de 2.5 m x 10 m (25 m^2). Formulario F-ALB

Fuente: MARN-GIZ (2014)

La distribución de las parcelas fue establecida por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, tomando de referencia una malla de puntos previamente establecida.

Para hacer el levantamiento de campo más eficiente, en lo relativo a aspectos logísticos y tiempos de desplazamiento, se dividió al país en seis regiones operativas (Figura 9): Noroeste (RO I), Nordeste (RO II), Suroeste (RO III), Surcentral (RO IV), Este (RO V) y Yaque del Norte (RO VI).

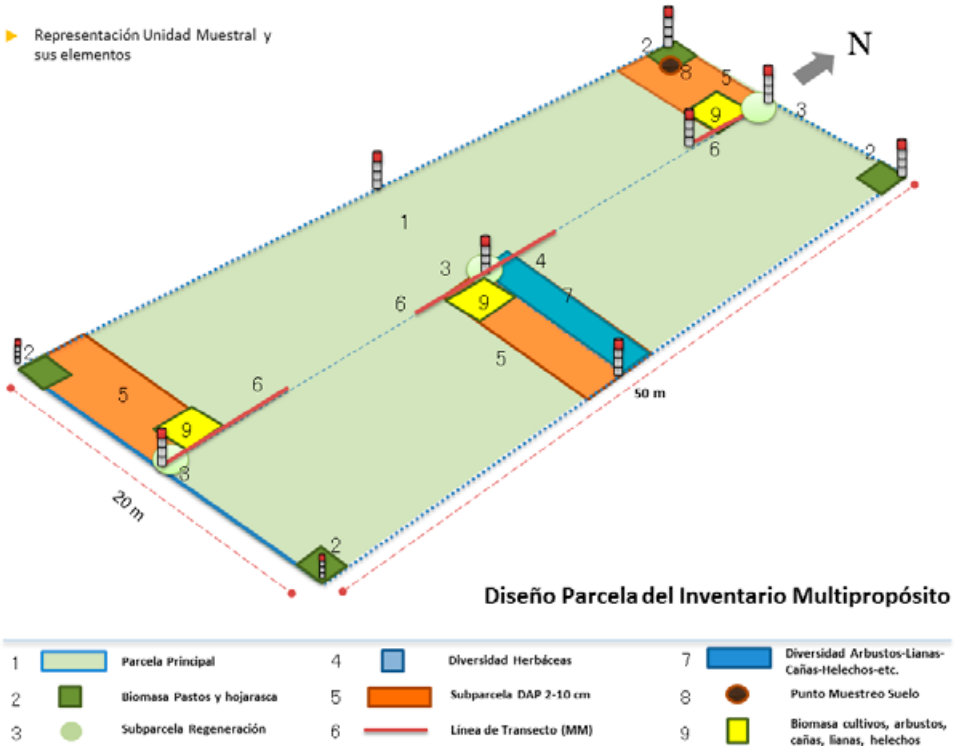


Figura 8. Parcela principal y parcelas anidadas para la determinación del stock de carbono para cada componente reconocido como sumidero. Fuente: MARN-GIZ (2014).

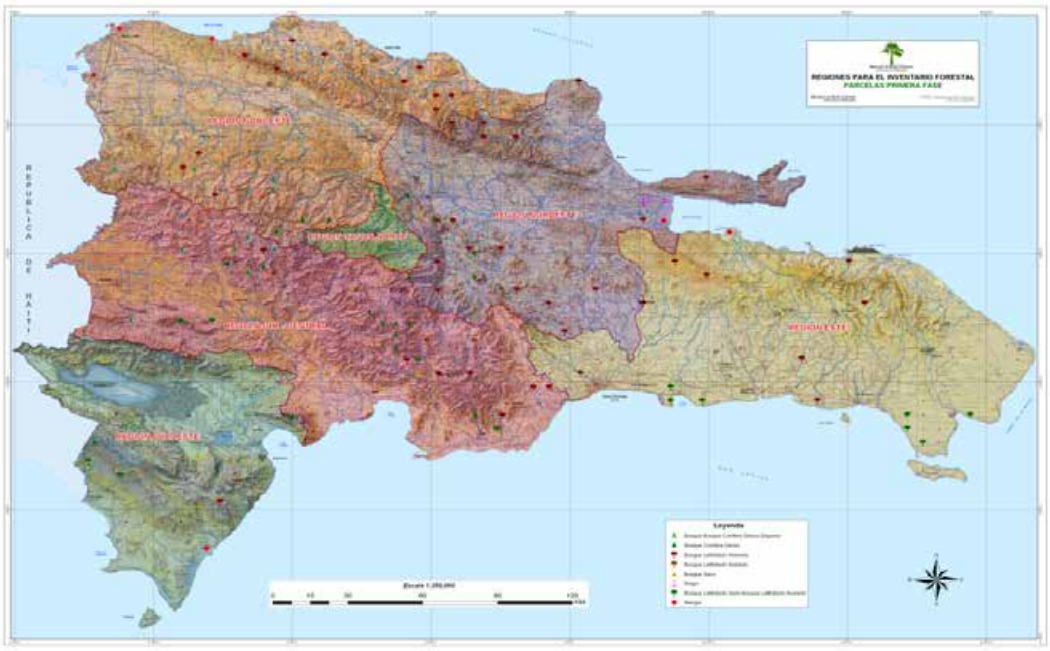


Figura 9. Regiones operativas y Unidades de Muestreo Primarias de la Fase I del INF-RD.

Además, la estrategia de desarrollo del INF-RD implicó la ejecución del inventario en etapas. La primera, denominada Fase I, tuvo por objetivo refinar los datos estadísticos disponibles para el cálculo del tamaño de muestra, evaluar la logística y acceso, los arreglos institucionales y el tiempo requerido para el establecimiento de las Unidades de Muestreo. En la segunda etapa (Fase II), se utilizaron los datos colectados en la Fase I para recalcular el tamaño de muestra y completar el número de Unidades de Muestreo requeridas para logar un error de muestreo preestablecido (fijado inicialmente en un 15% para cada estrato), en la variable de principal de interés para el inventario forestal (existencias de CO_2), con un nivel de confianza estadística del 90 % (Cuadro 4).

En forma optativa se planteó el desarrollo de una tercera etapa (Fase III) cuyo objetivo sería el evaluar aquellas parcelas que por razones de accesibilidad, seguridad o condiciones meteorológicas no se pudieran medir durante las Fases I y II. Esta Fase III no fue necesario desarrollarla.

Entre enero de 2015 y mayo de 2016 se realizó el levantamiento de campo de la primera fase (Premuestreo) del INF-RD. En esta Fase I, el Programa REDD CCAD GIZ donó los equipos de medición forestal requeridos (véase Figura 10) para el trabajo de campo y brindó el apoyo técnico y financiero para su ejecución. En cada región operativa definida se establecieron 22 unidades de muestreo, más 19 unidades en la Región Operativa VI (sitio piloto REDD+ Cuenca Alta del Yaque del Norte), totalizando 129 unidades de muestreo, que incluye siete tipos de bosques (Cuadro 5).

La información obtenida de la Fase I fue proporcionada por cada cuadrilla en una plantilla Excel homogénea y concertada por el equipo profesional de la Unidad de Monitoreo Forestal del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, las cuales fueron revisadas, previo a la entrega de la información para procesamiento por parte del Programa REDD-CCAD-GIZ.

Cuadro 4. Unidades muestrales por Región Operativa de la Fase I del INF-RD.

Tipo de Bosque	Región Operativa						
	I	II	III	IV	V	VI	Total
Bosque Conífero Denso	4	1	2	2		2	11
Bosque Conífero Disperso	5	2	1	3		7	18
Bosque de Mangle	3	5	1		1		10
Bosque Latifoliado Húmedo	3	13	2	3	15	10	46
Bosque Latifoliado Nublado		1	2	2			5
Bosque Latifoliado Semihúmedo	2		4	1	6		13
Bosque Seco	5		10	11			26
Total	**22**	**22**	**22**	**22**	**22**	**19**	**129**

Fuente: MARN-GIZ (2016).



Figura 10. Equipos dasométricos utilizados en el levantamiento de campo del INF-RD.

La tarea de análisis de la información correspondió a Sud Austral Consulting SpA, cuyo personal procedió nuevamente a contrastar la información de la plantilla Excel respecto a los formularios originales de terreno que se adjuntaron debidamente escaneados. Solo una vez clarificadas por la contraparte profesional de República Dominicana, todas las posibles inconsistencias de información y dudas surgidas en esta revisión se procedió a generar una Base de Datos apropiada para hacer más eficiente el procesamiento de los antecedentes recabados.

Cuadro 5. Tamaño de muestra, total y a medir en la Fase II, por tipo de bosque de la República Dominicana.

Tipo de Bosque	Región Operativa			
	Error %	N Actual Fase I	N Propuesto (90 %)	N a medir Fase II
Bosque Conífero Denso	15	11	19	8
Bosque Conífero Disperso	15	18	41	23
Bosque de Mangle	15	10	70	60
Bosque Latifoliado Húmedo	15	46	76	30
Bosque Latifoliado Nublado	15	5	11	6
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15	13	136	123
Bosque Seco	15	26	71	45
Total		**129**	**424**	**295**

Fuente: MARN-GIZ (2016).

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales definió la localización espacial de las 295 unidades muestrales a ser evaluadas (Figura 11). Como una etapa previa a la planificación de campo se efectuó una revisión de la ubicación de cada una de estas parcelas a fin de comprobar que existía consistencia entre la ubicación planteada y el tipo de bosque a ser evaluado. Cuando se detectaron discrepancias, tanto en esta etapa previa al trabajo de campo de la Fase II como durante el desarrollo del mismo, estas fueron analizadas con la contraparte técnica para su validación total o incorporación de cambio en ubicaciones y/o número de parcelas, según correspondiera.

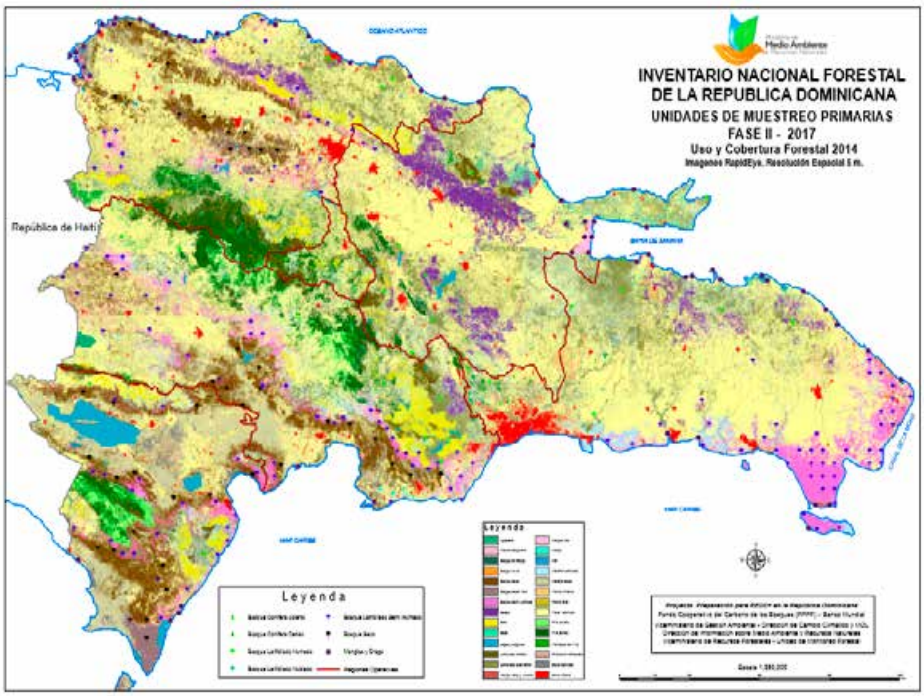


Figura 11. Ubicación Unidades de Muestreo en la Fase II del INF-RD.

Como una primera etapa en la planificación de esta segunda Fase del INF-RD se llevó a cabo una revisión de la ubicación de cada una las unidades muestrales definidas, con el objetivo de identificar el acceso a cada una de ellas, analizar la ubicación espacial y su entorno, así como la distribución geográfica de las cuadrillas que realizarán las campañas de medición en terreno. Se conformaron cuatro cuadrillas, cada una de ellas constituida por al menos: un jefe de cuadrilla, un mensurador, un botánico y dos auxiliares de campo (Figura 12).Estascuadrillas se distribuyeron estratégicamente en diferentes puntos geográficos del país, de tal forma que el acceso a las unidades de muestreo sea de manera eficiente en cuanto a los tiempos de desplazamiento (Figura 13).

En la fase inicial de trabajo, las cuadrillas tuvieron como sede temporal de operaciones los siguientes sitios:

- **Provincia de Monte Cristi:** incluye las unidades de muestreo localizadas en la región operativa de la Fase I denominada RO-I Noroeste. En específico, esta cuadrilla ha utilizado como base de operaciones las localidades de Estero Hondo, Monte Cristi y Samaná.
- **Jarabacoa:** incluye las unidades de muestreo localizadas en las regiones operativas de la Fase I denominadas RO-VI Yaque del Norte, RO-II Noreste y la zona norte de la RO-IV Surcentral. En específico esta cuadrilla operó principalmente desde Jarabacoa, a excepción de una ocasión en la cual utilizaron de base la localidad de San José de las Matas.
- **Provincia de La Altagracia, municipio San Rafael del Yuma:** incluye las unidades de muestreo localizadas en la región operativa de la Fase I denominada RO-V Este.
- **Comunidades de Santa Cruz de Barahona y San Juan de la Maguana:** incluye las unidades de muestreo localizadas en las regiones operativas de la Fase I denominadas RO-III Suroeste y RO-IV Surcentral.



Cuadrilla Monte Cristi



Cuadrilla Jarabacoa



Cuadrilla La Altagracia



Cuadrilla Barahona

Figura 12. Integrantes permanentes de las cuadrillas de campo para el INF-RD.



Figura 13. Localización geográfica de las cuadrillas de campo para el levantamiento de las unidades de muestreo del INF-RD.

Previo al trabajo de campo se realizaron dos acciones de planificación adicionales:

- Identificación y selección laboratorio análisis de muestras de suelo, madera muerta y hojarasca. Las muestras de suelo, madera muerta y hojarasca, para los respectivos análisis de densidad aparente, contenido de carbono orgánico en el suelo y contenido de humedad fueron enviadas, bajo los protocolos establecidos, al Laboratorio de Suelos y Aguas del Centro de Tecnologías Agrícolas (CENTA) del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF).
- Coordinación con un herbario nacional calificado para la determinación de especies vegetales no identificadas en campo. Referente al envío de las muestras botánicas de especies forestales no identificadas en campo bajo los protocolos definidos, estas fueron enviadas al Herbario del Jardín Botánico Nacional Dr. Rafael Ma. Moscoso.

El trabajo de campo de la Fase II del INF-RD concluyó el 28 de agosto de 2018. En la Figura 14 se muestran diversas actividades de colecta de datos en el levantamiento de campo de las Unidades de Muestreo. En total se realizaron 295 Unidades de Muestreo Principal, de las cuales 275 corresponden a los 7 tipos de bosques, 17 a matorral latifoliado y 3 de otros usos de la tierra.



Figura 14. Actividades de colecta de datos de campo en las Unidades de Muestreo del INF-RD.

Número positivo indica más parcelas medidas que las asignadas, y número en negativo menos parcelas medidas que las asignadas.

Las diferencias resultantes entre las parcelas realizadas y las asignadas se explican por:

- Reasignación de unidades muestrales con motivo de la campaña de campo que involucró el territorio de la cordillera Central, establecido como prioridad de muestreo por parte de la UMF.
- Identificación en terreno en las coordenadas asignadas de un estrato de bosque distinto al asignado.
- Identificación en terreno de una cobertura de uso de suelo distinta a la forestal (caso de las 3 parcelas de No bosque realizadas) y acatamiento del personal de las brigadas del protocolo respecto a no mover las unidades muestrales salvo riesgo a la seguridad de las personas integrantes de la brigada de muestreo.

El detalle de las parcelas evaluadas por cada Región Operativa del INF-RD se presenta en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Detalle de las parcelas realizadas para la Fase II del INF-RD, por cada Región Operativa.

Tipo de Bosque	Región Operativa						Total
	I	II	III	IV	V	VI	
Bosque Conífero Denso	5	1	4	7	0	2	**19**
Bosque Conífero Disperso	12	2	6	13	0	7	**40**
Bosque de Mangle	28	15	4	2	21	0	**70**
Bosque Latifoliado Húmedo	10	19	3	10	23	11	**76**
Bosque Latifoliado Nublado	1	4	2	4	0	0	**11**
Bosque Latifoliado Semihúmedo	24	2	16	36	39	0	**117**
Bosque Seco	17	0	25	29	0	0	**71**
Matorral Latifoliado Húmedo	0	7	0	5	5	0	**17**
No Bosque	0	0	1	2	0	0	**3**
Total	**97**	**50**	**61**	**108**	**88**	**20**	**424**

Desarrollada la Fase II, se tiene que en esta etapa se materializaron 275 parcelas correspondientes a la cobertura de bosque. Consolidada la información de las Fase I y II del INF-RD se tiene el número de unidades de muestreo por tipo de bosque indicadas en el Cuadro 7 para un total de 404 parcelas que serán procesadas y analizadas en el presente documento, considerando los estratos definidos para el bosque de la República Dominicana.

Cuadro 7. Tamaño de muestra final del INF-RD.

Tipo de Bosque	Fase I	Fase II	Total
Bosque Conífero Denso	11	8	**19**
Bosque Conífero Disperso	18	22	**40**
Bosque de Mangle	10	60	**70**
Bosque Latifoliado Húmedo	46	30	**76**
Bosque Latifoliado Nublado	5	6	**11**
Bosque Latifoliado Semihúmedo	13	104	**117**
Bosque Seco	26	45	**71**
Total	**129**	**275**	**404**

Sobre estos antecedentes, con una muestra total de 404 parcelas, se efectuó el proceso de estimación para las variables consideradas de interés según muestreo aleatorio simple para cada estrato. La inferencia se realiza para la media y la varianza de las medias, con lo cual es posible establecer el error de muestreo para cada variable y por cada tipo de bosque. Para consolidar las estimaciones se procede al cálculo de la media y error de muestreo general empleando los estadísticos correspondientes al muestreo estratificado, en donde la ponderación de cada estrato se estima a partir de la participación en superficie, pues se considera que en todos los casos la población es infinita.

2.4 SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

La exactitud de un inventario forestal está dada por el error total, que es la diferencia entre la estimativa de una muestra y el valor verdadero de la población, y que incluye errores de muestreo (o errores aleatorios) y sesgos (o errores no muestrales o sistemáticos), que pueden tener origen en el procedimiento de muestreo o en errores de medición (Prodan et al., 1997; Ríoz, et al., 2000). Los errores aleatorios se originan en modelos estimadores que poseen un componente de error (error de muestreo). Los sesgos (errores no muestrales) se originan en un alto número de fuentes y afectan, en alguna medida, a todos los inventarios. En cuanto a estos errores, Samalca (2007) indica que el error aleatorio se espera que tienda a cero al aumentar el tamaño de la muestra, mientras que el error sistemático no promedia cero y debería ser evitado por todos los medios.

El proceso de optimizar un inventario consiste en minimizar los errores no muestrales y en maximizar la eficiencia muestral (maximizar la precisión) (Prodan et al., 1997). De manera que los resultados de un inventario forestal serán tan buenos como la calidad de los datos recolectados. Los errores en las mediciones de campo afectan el error sistemático y dado que ya se considera el error de muestreo (E%) dentro de los parámetros estadísticos, el error sistemático que se acumula al error de muestreo debe mantenerse lo más bajo posible para obtener estimaciones exactas.

Datos de baja calidad pueden ser el resultado de varios factores, incluyendo mala o falta de capacitación, Manual de Campo confuso, malentendidos entre los integrantes de las Cuadrillas de Campo, cansancio o falta de compromiso con el trabajo de las cuadrillas. Si bien todos estos factores deben tenerse en cuenta en la planificación de los trabajos de campo, de modo que en lo posible no ocurran, es necesario además asegurar por otros medios la calidad del trabajo a realizar.

ANAM-OIMT (2002), señalan que el control de calidad de un inventario forestal es un proceso continuo que se inicia con la ejecución del mismo. El supervisor del inventario debe revisar periódicamente los trabajos realizados por la brigada de campo.

El MARN, a través de la Unidad de Monitoreo Forestal (UMF), desarrolló un minucioso plan para reducir los errores no muestrales. Desde el inicio de la fase de planificación, se impartieron cursos sobre técnicas básicas de inventarios forestales con la participación de 68 técnicos forestales, la mitad de ellos funcionarios del MARN y la otra mitad personal que labora fuera de dicho Ministerio. Luego, una vez culminado la redacción del Manual de Campo del INF-RD, se realizaron talleres de capacitación de tres días de duración sobre dicho Manual, con la participación de 97 técnicos seleccionados de la forma indicada en los cursos anteriores. Posteriormente, una vez seleccionadas las cuadrillas responsables del levantamiento de campo, el personal técnico de las mismas recibió un riguroso entrenamiento sobre el Manual de Campo y el Manual de Control de Calidad.





Curso realizado febrero del 2013 sobre Técnicas de Inventarios Forestales.

Los supervisores de la Unidad de Monitoreo Forestal en la Fase I, conjuntamente con el personal de Unidad Técnica de Gestión del Proyecto REDD para la Fase II, debían asegurarse de que los procedimientos, términos y definiciones estaban comprendidos y aplicados en el terreno. Adicionalmente, se realizaron numerosas reuniones técnicas con los equipos de campo para la identificación de problemas y búsqueda de soluciones, homogenización de criterios, entre otros. Las dudas o problemas también fueron atendidos por los miembros del equipo supervisor del MARN, vía telefónica o correo electrónico en algunos casos. Asimismo, los supervisores daban seguimiento a las actividades, manteniendo la comunicación con los distintos equipos para conocer su ubicación.

Por su parte, como medidas internas de control de calidad del INF-RD, el Consorcio Sud Austral - CRESER adoptó las siguientes:

A) Instalación y puesta en operación de una oficina de la empresa consultora en territorio nacional, la cual operó en las instalaciones de la empresa Centro Regional de Estudios y Servicios S.R.L. (CRESER), en Santiago de

los Caballeros. Esta oficina fue el enlace permanente entre el Consorcio y el equipo supervisor del MARN como contraparte técnica directa de las operaciones de campo; asimismo, desde esta oficina se procedió a la contratación del personal técnico y auxiliares de campo de las cuadrillas.

B) Conformación de cuadrillas sobre la base de personal previamente capacitado en la materialización de las Unidades de Muestreo definidas para el INF-RD y en la medición de las variables de cada una de las subparcelas evaluadas.

C) Desarrollo de actividades de capacitación previas al inicio del trabajo de campo. Posterior a recibir de parte del MARN el material necesario para el desarrollo de las actividades de terreno, entre ellos Manual de Campo del INF-RD, Reglas para la medición del DAP y la altura total del árbol, Protocolo de Control de Calidad INF-RD, y Formularios de Campo (en Word y Excel), se seleccionó la unidad de muestreo V-32, establecida el 5 de febrero de 2018, convocándose en ese sitio y fecha a todas las cuadrillas y al equipo supervisor del MARN, a fin de realizar el levantamiento de campo, paso por paso, clarificando las dudas que pudieran surgir y concordando los criterios a adoptar.

D) Durante el trabajo de campo el personal nacional del Consorcio realizó periódica y sistemáticamente actividades de supervisión del trabajo desarrollado por las cuadrillas.

E) Con el apoyo de la tecnología actual fue posible mantener comunicación casi permanente con las cuadrillas de campo. La comunicación telefónica se coordinó desde la oficina de CRESER con la finalidad de apoyar la toma de decisiones del jefe de cuadrilla frente a situaciones no previstas que se generan en las actividades de campo, en tierras forestales, localizados en zonas rurales y de acceso difícil, y que deben ser resueltas rápidamente a fin de optimizar el uso de los recursos. En la toma de decisiones, de ser necesario, se consultó previamente a la UMF, cuando se trataba de temas como el desplazamiento de Unidades de Muestreo debido a temas de seguridad del personal, por ejemplo; los temas técnicos de mediciones y especies fueron resueltos directamente por el Consorcio.

F) Asimismo, se crearon cinco grupos de WhatsApp (1 por cuadrilla y uno de coordinación) para efectos de comunicación en tiempo real tanto para la planificación de actividades y toma de decisiones respecto a situaciones ambiguas que reportaban, también en tiempo real, las cuadrillas.

G) Revisión, por parte de personal de CRESER, de la información levantada en campo verificando la fidelidad de la transcripción e incluyendo particularmente en esta revisión. Posterior a la revisión se realizó el escaneo de los formularios y su almacenamiento en formato digital en una carpeta de Dropbox con acceso compartido con el personal de Sud Austral.

H) Segunda revisión de los formularios, en formato digital, previo a la digitación en la base de datos. Esta revisión fue desarrollada por el personal de Sud Austral como control de calidad previo a proceder a completar la base de datos con la información de cada parcela.

I) Coordinación permanente con el equipo supervisor del MARN, tanto para la entrega de la planificación periódica del trabajo de campo y el reporte de eventualidades que impidiesen la ejecución del muestreo en las fechas previstas, como para reportar avances y retroalimentar el proceso en curso. Estas reuniones fueron presenciales y virtuales.

En líneas generales, el control de calidad de un inventario forestal se realiza mediante el levantamiento de un número determinado de parcelas (denominadas parcelas de control), con el objeto de detectar y analizar las desviaciones que se pueden producir en la toma de datos del inventario forestal. Este número de parcelas de control dependerá del total ejecutadas, y pueden ser seleccionadas de forma aleatoria o dirigida. La evaluación de la calidad de los datos de campo del INF-RD se realizó por parte de la UMF del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la cual seleccionó, localizó y remedió un 10% de las Unidades de Muestreo establecidas por cada una de las Cuadrillas de Campo, procurando una distribución equitativa en los diferentes estratos del INF-RD.

La UMF elaboró para estos efectos el *«Protocolo para el control de calidad del INF-RD»,* el cual establece los lineamientos para la conformación de las brigadas de control de calidad, los criterios a aplicar y el proceso de validación y la forma de calificación de la toma de datos de campo.

La implementación de brigadas de control de calidad aportó al éxito de INF-RD por cuanto los datos recolectados por dicha brigada se utilizaron para determinar la calidad de los datos de las brigadas de campo. Los datos de las brigadas de control de calidad se utilizaron, además, para conocer la frecuencia y magnitud de los sesgos cometidos por las cuadrillas de campo y, cuando se identificaron, fueron transmitidos de inmediato para, sobre esa base, adoptar las medidas correctivas pertinentes.

Las brigadas de control de calidad desarrollaron sus actividades bajo las siguientes consideraciones:

- Controlar al menos una vez a cada cuadrilla de campo con el fin de mejorar la calidad del trabajo que realizan y comunicar recomendaciones para la evaluación de las siguientes parcelas y/o corregir sesgos en la etapa de procesamiento de datos.
- El control del trabajo de las brigadas de campo será por muestreo, es decir seleccionando determinadas unidades de registro en todas las subparcelas de la unidad de muestreo a evaluar.
- Considerar en la evaluación todas las variables incluidas en el Manual de Campo.

Respecto a la calificación del trabajo de campo, se estableció que se mide de nuevo todas las parcelas bajo la responsabilidad de las Cuadrillas de Campo, cuando existan diferencias que sobrepasan los rangos exigidos en más de un 10% de las parcelas controladas a dicha Cuadrilla. También cuando existieran mediciones con problemas de criterio o sesgadas, por ejemplo, no medir las alturas y estimarlas visualmente o medir el DAP sistemáticamente por debajo o sobre los 1.3 m sobre el suelo.

2.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

En el desarrollo del INF-RD para obtener la información de terreno se utilizó un sistema de dimensiones de parcelas variables, dependiendo de las características arbóreas o vegetales específicas a medir. La división de las estructuras vegetacionales se relacionan principalmente con tamaños (alturas y diámetros) y comprenden siete categorías:

A) Especies arbóreas con DAP ≥ 10 cm.

B) Especies arbóreas con DAP ≥ 2 cm y < 10 cm.

C) Regeneración de especies (árboles, arbustos, palmas y helechos arborescentes) con una altura ≥ a 1,5 m y DAP < 2 cm.

D) Especies herbáceas.

E) Profundidad y peso de la hojarasca en el piso forestal.

F) Maderas muertas en el piso forestal.

G) Carbono orgánico en el suelo.

A continuación, se detalla el esquema de procesamiento y cálculo de las variables del INF-RD para cada una de estas categorías o componentes.

2.5.1 Componente arbóreo DAP ≥ 10 cm unidad de muestreo principal (UMP)

- **Tamaño:** La parcela de la UMP es de 1.000 m² (20 m de ancho x 50 m de largo), con un factor de expansión a la hectárea de 10.
- **Mediciones:** Se mide el diámetro a la altura del pecho (DAP) a todos los árboles dentro de la parcela. Una muestra de la altura total (HT) a 10 árboles, se le mide el diámetro menor, el de diámetro mayor y 8 árboles entre ellos.
- **Ajuste de alturas (HT):** Para obtener las alturas restantes, se realizó el ajuste de funciones alométricas de altura

en función del DAP, para cada uno de los tipos de bosques en análisis. En cada caso se probaron los seis modelos siguientes:

HT = a + b * DAP

1/HT = a + b / DAP

Ln (HT) = a + b * Ln (DAP)-0.5

(HT – 1.3)-0.4 = a + b / DAP

Ln (HT) = a + b * Ln (DAP)

HT = a + b * Ln (DAP)

En el caso particular de los estratos ***Bosque Conífero Denso y Bosque Conífero Disperso,*** los datos de la submuestra de altura diámetro fueron analizados en conjunto y segregados por la categoría de las especies, diferenciando las latifoliadas de las coníferas.

- **Cálculo de volumen:** El volumen de los árboles (V (en m^3)) fue calculado con el área basal (AB (en m^2)), la altura total (HT (en m)) y factor de forma promedio de 0,5 según la fórmula: V = AB * HT * 0,5

Existen algunas funciones de volumen generadas en el país, como por ejemplo las reportadas para Pinus occidentalis por Reynoso et al. (1986), Díaz (1991) y Montalvo et al. (2001), en donde la primera y la segunda corresponde a tablas de volumen local, general y de factor de forma desarrolladas en el marco del Proyecto La Celestina y específicamente para San José de las Matas, en tanto que la tercera fue desarrollada en el marco del área de influencia del Plan Sierra, muestreando 191 árboles representativos de las tres diferentes zonas de vida que ocurren en La Sierra (Carrizal: zona húmeda; Los Montones: zona intermedia y La Celestina: zona seca). Para el caso de ***Bosque Latifoliado*** se tiene el trabajo desarrollado por Figuereo (2016), quien generó tablas de volumen para ocho especies dominantes del ***Bosque Latifoliado Húmedo*** acotado a la región noreste de la República Dominicana. Estas funciones no fueron utilizadas en las estimaciones, pues son funciones que han sido generadas para zonas geográficas muy acotadas y para un número bajo de especies (10 solamente) en relación al total de especies existentes en los bosques de República Dominicana; se opta por el modelo general para que exista consistencia entre las estimaciones realizadas para cada tipo de bosque.

- **Cálculo de biomasa (B):** La biomasa aérea seca de los árboles, sobre el suelo (kg), es calculada utilizando funciones alométricas según tipo vegetacional o especie y generada por los siguientes autores:

Especies latifoliadas:

- Chave et al (2014) para un rango de DAP ≥ 5 cm y que agrega la variable altura total (HT (m)):

B = 0,0673*(GE*DAP2 * HT) 0,976

- Arreaga, W. (2002) para un rango de DAP ≥ 2,0 cm y 4,99 cm y que agrega la variable altura total (HT (m)):

B = EXP (-9,37673 + 2,30119 * Ln DAP + 0,30297 * Ln HT)

Especie Rhizophora mangle:

- Yepes, A. et al (2015) para un rango de DAP ≥ 5,0 cm:

B = EXP (-1,91 + 2,59 * Ln DAP)

Especies coníferas:

- Márquez, L. (2000) para un rango de DAP ≥ 2,0 cm:

B = EXP (-1,17 + 2,119 * Ln DAP)

La gravedad específica (GE) fue obtenida de la literatura cuya fuente principal es Chave et al. (2006). Se busca, en primer lugar, el valor de la especie específica (género/especie); de no encontrarse, se asciende a valores de género y, finalmente, a valores de familia si no se encuentran los anteriores. Para aquellas especies desconocidas o no encontradas en ninguno de los niveles de búsqueda, se utilizó el valor de densidad o gravedad promedio de las especies encontradas (totales).

Similar al caso de la estimación de volumen, si bien existen algunas funciones alométricas de biomasa generadas recientemente para el país, como por ejemplo las reportadas por Bueno-López et al. (2016) y Moreno (2016), estas no fueron utilizadas en las estimaciones pues son funciones que han sido generadas para zonas geográficas muy acotadas y para un número bajo de especies. Bueno-López et al. (2016) desarrollaron una función de predicción de la biomasa y el contenido de carbono de árboles individuales de Pinus occidentalis, en bosques de la provincia de Santiago, en tanto que Moreno (2016) elaboró una ecuación alométrica para la estimación de la biomasa fustal y contenido de carbono del *Bosque Latifoliado Húmedo* en la región noreste de República Dominicana en base a una muestra de 35 árboles a los cuales se les aplicó el método destructivo.

- **Cálculo de carbono aéreo (CA):** El carbono aéreo en toneladas es calculado usando la fracción de Carbono (FC) obtenido de la literatura para especies o bosques tropicales. Contenido de carbono en la biomasa estimada (ton/ha) en un 50%, según IPCC (1997).

CA = B * 0,5

- **Cálculo de carbono total (C):** Para llegar al carbono total del componente arbóreo es necesario incorporar en la estimación el contenido de carbono de las raíces de los árboles. Para el contenido de carbono estimado en las raíces se usó el valor por defecto de 0,27 (IPCC, 1997).

- **Cálculo de dióxido de carbono (CO_2):** El CO_2 fijado (en ton) es calculado usando el carbono en la biomasa (ton/ha) por una constante (44/12), obtenido también de la literatura.

CO_2 fijado = C * (44/12)

2.5.2 Componente arbóreo DAP ≥ 2 cm y < 10 cm unidad muestral secundaria (BAM)

- **Tamaño:** La parcela de biomasa de árboles (BAM) es de 200 m² (10 m de ancho x 20 m de largo), con un factor de expansión a la hectárea de 50.
- **Mediciones:** Se mide el DAP a todos los árboles dentro de la parcela y una muestra de la HT (altura total) a 3 árboles en función de estrato social.
- **Ajuste alturas (HT):** Para obtener las alturas restantes se realizó el ajuste de funciones de altura en base a los tipos de bosque y características de las especies. En cada caso se probaron los seis modelos siguientes:

  HT = a + b * DAP

  1/HT = a + b / DAP

  Ln (HT) = a + b * Ln (DAP)-0.5

  (HT – 1.3)-0.4 = a + b / DAPLn (HT) = a + b * Ln (DAP)HT = a + b * Ln (DAP)

En el caso particular de los estratos *Bosque Conífero Denso y Bosque Conífero Disperso* los datos de la submuestra de altura diámetro fueron analizados en conjunto y segregados por la categoría de las especies, diferenciando las latifoliadas de las coníferas.

- **Cálculo de volumen (V):** El volumen de los árboles (en m³) fue calculado con el área basal (AB (en m²)), la altura total (HT (en m)) y un factor de forma promedio de 0,5 conformando la siguiente fórmula:

V = AB * HT * 0,5

- **Cálculo de biomasa (B):** La biomasa aérea seca de los árboles, sobre el suelo (en kg) es calculada utilizando funciones alométricas según tipo vegetacional o especie y generada por los siguientes autores:

  - **Especies latifoliadas:**

    • Chave et al. (2014) para un rango de DAP ≥ 5 cm y que agrega la variable altura total (HT (en m)):

    B = 0,0673*(GE*DAP2 * HT) 0,976

• Arreaga, W. (2002) para un rango de DAP ≥ 2,0 cm y 4,99 cm y que agrega la variable altura total (HT (en m)):

B = EXP (-9,37673 + 2,30119 * Ln DAP + 0,30297 * Ln HT)

B = EXP (-1,80246 + 2,28927 * Ln (DAP))

- **Especie *Rhizophora mangle*:**

• Yepes, A. et al. (2015) para un rango de DAP ≥ 2,5 cm y 4,99 cm:

B = EXP (-1,91 + 2,59 * Ln DAP)

- **Especies coníferas:**

• Márquez, L. (2000) para un rango de DAP ≥ 2,0 cm:

B = EXP (-1,17 + 2,119 * Ln DAP)

La gravedad específica (GE) fue obtenida de la literatura cuya fuente principal es Chave et al. (2006). Se busca, en primer lugar, el valor de la especie específica (genero/especie); de no encontrarse, se asciende a valores de género y, finalmente, a valores de familia si no se encuentran las anteriores. Para aquellas especies desconocidas o no encontradas en ninguno de los niveles de búsqueda se utilizó el valor de densidad o gravedad promedio de las especies encontradas (totales).

- **Cálculo de carbono aéreo (CA):** El carbono aéreo en toneladas es calculado usando la fracción de carbono (FC) obtenido de la literatura para especies o bosques tropicales. Contenido de carbono en la biomasa estimada (ton/ha) en un 50 %, según IPCC (1997).

  CA = B * 0.5

- **Cálculo de carbono total (C):** Para llegar al carbono total del componente arbóreo se siguió el mismo procedimiento indicado para la UMP. Para el contenido de carbono estimado en las raíces se usó el valor por defecto de 0.27 (IPCC, 1997).

- **Cálculo de dióxido de carbono (CO_2):** El CO_2 fijado en toneladas es calculado usando el carbono en la biomasa (ton/ha) por una constante (44/12), obtenido también de la literatura.

  CO_2 fijado = C * (44/12)

- **Clases de diámetro (DAP):** El DAP se agrupó en clases de diámetro par de dos en dos centímetros (10...12...14...n).

2.5.3 Componente arbóreo DAP < 2 cm y HT ≤ 1,5 m regeneración arbórea natural (RAN)

Tamaño: La parcela de regeneración natural (RAN) consta de tres subparcelas circulares de 3.1416 m², con un factor de expansión a la hectárea de 3.183.

Mediciones: Se midió a todas las especies dentro de la parcela la HT (altura total) y no se realizó mediciones de DAP.

Clases de altura (HT): Las alturas se agruparon en clases con intervalos de 0,2 metros (0,2...0,4...0,6...n).

2.5.4 Componente vegetación herbácea (UVH)

Tamaño: La UVH consta de una parcela de 1 m² (1m x 1m) con un factor de expansión a la hectárea de 10,000.

Mediciones: Se contó todas las especies dentro de la parcela o se estimó la cobertura en porcentaje si no era posible contarlas. No se midió la altura total (HT) y no se realizó mediciones de DAP.

2.5.5 Componente hojarasca (UMH)

Tamaño: La UMH consta de cuatro parcelas de 0.25 m² (50 cm x 50 cm) con un factor de expansión a la hectárea de 40,000.

Mediciones: Se midió la profundidad de la hojarasca y el peso de ella en gramos. En cada submuestra se pesa la hojarasca (en gr). Se toma una muestra compuesta de hojarasca en una bolsa de 15x25 cm que es enviada al laboratorio.

Cálculo de biomasa (B): La biomasa (en ton/ha) se obtiene utilizando los resultados de laboratorio, peso fresco (PF) y peso seco (PS) en gramos, obteniendo, en primer lugar, el porcentaje de peso seco (%PS). Luego multiplicando el %PS por el peso verde (PV) en gramos obtenido del inventario al momento de realizar la parcela.

%PS = PS / PF

B = %PS * PV

Cálculo de carbono (C): El carbono (en ton/ha) es calculado usando la fracción de carbono (FC (lab)) calculada en laboratorio en base a las muestras enviadas, multiplicada por la biomasa (B) calculada anteriormente (ton/ha).

C = B * FC(lab)

Cálculo de dióxido de carbono (CO_2): El CO_2 fijado en toneladas por hectárea es calculado usando el carbono en la biomasa (ton/ha) por una constante (44/12), obtenido también de la literatura.

CO_2 fijado = C * (44/12)

2.5.6 Componente transecto de maderas muertas (TMM)

Tamaño: El TMM consta de tres transectos de 10 m lineales.

Mediciones: Se midió el diámetro de maderas muertas cilíndricas o semicilíndricas (troncos y ramas con un diámetro mínimo de 10 cm y una longitud mínima de 1,5 m) que interceptaban la línea, para trozos de maderas bifurcados o que se cruzaban con el trayecto varias veces, el diámetro se registró en cada intersección. Además, se clasificó el estado de descomposición de la madera como sólido, intermedio y podrido (Teissier du Cros y López, 2009; IPCC, 2003; Marshall et al., 2000; Kaiser, 1983; van Wagner 1968, 1982a, 1982b; Warren y Olsen, 1964; Woodall et al., 2004; Woodall y Williams, 2005; Woodall et al., 2009).

Cálculo volumen maderas muertas caídas (Vi): El volumen (en m^3/ha) es calculado en base al diámetro (d) en centímetros de la troza, la longitud del trayecto (L) en metros y el valor de la constante ∏ (3.1416).

$$V_1 = \frac{\pi^2}{8 \times L} \sum_{j=1}^{m_1} d_y{}^2$$

Donde:

Vi = Volumen de madera muerta caída (en m^3/ha).
d = diámetro (en cm) de la troza perpendicular a su eje en el punto de intersección con el trayecto.
L = Longitud de trayecto (en m).
∏ = Valor de la constante Pi= (3.1416).

Cálculo de biomasa (B): La biomasa en toneladas por hectárea se realiza multiplicando el volumen por hectárea (V) obtenido con ecuación anterior por la gravedad específica de las maderas muertas (GEMM) en gramos por centímetro cúbico, a su vez calculada ésta con la gravedad promedio de los árboles vivos de la parcela (GEArb) y en función del nivel de descomposición del material leñoso muerto en el suelo (sólidos, intermedios y podridos).

B = GEMM * V

La gravedad específica (GEMM) en (gr/cm^3)) se obtiene con base en fórmulas agrupadas según clases de descomposición. Los valores de gravedad o densidad de las clases de descomposición son específicos de cada sitio, pero altamente relacionados con la densidad de la madera de los árboles vivos a nivel de parcela (Chao et al., 2009). Así la densidad de maderas muertas caídas (GEMM) fue estimada como una función de la densidad o gravedad promedio de los árboles vivos de la parcela (GEArb), según las ecuaciones que se detallan a continuación.

- **Maderas sólidas:**

  GEMM = 1.17 (GEArb) – 0.21

- **Maderas no sólidas e intermedias:**

  GEMM = 1.17 (GEArb) – 0.31

- **Maderas podridas, blandas o suaves:** Se utiliza el valor medio de la densidad por detritus de estudios publicados de bosques neotropicales húmedos de las tierras bajas, correspondiente a un valor fijo de:

  0.29 gr/cm3

Cálculo de Carbono (C): El carbono (en ton) es calculado usando la fracción de carbono (FC) obtenido de la literatura para especies o bosques tropicales. Contenido de carbono en la biomasa estimada (ton ha-1) en un 50 %, según IPCC (1996).

C = B * 0.5

Cálculo de dióxido de carbono (CO_2): El CO_2 fijado (en ton) es calculado usando el carbono en la biomasa (ton/ha) por una constante (44/12), obtenido también de la literatura.

CO_2 fijado = C * (44/12)

2.5.7 Componente suelo, punto de muestreo de suelo (PMS)

Se recogen muestras compuestas de suelo para la determinación de porcentaje de carbono orgánico y densidad aparente. La muestra de suelo se extrae de los primeros 15 cm de suelo mineral de la esquina nordeste de la Unidad de Muestreo Principal.

- Con información entregada por el laboratorio de porcentaje de carbono orgánico y de densidad aparente se calcula el carbono del suelo (ton/ha), multiplicando la densidad aparente en (en gr/cm3) por la profundidad (m) definida para la toma de la muestra por el porcentaje de carbono orgánico dividido por 100 y por 10,000.

  C suelo = 10,000 * Da * P * (% CO/100)

- Cálculo de dióxido de carbono (CO2): El CO2 fijado en toneladas es calculado usando el carbono del suelo (ton/ha) por una constante (44/12), obtenido también de la literatura.

  CO2 fijado = C suelo * (44/12)

2.6 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE LABORATORIO

Las muestras de suelo, madera muerta y hojarasca, para los respectivos análisis de densidad aparente, contenido de carbono orgánico en el suelo y contenido de humedad fueron procesadas en una primera etapa por el Laboratorio de Suelos y Aguas del Centro de Tecnologías Agrícolas (CENTA) del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). El responsable de la recepción de muestras y entrega de resultados en este caso fue el ing. Melvin Mejía. Dado el volumen de las muestras y análisis solicitados estas fueron entregadas de manera fraccionada, según indica el Cuadro 8.

Cuadro 8. Muestras entregadas al Laboratorio del CENTA-IDIAF.

Fecha	Suelo (carbono orgánico y densidad aparente)	Hojarasca (carbono orgánico y humedad)	Madera Muerta (densidad aparente)*		
			Podrida	Intermedia	Sólida
09 de marzo	33	31	18	19	18
10 de abril	92	98	69	77	72
02 de septiembre	170	166	15	9	18
Total	**295**	**295**	**102**	**105**	**108**

(*) Para madera muerta el total de muestras entregadas es inferior a 295 ya que se acordó con la UMF realizar un muestreo de esta característica al interior de cada estrato del INF-RD.

El laboratorio señalado entregó resultados de un total de 144 análisis de carbono orgánico del suelo, 139 análisis de densidad aparente del suelo, 122 análisis de carbono orgánico y humedad de hojarasca, y como resultados para densidad de madera muerta se tiene 99 de madera sólida, 96 de madera intermedia y 96 análisis de madera podrida.

Para completar los análisis de suelo y hojarasca faltantes se recurrió al Laboratorio Agroempresarial Domincano (LAD) de la Junta Agroempresarial Dominicana (JAD). En cuanto a los análisis de carbono y densidad aparente del suelo, del total de muestras de suelo remitidas al laboratorio este entregó 68 resultados completos (y viables para procesamiento) y 23 análisis incompletos (y no útiles para el procesamiento).

En función de la existencia de algunos de estos análisis desarrollados en la Fase I del INF-RD, se logra conformar la muestra total para cada variable de suelo, hojarasca y maderas muertas indicada en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Total de análisis recibidos de laboratorio del CENTA-IDIAF y LAD-JAD.

Fase del INF-RD	Suelo		Hojarasca (carbono orgánico y humedad)	Madera Muerta (densidad aparente)		
	Carbono orgánico	Densidad aparente		Sólida	Intermedia	Podrida
Fase I	103	103	119	0	0	0
Fase II	212	212	122	99	96	96
Total	**315**	**315**	**241**	**99**	**96**	**96**

Similar al control de calidad de los datos de campo del inventario, previo al ingreso de la información en la base de datos de cálculo se realizó la digitación de estos antecedentes en planillas electrónicas alternativas y se efectuaron cálculos preliminares de los stocks de carbono de cada uno de estos componentes. Con esta información se realizó una revisión de los datos desde dos perspectivas: un análisis estadístico de datos atípicos y una revisión de literatura en relación al rango de valores registrados para estas variables en investigaciones realizadas en otras partes del mundo, con situación climática, de suelo o de tipo de bosque similares a las de República Dominicana.

Según Chandola et. al. (2007), con el nombre de detección de outliers o datos atípicos se conoce el problema de encontrar patrones en datos que no se ajustan al comportamiento esperado. Diversos investigadores advierten sobre el daño potencial que pueden ocasionar los valores extremos al conducir a tasas de error infladas y a una significativa distorsión de los estimadores estadísticos, tanto en pruebas paramétricas como no paramétricas (Zimmerman, 1994, 1995, 1998; Rasmussen, 1988; Schwager y Margolin, 1982). Sin embargo, los investigadores raramente reportan en sus investigaciones la verificación de valores extremos en sus datos: según un estudio de Osborne et. al. (2001), sólo el 8 % de las veces. De hecho, muchos investigadores descartan arbitrariamente observaciones que ellos califican como sospechosas o notablemente desviadas del modelo hipotético, pero esto no es considerado un enfoque adecuado (Amón, 2010).

Para la determinación de datos atípicos el método usado fue el test de Tukey, que toma como referencia la diferencia entre el primer cuartil y el tercer cuartil (rango intercuartílico); en un diagrama de caja (boxplot) se considera un valor atípico el que se encuentra más allá de 1.5 veces esa distancia de uno de esos cuartiles (atípico leve) o a 3 veces esa distancia (atípico extremo) (Amón, 2010).

2.6.1 Determinación de datos atípicos en los resultados de los análisis de suelo

La acumulación de COS es controlada por una serie de factores naturales y antropogénicos entre los que sobresalen el clima, el uso de la tierra, la topografía, el material parental y las propiedades intrínsecas del suelo (Poeplau & Don, 2013; Wang et al., 2013). El COS afecta positivamente las características físicas del suelo, favorece la agregación de las partículas, permitiendo una adecuada distribución de poros y la consecuente capacidad de retener agua y disponerla para las plantas o regular su tasa de infiltración, contribuyendo así en la reducción de la escorrentía y la susceptibilidad

de los agroecosistemas a la sequía (Lal, 2012; Lal, 2014). Según Salvo et al. (2010), el COS es uno de los principales indicadores de calidad del suelo, ya que sus tamaños de fracción son susceptibles al cambio (más fraccionamiento), por diferentes usos e intensidades de manejo del suelo. Los porcentajes de carbono orgánico en el suelo se reportan como altos si son mayores a 2.5 %, medios si se encuentran entre 1 a 2.5 % y bajos si son menores a 1 % (Núñez 2000). Aguilar (2011) reporta valores de carbono orgánico en el suelo que van desde 1.7 % hasta 6.24 %, cuatro estadios de sucesión de bosques en la península de Osa, Costa Rica, y que son similares a los encontrados en bosques secundarios jóvenes en Panamá con valores entre 2.42 % y 4.52 % (Neumann et al., 2011). En ecosistemas tropicales de México, Campo et al. (2016), reportan como resultado del análisis de 8 sitios en un gradiente altitudinal de 3 a 900 msnm que el carbono orgánico del suelo (a 20 cm de profundidad) registra un promedio de 10.2%, con una variación desde un mínimo de 2.7 % a un máximo de 22.6 %.

A su vez la densidad aparente del suelo juega un papel importante en el contenido de carbono. De acuerdo con Núñez (2000), la densidad aparente varía desde 0.1 gr/cm^3 o menos en suelos orgánicos, hasta 1.6 gr/cm^3 en suelos minerales y puede llegar hasta valores de 1.8 gr/cm^3 en suelos arenosos y 2 gr/cm^3 en suelos compactados. Como la densidad aparente incluye el espacio poroso, a mayores valores de densidad aparente disminuye proporcionalmente la porosidad del suelo; a su vez, si la densidad aparente disminuye aumenta la porosidad (Núñez 2000). Al existir más espacios porosos hay mayor disponibilidad de oxígeno y espacio para los microorganismos que se encargan de la mineralización de la materia orgánica (FAO 2002).

Aguilar (2011) encontró, para bosques en la península de Osa, Costa Rica, que los valores promedio de densidad aparente son mayores en bosques de 15-30 años (1.13 gr/cm^3), seguido por bosques mayores a 30 años (1.02 gr/cm^3), bosques de 5-15 años (0.96 gr/cm^3) y por último los datos más bajos en bosques primarios (0.91 gr/cm^3)para bosques primarios una densidad más baja que la hallada para bosques mayores a 30 años, lo que determina una mayor cantidad de poros disponibles en el suelo. En tanto Neuman et al. (2011) reporta para suelos en bosques de Panamá densidades de 0.95 a 1.03 gr/cm^3.

A su vez, Alvarado y Forsythe (2005), al analizar la información de densidad aparente de 111 perfiles de suelos, representativos de los principales órdenes de suelo descritos por varios autores en Costa Rica, determinan que el ámbito de variación de la densidad aparente en los suelos estudiados es alto y osciló entre 0.53 y 2.00 gr/cm^3; los valores más bajos se encuentran en los órdenes Ultisoles y Andisoles, en tanto que las mayores densidades se registraron en los órdenes Vertisoles y Mollisoles. Señalan, además, que los valores de densidad en 9 órdenes de suelos del mundo oscilan entre 0.14 a 2 gr/cm^3, en donde los valores más bajos se encuentran en los Histosoles y Andisoles, mientras que los más elevados ocurren en Vertisoles.

Más recientemente, estas dos variables fueron evaluadas también en el Inventario Nacional Forestal de Costa Rica, desarrollado entre 2014-2015, en el marco de las acciones del Programa REDD/CCAD-GIZ. En esa oportunidad se contó con 160 muestras de suelo, distribuidas en 6 coberturas forestales de todo el país, y cuyos análisis de carbono orgánico del suelo y densidad fueron realizados en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Foliares del Instituto de Investigación y Servicios Forestales (INISEFOR), Universidad Nacional Autónoma. Los resultados para el carbono orgánico del suelo indican un promedio de 4.8 %, variando desde un mínimo de 0.6 % a un máximo de 27 %; los valores más altos de esta variable se registraron para los ***Bosques de Mangle***. En tanto, para la densidad el promedio estimado fue de 1 gr/cm^3, con un mínimo de 0.10 gr/cm^3 y un máximo de 2.1 gr/cm^3.

Respecto a la acumulación de carbono en el suelo, Segura et al. (2005) determinaron para suelos de México que el contenido de COS varía desde 0.2 hasta 493 ton/ha. Asimismo, Campo et al. (2016), para ecosistemas forestales tropicales de México, establecen un rango de 17.7 ton/ha a 53.4 ton/ha para el carbono almacenado en el suelo, con un promedio para ocho sitios distintos de 32.6 ton/ha.

Por su parte, Aguilar (2011) señala que los mayores valores de contenido de carbono orgánico en el suelo por estadio de sucesión, para bosques en la península de Osa, Costa Rica, se observan en la edad de bosques mayores a 30 años (109.2 ton/ha), siguiéndole en orden los bosques primarios (92.3 ton/ha), bosques de 15 a 30 años (88 ton/ha) y por último con menos contenido de COS bosques de 5 a 15 años (78.5 ton/ha). En Sarapiquí, Costa Rica, Powers & Veldkamp (2005) encontraron que los valores medios de C almacenado en el suelo mineral en bosques primarios fue de 80.5 ton/

ha, similar a lo reportado por Schedlbauer & Kavanagh (2008) en el noreste de Costa Rica, quienes encontraron un contenido de COS de 72.5 Ton/ha en charral y bosque secundario.

De la misma forma Cifuentes-Jara et al. (s.f.), hallaron que el carbono almacenado en los primeros 30 cm del suelo entre bosques primarios varía entre 57.8 y 127.4 Tton/ha, siendo menor el depósito de C en Bosque Húmedo Tropical y mayor en Bosque Pluvial Premontano. Del mismo modo, Cifuentes-Jara et al. (s.f.) explican que en ***Bosque Seco*** Tropical hay mayor acumulación de carbono en el suelo que en Bosque Muy Húmedo Tropical y le atribuyen la causa a la humedad disponible en el suelo del Bosque Húmedo Tropical. Esta condición de humedad es suficiente para no detener completamente la descomposición de materia orgánica, aún durante la época seca, con lo que los procesos de lixiviación y descomposición de la materia orgánica son más constantes y permiten, por tanto, una acumulación mayor de carbono a través del tiempo. Cifuentes-Jara et al. (s.f.) también encontraron que en Bosque Húmedo Tropical los bosques secundarios tienen mayor cantidad de carbono almacenado en el suelo que los bosques primarios. Asimismo, Neumann et al. (2011) reportan para suelos en bosques de Panamá stock de C en el suelo, a 20 cm de profundidad, que va desde 48 Tton/ha (bosque secundario de 5 a 8 años) a 60 Tton/ha (bosque maduro). Los valores registrados en los estudios anteriores concuerdan con lo planteado por IPCC (2006) quienes señalan que en la región climática tropical el menor stock de C en el suelo, a 30 cm de profundidad, se encuentra en los suelos HAC, para la zona tropical muy húmeda con 44 Tton/ha, en tanto que la mayor acumulación de C en el suelo se debe registrar en la zona tropical montana con 86 Tton/ha para los suelos de humedal y 88 Ton/ha para los suelos HAC.

De la información anterior se desprende que el menor stock de carbono en el suelo registrado en suelos forestales tropicales es de 17.7 Tton/ha (Campo et al., 2016) y el máximo alcanza a 127 Tton/ha (Cifuentes-Jara et al., s.f). Transformando estos valores a CO_2 equivalente, mediante la relación estequiométrica 44/12, se tiene que el stock de CO_2 en el suelo, a 30 cm de profundidad, debería variar en suelos tropicales entre 64.9 Tton/ha y 467.3 Tton/ha. Al respecto, la evaluación del CO_2 almacenado en el suelo en el Inventario Nacional Forestal de Costa Rica, evaluado en 160 muestras, registra valores que oscilan desde 70.8 ton/ha a 1,918 ton/ha, con un promedio de 415.6 Tton/ha; el valor más alto corresponde a los ***Bosques de Mangle.***

Con los 212 datos de carbono orgánico del suelo y de densidad aparente del suelo de la Fase II, más los 103 datos de análisis del suelo para ambas variables de la Fase I, se conforma la base de datos para los análisis necesarios en la estimación del carbono orgánico del suelo del INF-RD. El análisis de datos atípicos se realizó considerando simultáneamente las tres variables de interés del suelo: carbono orgánico (%), densidad aparente (ton/m^3) y CO_2 fijado en el suelo en los primeros 30 cm de profundidad (ton/ha), el cual se estima a partir de las dos primeras. Se utilizó la misma estratificación del INF-RD, vale decir, se trabajó de manera independiente para cada tipo de bosque del INF-RD. Los valores medios estimados y el correspondiente error de muestreo para cada una de estas variables, considerando el total de resultados recibidos del laboratorio, se indican en los Cuadros del 10 al 12.

Cuadro 10. Parámetros determinados para el carbono orgánico en el suelo (%) con la totalidad de los análisis recibidos de laboratorio.

Parámetro	Tipo de Bosque						
	Bosque Conífero Denso	***Bosque Conífero Disperso***	***Bosque de Mangle***	***Bosque Latifoliado Húmedo***	***Bosque Latifoliado Nublado***	***Bosque Latifoliado Semihúmedo***	***Bosque Seco***
Media	4.38	3.49	21.11	7.94	11.88	11.29	9.40
Varianza	16.28	2.37	142.41	116.96	326.64	81.49	54.27
n	12	23	40	57	4	62	49
t	2.201	2.132	2.023	2.003	3.182	1.996	2.011
e	2.564	0.82	3.82	2.87	28.76	2.29	2.12
E (%)	58.5	30.4	18.1	36.2	242.0	20.3	22.5

Cuadro 11. Parámetros determinados para densidad aparente del suelo (gr/cm3) con la totalidad de los análisis recibidos de laboratorio.

Parámetro	Tipo de Bosque						
	Bosque Conífero Denso	***Bosque Conífero Disperso***	***Bosque de Mangle***	***Bosque Latifoliado Húmedo***	***Bosque Latifoliado Nublado***	***Bosque Latifoliado Semihúmedo***	***Bosque Seco***
Media	1.07	1.58	0.75	1.11	0.94	1.19	1.18
Varianza	0.015	4.135	0.064	0.035	0.065	0.212	0.059
n	12	23	36	57	4	61	49
t	2.201	2.074	2.030	2.003	3.182	2.000	2.011
e	0.077	0.879	0.086	0.050	0.406	0.118	0.070
E (%)	7.2	55.6	11.4	4.4	43.1	9.9	5.9

Cuadro 12. Parámetros determinados para el CO2 fijado en el suelo (ton/ha) con la totalidad de los análisis recibidos de laboratorio.

Parámetro	Tipo de bosque						
	Bosque Conífero Denso	***Bosque Conífero Disperso***	***Bosque de Mangle***	***Bosque Latifoliado Húmedo***	***Bosque Latifoliado Nublado***	***Bosque Latifoliado Semihúmedo***	***Bosque Seco***
Media	486.52	549.02	1,393.45	840.55	1,147.28	1,407.14	1,143.66
Varianza	143,103	377,048	350,091	853,132	2,717,313	1,908,803	666,404
n	12	23	36	57	4	61	49
t	2.20	2.07	2.03	2.00	3.18	2.00	2.01
e	240.36	265.54	200.20	245.07	2,622.98	353.84	234.47
E (%)	49.4	48.4	14.4	29.2	228.6	25.1	20.5

En términos estadísticos, al analizar de manera global cada una de las tres variables de interés es claro que los menores errores de muestreo están dados para la estimación de la densidad aparente promedio de cada estrato, con errores que van desde un mínimo de 4.4 % *(Bosque de Mangle)* a un máximo de 55.6 % *(Bosque Conífero Disperso)*; le sigue en variabilidad la estimación del promedio de carbono orgánico en el suelo, en donde el menor error de muestreo se da para el *Bosque de Mangle* (18.1 %) y el mayor error de muestreo corresponde a *Bosque Latifoliado Nublado* (242 %), explicado este último principalmente por el reducido número de muestras de laboratorio recibidas de ese tipo de bosque. La combinación de la variabilidad de densidad aparente y carbono orgánico del suelo se traducen en que en la estimación del CO2 almacenado en los primeros 30 cm del suelo se tengan errores de muestreo asociados a la estimación de las medias que van desde 14.4 % *(Bosque de Mangle)* a 228.6 % *(Bosque Latifoliado Nublado)*.

En términos técnicos, si bien los valores promedios se encuentran dentro del rango mínimo y máximo reportado al comparar los resultados de esta evaluación con lo registrado en la literatura, la alta variabilidad de las estimaciones realizadas hace sospechar la posible existencia de valores atípicos que deban ser identificados.

Aplicando el test de Tukey para la determinación de datos atípicos se generan los valores extremos superiores por tipo de bosque del Cuadro 13. Cualquier valor registrado en la muestra superior al indicado en la tabla para cada variable en estudio y tipo de bosque corresponde estadísticamente a un valor atípico y debe ser eliminado del análisis.

Cuadro 13. Límite superior para datos atípicos por variable y tipo de bosque.

Variable	Tipo de Bosque						
	Bosque Conífero Denso	*Bosque Conífero Disperso*	*Bosque de Mangle*	*Bosque Latifoliado Húmedo*	*Bosque Latifoliado Nublado*	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	*Bosque Seco*
COS	5.49	6.76	37.85	14.12	4.98	16.79	15.64
DA	1.30	1.42	1.25	1.40	1.56	1.49	1.64
CO_2	611.8	813.3	2,568.8	1,560.9	684.8	2,091.7	2,020.7

COS: carbono orgánico en el suelo (%); DA: densidad aparente del suelo (ton/m3); CO2: CO2 fijado en el suelo (ton/ha)

Aplicando este criterio estadístico se identifican en total 32 datos atípicos: 1 para *Bosque Conífero Denso*, 2 para *Bosque Conífero Disperso*, 4 para *Bosque de Mangle*, 6 para *Bosque Latifoliado Húmedo*, 1 para *Bosque Latifoliado Nublado*, 13 para *Bosque Latifoliado Semihúmedo* y 5 para *Bosque Seco* (Cuadro 14).

Realizada la depuración de la información es posible estimar los valores medios de CO2 en el suelo por tipo de bosque y su correspondiente error de muestreo (Cuadro 15). Los errores de muestreo oscilan ahora entre un mínimo de 14.8 % *(Bosque de Mangle)* y un máximo de 26.6 % *(Bosque Conífero Disperso)*, esto aislando el error de 139.1 % del *Bosque Latifoliado Nublado*, el cual es debido a lo pequeño de la muestra resultante.

Tal como se indica en la literatura (Cifuentes-Jara et al., s.f), es en los bosques con menor humedad *(Bosque Seco y Bosque Latifoliado Semihúmedo)* que existe mayor acumulación de CO2 que en los bosques más húmedos *(Bosque Latifoliado Húmedo y Bosque Latifoliado Nublado)*, siendo la excepción a esta tendencia el *Bosque de Mangle* (con el más alto stock de CO2) debido a la particularidad de inundación de estos ecosistemas, por lo que los suelos de los manglares y otros ecosistemas costeros son muy densos en carbono debido a que las condiciones anóxicas imperantes impiden la descomposición de la materia orgánica (BIOMARCC-SINAC-GIZ. 2012). Asimismo, en términos generales, los *Bosques Latifoliados* presentan stocks de CO2 en el suelo más altos que los *Bosques de Coníferas.*

Cuadro 14. Datos atípicos por variable y tipo de bosque (valores en rojo).

Parcela	Tipo de Bosque	COS (%)	DA (gr/cm³)	CO_2 fijado (ton/ha)
IV-72	*Bosque Conífero Denso*	16.73	0.888	1,634
III-58	*Bosque Conífero Disperso*	12.70	1.965	2,745
IV-65	*Bosque Conífero Disperso*	1.61	1.085	192
II-16	*Bosque de Mangle*	41.06	0.318	1,436
V-86	*Bosque de Mangle*	40.81		
V-88	*Bosque de Mangle*	46.91		
V-89	*Bosque de Mangle*	44.05		
IV-69	*Bosque Latifoliado Húmedo*	44.58	0.383	1,876
V-11	*Bosque Latifoliado Húmedo*	48.59	0.640	3,421
V-18	*Bosque Latifoliado Húmedo*	48.81	0.900	4,832
V-25	*Bosque Latifoliado Húmedo*	21.25	1.306	3,053
V-8	*Bosque Latifoliado Húmedo*	23.41	1.166	3,003
VI-1	*Bosque Latifoliado Húmedo*	3.94	1.480	642
II-42	*Bosque Latifoliado Nublado*	38.96	0.842	3,610
IV-24	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	24.87	0.959	2,622
IV-34	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	19.86	4.329	9,458

Cuadro 14. Datos atípicos por variable y tipo de bosque (valores en rojo). (Continuación)

Parcela	Tipo de Bosque	COS (%)	DA (gr/cm³)	CO_2 fijado (ton/ha)
V-26	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	26.64	0.647	1,895
V-58	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	27.6	0.971	2,947
V-69	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	34.4		
V-7	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	46.81	0.662	3,409
V-71	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	28.11	0.724	2,238
IV-31	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	20.06	1.354	2,988
IV-35	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	20.97	1.505	3,472
IV-37	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	22.22	1.334	3,261
IV-45	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	22.18	1.511	3,687
V-67	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	21.62	0.736	1,751
V-37	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	15.11	1.237	2,057
III-1	*Bosque Seco*	30.65	0.536	1,807
IV-36	*Bosque Seco*	23.1	1.412	3,588
IV-39	*Bosque Seco*	22.98	1.384	3,498
IV-78	*Bosque Seco*	32.85	0.686	2,479
IV-23	*Bosque Seco*	21.64	1.023	2,436

Cuadro 15. Parámetros determinados para el CO2 fijado en el suelo (ton/ha) realizada la depuración de la información.

Variable	Tipo de Bosque						
	Bosque Conífero Denso	*Bosque Conífero Disperso*	*Bosque de Mangle*	*Bosque Latifoliado Húmedo*	*Bosque Latifoliado Nublado*	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	*Bosque Seco*
Media	422	550	1,175	628	633	972	971
Varianza	21.48	120.31	391.79	222.31	193.56	269.42	272
n	13	30	50	56	5	75	54
t	2.18	2.05	2.01	2.00	2.78	1.10	2.01
e	88.6	129.5	178.3	126.3	546.2	119.6	143
E (%)	21.0	23.6	15.2	20.1	86.3	12.3	14.7

Un análisis más en detalle permite determinar el stock de CO2 promedio por tipo de bosque y región operativa (Cuadro 16), estimado utilizando el promedio de carbono orgánico (%) y densidad (gr/cm3) obtenido por cada estrato de bosque y región operativa. Esta información es la que se utilizará en los cálculos al momento de realizar las estimaciones para aquellas unidades de muestreo en las cuales no fue posible obtener los resultados del laboratorio.

Cuadro 16. Estimación del CO_2 promedio fijado en el suelo (ton/ha) por tipo de bosque y región operativa.

Región Operativa	Tipo de Bosque						
	Bosque Conífero Denso	*Bosque Conífero Disperso*	*Bosque de Mangle*	*Bosque Latifoliado Húmedo*	*Bosque Latifoliado Nublado*	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	*Bosque Seco*
I	424.9	533.3	1,393.6	644.0		809.1	974.0
II	493.0	294.7	1,000.6	526.3	550.7	845.4	
III	451.0	938.4	353.3	625.6	453.9	991.9	1,093.6
IV	489.2	724.6	1,833.2	1,046.9	1,059.4	1,152.1	874.0
V		405.4	887.2	695.9		956.3	
VI	245.9	310.3		518.0			
Global	421.5	549.8	1,175.3	628.0	633.1	971.5	970.5

2.6.2 Determinación de datos atípicos en los resultados de los análisis de hojarasca

La producción de hojarasca y su descomposición son procesos fundamentales en el ciclo de nutrientes, ya que representan la principal transferencia de materia orgánica y nutrientes desde la vegetación a la superficie del suelo (Vitousek & Sanford, 1986). La hojarasca es una medida de producción primaria neta (PPN) del ecosistema y está fuertemente correlacionada con el incremento de la biomasa (Clark et al., 2001), la densidad de árboles y la apertura del dosel (Zou et al., 1995, Oelbermann & Gordon, 2000), siendo afectada por variables ambientales como la precipitación, la temperatura, la elevación y la fertilidad de los suelos (Vitousek & Sanford, 1986) y la evapotranspiración potencial (Meentemeyer et al., 1982). La producción y acumulación de hojarasca se incrementa rápidamente en los primeros años de sucesión (Ewel, 1976). No obstante, después que el dosel está cerrado, no hay una tendencia clara entre la producción de hojarasca y la edad del bosque (Ewel, 1976; Lugo, 1992; Zou et al., 1995; Ostertag et al., 2008), así como con la riqueza y la diversidad de especies (Wardle et al., 1997; Scherer-Lorenzen et al. 2007).

Los principales almacenes de carbono en los ecosistemas forestales se encuentran fraccionados en cuatro componentes: biomasa sobre el suelo (vegetación), hojarasca y necromasa, sistema radicular y carbono orgánico del suelo (Snowdon et al., 2001). Rodríguez et al. (2009) determinan que para un bosque de pino-encino en México, la distribución del C en los depósitos del bosque indica que los árboles almacenan el 75.3%, seguido del sistema radicular con el 15%, la hojarasca almacena el 9 % y la necromasa el 0.3 %. Por su parte, para plantaciones y bosques secundarios en seis sitios ubicados entre la Estación Biológica Las Cruces y la ciudad de Agua Buena en Coto Brus, Pacífico sur de Costa Rica, Celentano et al. (2011a) determinaron que el carbono almacenado en hojarasca sobre el suelo fue superior en las plantaciones (4.6 MgC/ha/año) y en el bosque secundario (2.9 MgC/ha/año). A su vez, Celentano et al. (2011b) evaluaron la acumulación de hojarasca y litera y la dinámica de nutrientes en cuatro tratamientos: plantación (área total plantada), islas de árboles (plantación en seis parcelas de tres tamaños), control (regeneración natural de la misma edad) y bosques secundarios jóvenes (7–9 años de edad regeneración natural); determinaron que la producción de hojarasca y litera fue mayor en bosques secundarios (7.3 Mg/ha/ año) y plantaciones (6.3 Mg/ha/ año), intermedia en islas (3.5 Mg/ha/ año) y menor en controles (1.4 Mg/ha/ año).

Con los 122 datos de carbono orgánico y humedad de la hojarasca de la Fase II, más los 119 datos de análisis de hojarasca de la Fase I, se conforma la base de datos para los análisis necesarios en la estimación del carbono contenido en el sumidero hojarasca del INF-RD. El análisis de datos atípicos se realizó, similar al caso del suelo, considerando simultáneamente las 3 variables de interés en la determinación del CO2 de la hojarasca: carbono orgánico (%), humedad (%) y CO2 fijado en la hojarasca (ton/ha), el cual se estima a partir de las dos primeras. Se utilizó la misma estratificación del INF-RD, vale decir, se trabajó de manera independiente para cada tipo de bosque del inventario. En el Cuadro 17 se resumen los valores medios estimados para cada una de estas variables así como los límites superior e inferior calculados para la identificación de datos atípicos. Los menores stocks de CO2 en la hojarasca se registran

para el *Bosque de Mangle* (5.1 ton/ha), seguido del *Bosque Latifoliado Nublado,* en tanto que los valores más altos se encuentran en el *Bosque Conífero Denso* (con 49.9 ton/ha) y el *Bosque Conífero Disperso* (con 29 ton/ha).

Cuadro 17. Muestras totales, media y límite inferior y superior de datos atípicos para el contenido de carbono orgánico (%), el contenido de humedad (%) y el stock de CO2 (ton/ha) en la hojarasca con la totalidad de los análisis recibidos de laboratorio.

Parámetro	Tipo de Bosque						
	Bosque Conífero Denso	*Bosque Conífero Disperso*	*Bosque de Mangle*	*Bosque Latifoliado Húmedo*	*Bosque Latifoliado Nublado*	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	*Bosque Seco*
n	12	23	33	57	4	64	48
Media COH	43.97	47.87	40.21	41.44	44.93	43.60	41.26
L inf	31.30	36.92	27.12	34.45	41.71	33.98	30.07
L sup	54.99	61.18	52.97	50.05	50.52	53.03	52.92
Media H	42.43	42.60	70.56	48.81	66.91	35.01	22.29
L inf	14.52	12.75	46.70	2.88	59.21	11.70	0.82
L sup	68.28	92.66	84.99	84.06	81.74	69.74	70.03
Media CO_2	49.92	29.01	5.10	12.95	6.70	12.63	9.24
L inf	9.60	7.40	0.20	0.30	0.50	0.50	0.10
L sup	67.40	81.90	7.20	27.90	12.90	28.10	20.70

COH: carbono orgánico en la hojarasca (%); H: contenido de humedad (%); CO2: CO2 fijado en la hojarasca (ton/ha)

Aplicando el criterio estadístico, se identifican en total 12 datos atípicos: 1 para *Bosque Conífero Denso*, 4 para *Bosque de Mangle*, 5 para *Bosque Latifoliado Húmedo*, 1 para *Bosque Latifoliado Semihúmedo* y 1 para *Bosque Seco* (Cuadro 18).

Cuadro 18. Datos atípicos por variable y tipo de bosque (valores en rojo).

Unidad de Muestreo	Tipo de Bosque	COH (%)	Humedad (%)	CO_2 (ton/ha)
VI-11	*Bosque Conífero Denso*	43.99	23.15	263.4
I-55	*Bosque de Mangle*	40.75	51	14.7
IV-27	*Bosque de Mangle*	39.35	46.7	18.6
V-77	*Bosque de Mangle*	52.97	79.87	12.6
II-17	*Bosque de Mangle*	30.01	10.18	42.8
II-1	*Bosque Latifoliado Húmedo*	40.43	43.36	37.4
VI-6	*Bosque Latifoliado Húmedo*	40.63	49.12	34.2
VI-12	*Bosque Latifoliado Húmedo*	40.96	61.62	31.9
VI-15	*Bosque Latifoliado Húmedo*	42.05	80.69	39.2
VI-4	*Bosque Latifoliado Húmedo*	37.72	50.48	61.6
IV-33	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	48.24	33.56	107.3
IV-25	*Bosque Seco*	43.98	35.84	31.8

Realizada la depuración de la información es posible estimar los valores medios carbono orgánico (%), humedad (%) y CO2 fijado en la hojarasca (ton/ha) por tipo de bosque y su correspondiente error de muestreo (Cuadro 19). Los errores de muestreo oscilan ahora entre un mínimo de 3.1 % *(Bosque Latifoliado Semihúmedo)* y un máximo

de 13.7 % *(Bosque Latifoliado Nublado)*, para el caso de la variable proporción carbono orgánico en la hojarasca (%); mientras que para el contenido de humedad (%), el mínimo error es de 5.0 % *(Bosque de Mangle)* y el máximo de 31.5 % *(Bosque Conífero Denso)*. Para el CO2 estimado los errores de muestreo son más altos, oscilando entre 15.6 % *(Bosque Latifoliado Semihúmedo)* y 48.6 % *(Bosque Conífero Denso)*; lo anterior lleva a que en las estimaciones del contenido de carbono en la hojarasca para las unidades de muestreo en las que no se registró análisis de laboratorio, se realice utilizando el promedio de carbono orgánico (%) y humedad (%) obtenido por cada estrato de bosque.

Cuadro 19. Muestras totales y valor medio para el contenido de carbono orgánico, el contenido dehumedad y el stock de CO2 en la hojarasca después de la depuración estadística.

Parámetro	Tipo de Bosque						
	Bosque Conífero Denso	***Bosque Conífero Disperso***	***Bosque de Mangle***	***Bosque Latifoliado Húmedo***	***Bosque Latifoliado Nublado***	***Bosque Latifoliado Semihúmedo***	***Bosque Seco***
n	11	23	29	52	4	63	46
Media COH	43.97	47.87	40.14	41.54	44.93	43.53	40.94
E (%) COH	10.5	6.1	5.8	4.0	13.7	3.1	5.5
Media H	44.18	42.60	73.81	48.02	66.91	35.03	20.78
E (%) H	31.5	24.1	5.0	11.8	24.0	12.2	24.1
Media CO_2	30.51	22.01	2.74	10.27	6.70	11.12	8.85
E (%) CO_2	48.6	35.0	38.0	17.8	124.2	15.6	20.8

COH: carbono orgánico en la hojarasca (%); H: contenido de humedad (%); CO2: CO2 fijado en la hojarasca (ton/ha)

2.6.3 Determinación de datos atípicos en los resultados de los análisis de densidad de maderas muertas

Con los resultados de determinación de densidad de la madera para 99 muestras de madera sólida, 96 muestras de madera intermedia y 96 muestras de madera podrida de la Fase II se conforma la base de datos para los análisis necesarios en la estimación del carbono contenido en maderas muertas del INF-RD. En el Cuadro 20 se presenta el resumen de la información resultante, caracterizada esta por cada tipo de bosque del inventario.

Un análisis de los tamaños de muestra por tipo de bosque, así como el global, indica que no se cuenta con igual número de muestras analizadas por cada grado de descomposición de la madera para un mismo tipo de bosque y que, particularmente, para el *Bosque Conífero Denso* no se cuenta con densidad de la madera intermedia, en tanto que el mismo grado de descomposición presenta solo un análisis para *Bosque Latifoliado Nublado* y solo 4 valores de densidad para el *Bosque Conífero Disperso.* En términos generales solo el *Bosque latifoliado semihúmedo*, el *Bosque Seco*, el *Bosque de Mangle* y el *Bosque Latifoliado Húmedo* presentan muestras grandes (mayor a 30 unidades muestrales) a nivel global, y en forma específica para cada grado de descomposición es solo el *Bosque Latifoliado Semihúmedo* el que logra tener más de 30 análisis de laboratorio para la densidad de cada tipo de madera.

Cuadro 20. Número de análisis y promedio de densidad de la madera muerta (g/cm3) por tipo de bosque.

Parámetro	Tipo de Bosque							
	Bosque Conífero Denso	***Bosque Conífero Disperso***	***Bosque de Mangle***	***Bosque Latifoliado Húmedo***	***Bosque Latifoliado Nublado***	***Bosque Latifoliado Semihúmedo***	***Bosque Seco***	***Global***
n M. sólida	4	9	16	10	3	42	15	**99**
Dens M. sólida	0.66	0.48	0.64	0.62	0.53	1.79	2.37	**1.37**
n M. interm.	0	4	15	11	1	48	17	**96**
Dens M. interm.	----	0.34	0.49	0.44	0.49	0.46	0.66	**0.50**
n M. podrida	2	10	13	12	1	45	13	**96**
Dens M. podrida	0.38	3.13	0.56	0.39	0.16	0.45	0.63	**0.76**
n Total	6	23	44	33	5	135	45	**291**

Un segundo análisis preliminar del valor promedio global de densidad, así como el promedio de densidades por grado de descomposición de los estratos *Bosque Conífero Disperso, Bosque de Mangle, Bosque Latifoliado Semihúmedo y Bosque Seco,* permite evidenciar que la densidad de las maderas muertas podridas resultan en un valor más alto que el promedio de densidad de maderas intermedias o maderas sólidas, o que las maderas intermedias tienen una densidad mayor que las maderas sólidas lo cual carece de lógica técnica. Este hecho lleva a realizar un análisis más detallado, revisando las densidades por tipo de descomposición, muestra por muestra y detectándose que esta situación ilógica se registra para varias parcelas de la muestra (Cuadro 21). Estas parcelas son eliminadas del análisis.

En el Cuadro 22 se resume la información resultante después del proceso de depuración técnica por cada tipo de bosque del INF-RD. Puede verse en el Cuadro 22 que el comportamiento de las densidades promedio ahora concuerda con lo técnicamente esperable, pero el tamaño de muestra total se reduce a la mitad, así como también se reduce sustancialmente el tamaño de muestra en la mayoría de los tipos de bosque; solo para el *Bosque Latifoliado Semihúmedo* se logra una muestra lo suficientemente grande desde el punto de vista estadístico (mayor a 30 análisis) para realizar una estimación insesgada, eficiente y consistente. Bajo estas circunstancias se opta por aplicar la metodología de Chao et al. (2009), quienes plantean que los valores de densidad de las clases de descomposición son específicos de cada sitio, pero altamente relacionados con la densidad de la madera de los árboles vivos a nivel de parcela, para establecer la densidad de las maderas muertas en sus distintos estados de descomposición. Esta metodología fue la misma que se aplicó en el procesamiento de la Fase I.

Cuadro 21. Número de análisis y promedio de densidad de la madera muerta (gr/cm3) por cada tipo de bosque (valores en rojo indican situación anormal).

Parcela	Estrato/Tipo de Bosque	Densidad madera (gr/cm³)		
		Sólida	**Intermedia**	**Podrida**
III-60	*Bosque Conífero Disperso*		0.29	0.98
IV-65	*Bosque Conífero Disperso*	0.44		0.52
IV-86	*Bosque Conífero Disperso*	0.61		27.73
IV-89	*Bosque Conífero Disperso*	0.27		0.32
I-50	*Bosque de Mangle*	0.70	0.37	0.91
I-56	*Bosque de Mangle*	0.79	0.96	1.25
V-76	*Bosque de Mangle*	0.54	0.67	

Cuadro 21. Número de análisis y promedio de densidad de la madera muerta (gr/cm3) por cada tipo de bosque (valores en rojo indican situación anormal). (Continuación).

Parcela	Estrato/Tipo de Bosque	Densidad madera (gr/cm³)		
		Sólida	Intermedia	Podrida
V-77	*Bosque de Mangle*		0.22	0.57
V-79	*Bosque de Mangle*	0.37	0.16	0.21
V-83	*Bosque de Mangle*	0.94	0.30	0.61
V-86	*Bosque de Mangle*	0.44	0.67	0.97
V-88	*Bosque de Mangle*	0.53	0.39	0.54
II-29	*Bosque Latifoliado Húmedo*	0.59	0.30	0.66
IV-50	*Bosque Latifoliado Húmedo*	0.68		0.76
I-26	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	19.80	0.59	1.34
I-27	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	11.58	0.53	0.50
I-30	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	0.93	0.58	0.65
I-35	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	0.55	0.50	0.55
I-43	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	0.27	0.62	0.79
I-45	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	0.52	0.29	0.38
I-46	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	0.45	0.24	0.72
I-47	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	0.38	0.34	0.92
I-82	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	0.44	0.52	0.33
I-83	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	0.52	0.45	0.54
I-85	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	0.39	0.51	0.21
II-44	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	10.24	0.32	0.51
II-45	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	10.78	0.47	0.43
IV-24	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	0.64	0.70	
IV-32a	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	0.41	0.69	0.20
IV-33	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	0.60	0.38	0.51
IV-35	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	0.43	0.70	0.48
IV-41	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	0.52	0.54	
IV-43	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	0.55	0.27	0.34
IV-97	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*		0.58	0.66
V-30	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	0.45	0.58	0.69
V-33	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	0.46	0.62	0.42
V-34	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	0.53	0.57	0.38
V-40	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	0.57	0.61	0.75
V-58	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	0.35	0.25	0.62
V-66	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*		0.32	0.59
V-71	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	0.35	0.36	0.66
V-73	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	0.66	0.28	0.56
I-32	*Bosque Seco*	0.58	0.77	0.49
I-33	*Bosque Seco*	11.25	0.73	0.89
I-34	*Bosque Seco*	0.48	0.48	0.56
I-37	*Bosque Seco*	0.61	0.64	0.42
I-38	*Bosque Seco*	0.63	0.56	0.65
I-39	*Bosque Seco*	0.84	0.96	1.68

Cuadro 21. Número de análisis y promedio de densidad de la madera muerta (gr/cm3) por cada tipo de bosque (valores en rojo indican situación anormal). (Continuación).

Parcela	Estrato/Tipo de Bosque	Densidad madera (gr/cm³)		
		Sólida	Intermedia	Podrida
I-40	*Bosque Seco*	0.55	0.65	0.24
I-66	*Bosque Seco*		0.67	0.79
IV-25	*Bosque Seco*	15.98	0.79	
IV-82	*Bosque Seco*	0.48	0.80	0.59
IV-83	*Bosque Seco*	0.41	0.95	0.57
Total		**48**	**49**	**49**

Cuadro 22. Número de análisis y promedio de densidad de la madera muerta (gr/cm3) por cada tipo de bosque después de la depuración técnica de datos.

Parámetro	Tipo de Bosque							
	Bosque Conífero Denso	***Bosque Conífero Disperso***	***Bosque de Mangle***	***Bosque Latifoliado Húmedo***	***Bosque Latifoliado Nublado***	***Bosque Latifoliado Semihúmedo***	***Bosque Seco***	***Global***
n Madera sólida	4	6	9	8	3	16	5	**51**
Dens. madera sólida	0.66	0.49	0.65	0.62	0.53	0.75	0.74	**0.66**
n madera interm.	0	3	7	10	1	20	6	**47**
Dens. madera interm.	0.00	0.36	0.52	0.46	0.49	0.44	0.54	**0.47**
n madera podrida	2	6	6	10	1	19	3	**47**
Dens. madera podrida	0.38	0.28	0.37	0.32	0.16	0.29	0.43	**0.32**
n Total	**6**	**15**	**22**	**28**	**5**	**55**	**14**	**145**

2.7 ELEMENTOS PARA EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN

Los resultados generados a partir de la información capturada en campo pueden ser agregados desde el nivel de la parcela o Unidad de Muestreo hasta obtener un valor del total para la superficie que se consideró en el diseño y ejecución del mismo.

En términos generales, se realizó el procesamiento de la información bajo el mismo esquema del procesamiento realizado en los inventarios nacionales forestales de Costa Rica y la Fase I del Inventario Nacional Forestal de la República Dominicana, además del inventario del bosque de la Cuenca del Canal de Panamá. Esto es, mediante el desarrollo de una base de datos dinámica en Microsoft Excel y su aplicación a una interfaz interactiva para una mejor presentación de antecedentes en términos de requerimientos específicos.

Para mostrar la gran cantidad de información que se genera del análisis de la información de campo en los inventarios señalados, la interfaz interactiva correspondió al desarrollo de un Modelo de Datos construido especialmente en Microsoft Excel 2013. Esto permite visualizar, de manera dinámica, la información desde distintas perspectivas para los diferentes niveles de detalle que se requieren para lograr interpretar de forma adecuada, los resultados. Este modo

de presentación recibe el nombre genérico de dashboard y se asocia normalmente a actividades de Inteligencia de Negocios (BI por sus siglas en inglés). En términos generales, para hacer un dashboard en Excel se debe crear un libro con tres hojas: «datos» (para los datos), «tablas» (para las tablas dinámicas) y «dashboard» (para el dashboard), esta última es la que permite la interacción y segmentación de la información a mostrar.

En el caso particular del INF-RD, si bien se genera la base de datos en Excel, la interfaz interactiva corresponde a una aplicación de la herramienta de Business Inteligence de Microsoft denominada Power BI. Power BI es una solución de análisis empresarial, basada en la nube, que permite visualizar datos y compartir información en una organización, o incrustarlos en una aplicación o sitio web. Esta es una herramienta que permite analizar e interactuar con una cantidad masiva de datos dentro de Excel, recabando información a través de lenguaje natural y peticiones del tipo pregunta-respuesta; básicamente es una colección de servicios de software, aplicaciones y conectores que funcionan conjuntamente para convertir orígenes de datos sin relación entre sí en información coherente, interactiva y atractiva visualmente. Power BI consta de una aplicación de escritorio de Windows denominada Power BI Desktop, un servicio SaaS (software como servicio) en línea denominado servicio Power BI, y aplicaciones móviles de Power BI disponibles para teléfonos y tabletas Windows, así como para dispositivos iOS y Android. La herramienta se opera a través de la aplicación Power BI Desktop que es la que permite crear una colección de consultas, conexiones de datos e informes que se pueden compartir fácilmente con otros usuarios. Power BI Desktop integra tecnologías de eficacia comprobada de Microsoft (un potente motor de consultas, capacidades de modelado de datos y visualizaciones) y funciona en línea sin problemas con el denominado Servicio Power BI, que es el mecanismo mediante el cual se comparte la información con otros usuarios.

Con la combinación de Power BI Desktop (donde los analistas y otros usuarios pueden crear conexiones de datos eficaces, modelos e informes) y el servicio Power BI (donde se pueden compartir informes de Power BI Desktop para que otros usuarios los vean e interactúen con ellos) se obtiene nueva información del mundo de los datos que es más fácil de modelar, crear, compartir y ampliar.

El menú principal del Power BI permite al usuario acceder a la información del inventario en 5 niveles distintos de agregación de la información, ordenados jerárquicamente desde el menor al mayor nivel de detalle o desagregación. Cada uno de ellos se explica a continuación en términos generales, ya que en los capítulos siguientes se analizará estos niveles de información en detalle.

Nivel 1 Resumen de CO_2: Muestra los valores totales de carbono para el INF-RD y los errores de muestreo asociados a esta estimación. Esta información puede verse a nivel global del bosque de República Dominicana, así como también en forma parcializada para cada uno de los tipos de bosques evaluados.

Adicionalmente, en este nivel de manejo de los datos es posible desagregar esta información global a fin de conocer lo que ocurre a nivel de cada uno de los componentes de carbono analizados, tanto en forma global como por estrato. Es posible también conocer los errores de muestreo de cada una de las estimaciones realizadas en este nivel de desagregación.

Nivel 2 Inventario-estrato: Muestra los valores generales de las principales variables dasométricas del inventario y su desagregación por estrato. Se considera los valores promedio de las variables DAP (cm), Altura (m), Densidad (árboles/ha), Área basal (m^2/ha), Volumen (m^3/ha), Biomasa (ton/ha) y CO_2 Total (ton/ha).

Incluye el valor promedio general (INF-RD) y su respectivo error de muestreo, analizados estos como muestreo aleatorio simple, considerando las 404 parcelas del inventario. Además, se muestra gráficamente el comportamiento de cada variable y su correspondiente error de muestreo para cada uno de los estratos.

Junto con presentar los valores para la UMP (árboles mayores a 10 cm de DAP) y la UMS (árboles con DAP entre 2 y 10 cm), se considera la agregación de ambas unidades de muestreo para mostrar los valores a nivel de todos los árboles con DAP mayor o igual a 2 cm.

Nivel 3 Estrato- detalle: Permite conocer información general, variables dasométricas, valores de CO_2 y especies a nivel de las estimaciones que se realizan en cada uno de los estratos, considerando el total de unidades muestrales evaluadas para ellos.

En términos de las variables dasométricas, se presentan los promedios de estas, así como los límites inferior y superior de cada una en función del error de muestreo obtenido.

Para el caso de CO_2, se muestran las estimaciones realizadas para cada uno de los sumideros considerados, también incluyendo no solo la media, sino los límites del intervalo de confianza.

Gráficamente se ilustran los promedios de CO_2 por sumidero, los límites de confianza para el CO_2 total del estrato, la participación en el total de cada sumidero, así como información relativa a densidad y presencia de especies arbóreas, herbáceas y otras presentes en cada estrato.

En este nivel, además de aparecer cada uno de los 6 estratos, también es posible abordar el análisis global del inventario completo.

Nivel 4 Estrato-parcela: Es posible seleccionar cualquiera de los 6 estratos y visualizar las principales variables dasométricas a nivel de cada una de las parcelas evaluadas para ese tipo de bosques.

Para cada estrato se indica el total de parcelas procesadas, y para cada una de ellas se presenta información gráfica en relación a cada una de las variables dasométricas analizadas, segregando esta información para la UMP (árboles mayores a 10 cm de DAP) y la UMS (árboles entre 2 y 10 cm de DAP), así como para la agrupación de ambas (árboles mayores a 2 cm de DAP). Se efectúa también un análisis del aporte en términos de volumen, biomasa y CO_2 de este estrato en relación al total del bosque de República Dominicana.

Específicamente, se analiza de forma gráfica el comportamiento a nivel de unidad de superficie (hectárea) del volumen, biomasa y CO_2 por tipo de unidad de muestreo de árboles, presentando los valores calculados en cada parcela, así como los estadígrafos media y error de muestreo asociado a la estimación.

Nivel 5 Parcela-detalle: Presenta, para cualquiera de las 404 parcelas del inventario, la totalidad de la información procesada, así como la información general registrada en los formularios.

Seleccionada una parcela, se presenta información general de ella: el estrato al que corresponde, si fue evaluada en la Fase I o II del INF-RD, su Región Operativa, su ubicación administrativa (provincia, distrito), entre otros. Se presenta, además, los antecedentes dasométricos correspondientes a los árboles, tanto considerando el espectro de árboles mayores a 2 cm de DAP como segregando por tipo de unidad muestral (UMP y UMS). Se aborda la estimación del contenido de CO_2 tanto de los árboles como de los otros sumideros evaluados y se aporta información en relación a especies presentes (arbóreas, arbustivas, helechos, lianas, bambúes y herbáceas).

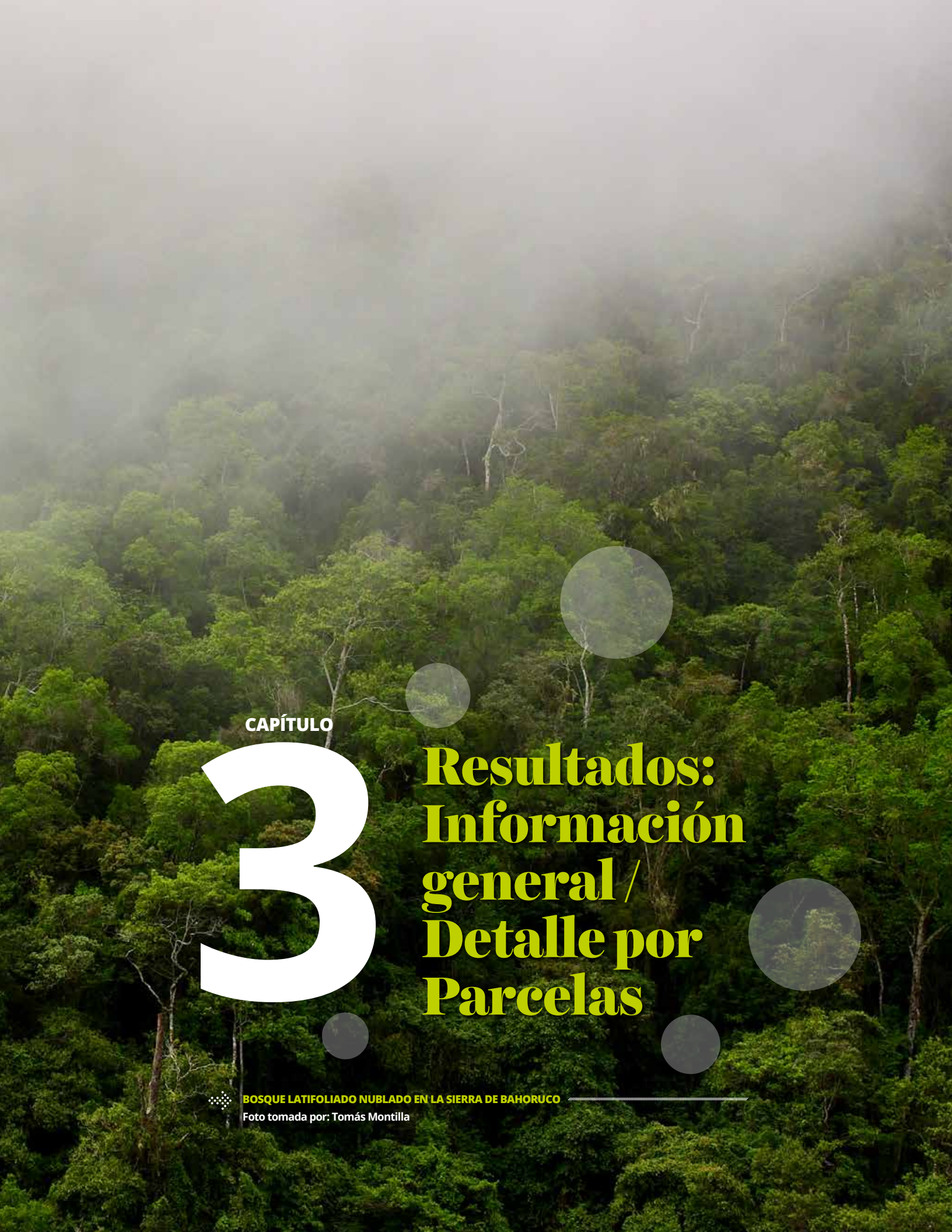
Además, es posible visualizar gráficamente la distribución diamétrica de los árboles en la UMP y en la UMS, la relación DAP-Altura total de los mismos, el número de especies distintas para cada categoría de cobertura vegetal definida, y la distribución espacial de los árboles dentro de la UMP con el antecedente de las coordenadas x e y registradas para cada árbol.



CAPÍTULO

3

Resultados: Información general / Detalle por Parcelas



BOSQUE LATIFOLIADO NUBLADO EN LA SIERRA DE BAHORUCO
Foto tomada por: Tomás Montilla

En este capítulo se presenta la información base para obtener los resultados del INF-RD. Cada Unidad de Muestreo Principal (parcela) levantada en el campo, registrada adecuadamente y procesada en detalle, permite obtener la información clave para poder calcular las variables dasométricas y las existencias, caso por caso, para luego extrapolarlas en función de la superficie evaluada, según los requerimientos. A continuación se muestra, a modo de ejemplo, la información en detalle que provee cada parcela, en particular para 7 parcelas seleccionadas, una por cada estrato definido para el INF-RD (Cuadro 23).

Cuadro 23. Parcelas seleccionadas para muestras del detalle de información que genera el INF-RD.

Tipo de Bosque	Unidad de Muestreo
Bosque Conífero Denso	III-44-2
Bosque Conífero Disperso	VI-20-1
Bosque de Mangle	II-18-1
Bosque Latifoliado Húmedo	IV-100-2
Bosque Latifoliado Nublado	I-95-2
Bosque Latifoliado Semihúmedo	V-40-2
Bosque Seco	I-11-1

(*) Parcela: Región operativa-Número parcela-Fase del INF-RD.

Los registros de campo incluyen inicialmente la información general de la parcela y su entorno. En el Cuadro 24 se muestra un ejemplo de la información capturada para cada parcela donde se incluye el número de la parcela, estrato en campo, región operativa, información geográfica, coordenadas de ubicación, fechas, estrato teórico, y en el Cuadro 25 aspectos relacionados con el lugar donde se instaló la parcela, tales como elevación, posición topográfica, pendiente del terreno y exposición.

Cuadro 24. Información general por parcela.

Fase	Unidad de Muestreo	Tipo de Bosque	Provincia	Municipio	Sección	Coordenadas UTM		Fecha de medición
						X	Y	
2	III-44-2	*Bosque Conífero Denso*	Pedernales	Pedernales		231823	2003595	6/5/2018
1	VI-20-1	*Bosque Conífero Disperso*	La Vega	Jarabacoa	Pinar Quemado	320528	2109013	12/20/2014
1	II-18-1	*Bosque de Mangle*	Samaná	Sánchez	Milla 3	437179	2124165	2/7/2015
2	IV-100-2	*Bosque Latifoliado Húmedo*	Elías Piña	Río Limpio	Piedra Blanca	236215	2127216	4/6/2018
2	I-95-2	*Bosque Latifoliado Nublado*	Santiago	San José de Las Matas	Mata Grande	287909	2118125	7/6/2018
2	V-40-2	*Bosque Latifoliado Semihúmedo*	La Altagracia	San Rafael del Yuma		529569	2041620	2/18/2018
1	I-11-1	*Bosque Seco*	Santiago	Sabana Iglesia	Los Ranchos	214420	2139686	3/13/2016

Cuadro 25. Aspectos fisiográficos asociados a cada parcela.

Fase	UMP	Tipo de Bosque	Pendiente (%)	Posición	Exposición	Altitud (msnm)
2	III-44-2	*Bosque Conífero Denso*	2	Media	Oeste	1280
1	VI-20-1	*Bosque Conífero Disperso*	22	Superior	Sur	945
1	II-18-1	*Bosque de Mangle*	2	Plano	Plana	12
2	IV-100-2	*Bosque Latifoliado Húmedo*	25	Media	Oeste	973
2	I-95-2	*Bosque Latifoliado Nublado*	14	Media	Este	1219
2	V-40-2	*Bosque Latifoliado Semuhúmedo*	0	Plano	Plana	112
1	I-11-1	*Bosque Seco*	12	Media	Norte	480

Se muestra a continuación en el Cuadro 26 las variables dasométricas (DAP, HT, área basal, densidad, etc.) y de existencias (volumen, biomasa y CO2) calculadas en base a la información levantada en cada parcela para el componente vegetal de árboles mayores a 10 cm de DAP.

Cuadro 26. Variables y existencias calculadas para cada parcela, árboles ≥ 10 cm de DAP.

Tipo de Bosque	Unidad de Muestreo /RO	DAP (cm)	Altura (m)	Cobertura de copa (m^2/ha)	Densidad (N/ha)	Área basal (m^2/ha)	Vol. (m^3/ ha)	Biomasa (ton/ha)	Carbono (ton/ha)	CO2 (ton/ ha)	N especies
Bosque Conífero Denso	III-44-2	15.8	11.7	38.6	920	19.6	124	109.3	54.7	200.4	1
Bosque Conífero Disperso	VI-20-1	21.8	13.8	98.4	210	10.8	96.4	64.1	32	117.4	2
Bosque de Mangle	II-18-1	22.7	12.7	136.2	350	19.1	164.8	92.5	46.2	169.6	2
Bosque Latifoliado Húmedo	IV-100-2	23.1	11.3	69.6	680	39.4	265.5	208.2	104.1	381.6	11
Bosque Latifoliado Nublado	I-95-2	16.5	10.9	51.2	620	15.1	94.8	95.2	47.6	174.6	9
Bosque Latifoliado Semihúmedo	V-40-2	18.3	9.2	60.4	300	9.4	50.5	50.3	25.1	92.2	5
Bosque Seco	I-11-1	16.7	8.2	54.4	660	18.4	92.1	55.4	27.7	101.6	12

En el Cuadro 27 se presentan las variables dasométricas (DAP, altura total, área basal, densidad, etc.) y de existencias (volumen, biomasa y CO_2) calculadas en base a la información levantada en cada parcela seleccionada para el componente vegetal de especies entre 2 cm y 9.9 cm de DAP.

Cuadro 27. Variables calculadas para cada parcela, árboles entre 2 cm y 9.9 cm de DAP.

Tipo de Bosque	Unidad de M./ RO	DAP (cm)	Altura (m)	Cobertura copa (m^2/ha)	Densidad (N/ha)	Área Basal (m^2/ ha)	V (m^3/ ha)	Biomasa (ton/ha)	Carbono (ton/ha)	CO_2 (ton/ ha)	N Especies
Bosque Conífero Denso	III-44-2	5.1	5.5	163.4	3000	7.2	24.2	34.7	17.3	63.6	2
Bosque Conífero Disperso	VI-20-1	4.4	4.8	71.7	733	1.2	3.3	4.1	2.0	7.5	3
Bosque de Mangle	II-18-1	5.1	5.2	152.3	1733	4.3	13.8	9.7	4.8	17.7	2
Bosque Latuifoliado Húmedo	IV-100-2	3.9	4.7	68.2	2200	3.1	9.3	10.6	5.3	19.4	7
Bosque Latifoliado Nublado	I-95-2	4.5	5.3	92.3	4000	7.6	25.3	24.5	12.3	45.0	11
Bosque Latifoliado Semihúmedo	V-40-2	3.9	4.4	61.1	2133	2.9	7.2	7.9	3.9	14.4	11
Bosque Seco	I-11-1	4.4	4.5	49.7	3400	6.1	16.3	17.6	8.8	32.3	16

Se muestra a continuación en el Cuadro 27 las variables dasométricas (DAP, HT, área basal, densidad, etc.) y de existencias (volumen, biomasa y CO2) calculadas en base a la información levantada en las parcelas seleccionadas como ejemplo para la suma de los componentes especies ≥ 2 cm de DAP.

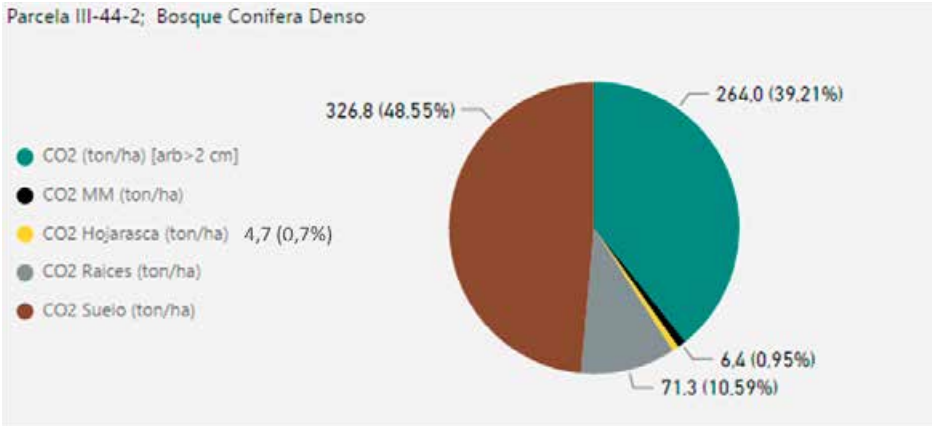
Cuadro 28. Variables y existencias calculadas para cada parcela, árboles ≥ 2 cm de DAP.

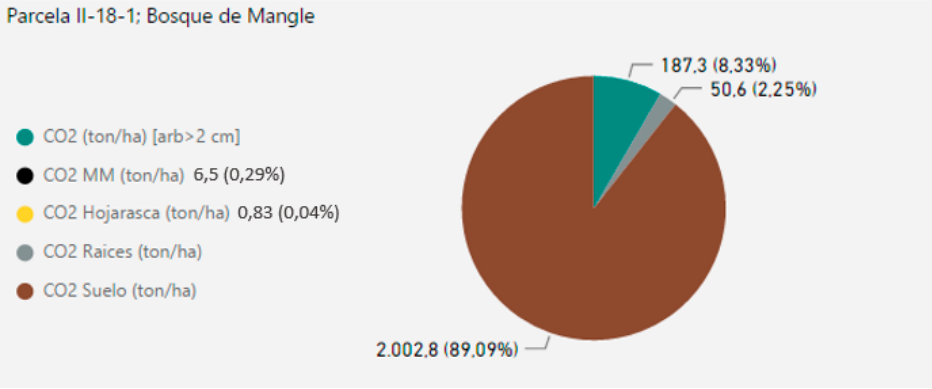
Tipo de Bosque	Unidad de Muestro /RO	DAP (cm)	Altura (m)	Cobertura copa (m^2/ ha)	Densidad (N/ha)	Area basal (m^2/ha)	Volumen (m^3/ha)	Biomasa (Ton/ha)	Carbono (Ton/ ha)	CO_2 (Ton/ ha)	N Especies
Bosque Conífero Denso	III-44-2	12.3	9.7	202.0	3920	26.8	148.2	144	72	264	2
Bosque Conífero Disperso	VI-20-1	15.8	10.7	170.1	943	12	99.8	68.1	34.1	124.9	4
Bosque de Mangle	II-18-1	15.2	9.5	288.5	2083	23.4	178.6	102.2	51.1	187.3	2
Bosque Latuifoliado Húmedo	IV-100-2	16.8	9.2	137.7	2880	42.5	274.8	218.8	109.4	401.1	13
Bosque Latifoliado Nublado	I-95-2	10.6	8.2	143.4	4620	22.7	120.1	119.8	59.9	219.6	15
Bosque Latifoliado Semihúmedo	V-40-2	10.9	6.7	121.5	2433	12.3	57.7	58.1	29.1	106.6	12
Bosque Seco	I-11-1	11.3	6.6	104.1	4060	24.5	108.4	73.1	36.5	133.9	19

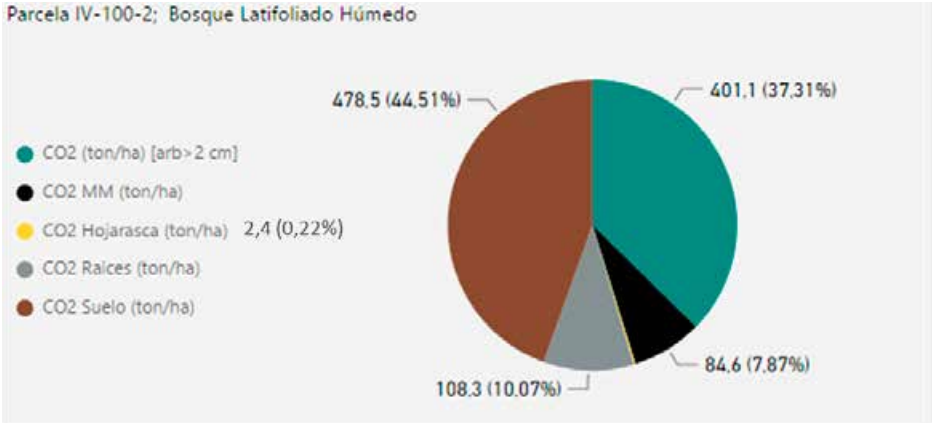
Se presenta en el Cuadro 29 los valores de CO2 obtenidos del proceso de las parcelas del ejemplo y en la Figura 15 se grafica las proporciones por componente o depósito para algunas de las parcelas del ejemplo. Se evidencia en todos los casos la alta participación del componente suelo dentro del total de CO2 calculado para cada parcela.

Cuadro 29. Existencias de CO2 por parcela (ton/ha).

Tipo de Bosque	Unidad de Muestro/ RO	CO_2	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Suelo	CO_2 total (con suelo)
Bosque Conífero Denso	III-44-2	264	71.3	4.7	6.4	326.8	673.2
Bosque Conífero Disperso	VI-20-1	124.9	33.7	20.5	2.4	314	495.6
Bosque de Mangle	II-18-1	187.3	50.6	0.8	6.5	2002.8	2248
Bosque Latuifoliado Húmedo	IV-100-2	401.1	108.3	2.4	84.6	478.5	1074.9
Bosque Latifoliado Nublado	I-95-2	219.6	59.3	1.9	88.6	306.1	675.5
Bosque Latifoliado Semihúmedo	V-40-2	106.6	28.8	2.8	4.4	1922.6	2065.2
Bosque Seco	I-11-1	133.9	36.2	4.6	6.3	563.5	744.5







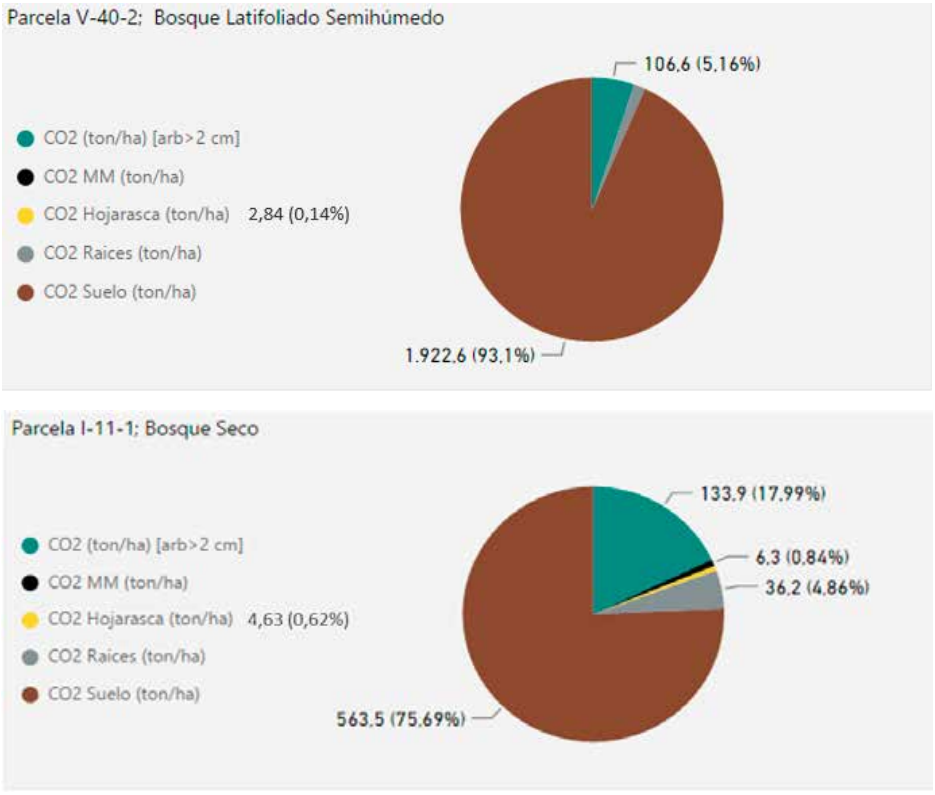


Figura 15. Proporción de depósitos de CO_2 en algunas de las parcelas del ejemplo (cada tipo de bosque).

3.1 DETALLE INFORMACIÓN UMP III-44 *BOSQUE CONÍFERO DENSO*

A) Distribución diamétrica de las especies ≥ 10 cm y entre 2 cm y 9.9 cm de DAP

A través de la medición del DAP a las especies insertas en las parcelas se puede obtener la distribución diamétrica para los distintos componentes arbóreos. En la Figura 16 se muestra las distribuciones de los árboles obtenida para la parcela principal (UMP: especies ≥ 10 cm de DAP) y para la parcela secundaria (BAM: especies entre 2 cm y 9.9 cm de DAP).

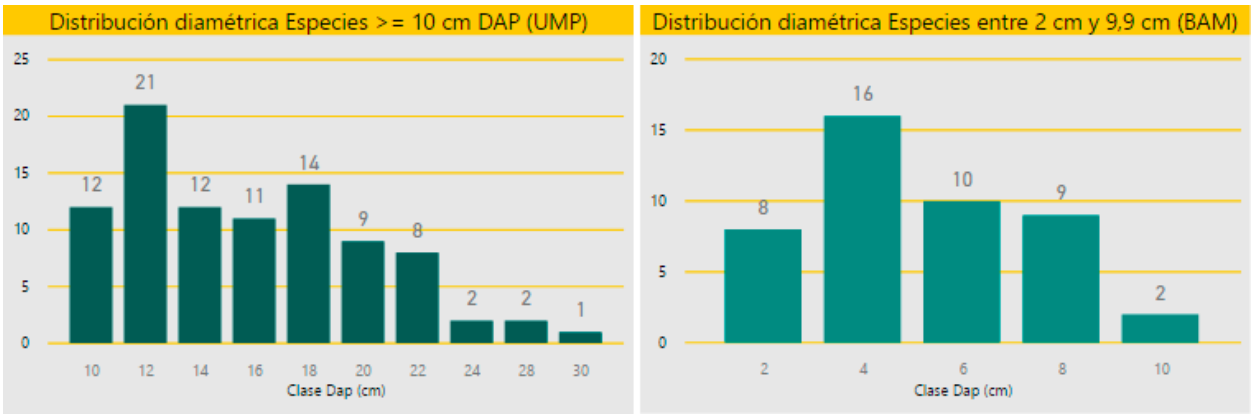


Figura 16. Distribución diamétrica de árboles para parcela principal y secundaria de UMP III-44 de *Bosque Conífero Denso.*

B) Relación DAP - HT (m) para las especies ≥ 10 cm DAP

En la Figura 17 se muestra la relación existente entre los DAP en centímetros de cada árbol y su respectiva altura total en metros obtenida de la UMP III-44 de *Bosque Conífero Denso.*

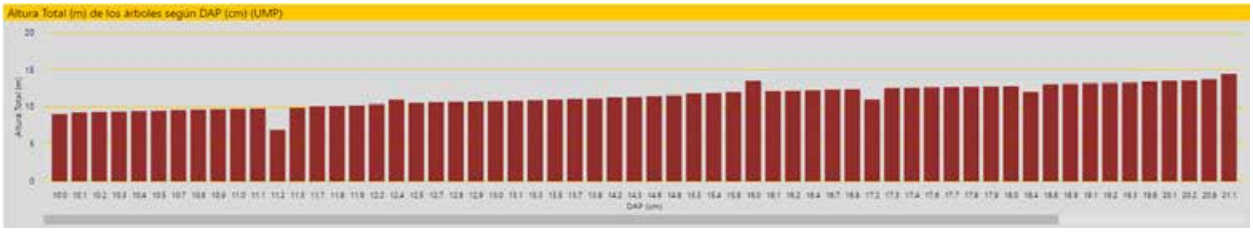


Figura 17. Relación DAP (cm)-Altura (m) de los árboles de la UMP III-44 de *Bosque Conífero Denso.*

C) Otros componentes vegetales y número de especies

Además de los componentes arbóreos principales donde se encuentran las especies ≥ 2 cm de DAP, también se midió regeneración natural (especies < 2 cm de DAP), vegetación herbácea y arbustos, lianas y bambú (ALB). En el Cuadro 30 se presenta valores de densidad en individuos por hectárea y número de especies individuales que participan de estos componentes, evidenciándose que para la UMP III-44 solo se encontró arbustos, lianas y bambú como vegetación menor.

Cuadro 30. Valores de densidad y número de especies para componentes de regeneración y vegetación herbácea en la UMP III-44 de *Bosque Conífero Denso.*

Parcela/ RO	Densidad Regeneración (ind/ha)	Densidad ALB (ind/ha)	Densidad Herbáceas (ind/ha)	Especies Regeneración	Especies ALB	Especies Herbáceas
III-44-2	0	10.949	0	0	4	0

En la Figura 18 se grafica el número de especies individuales distintas, identificadas para la totalidad de los componentes vegetales.

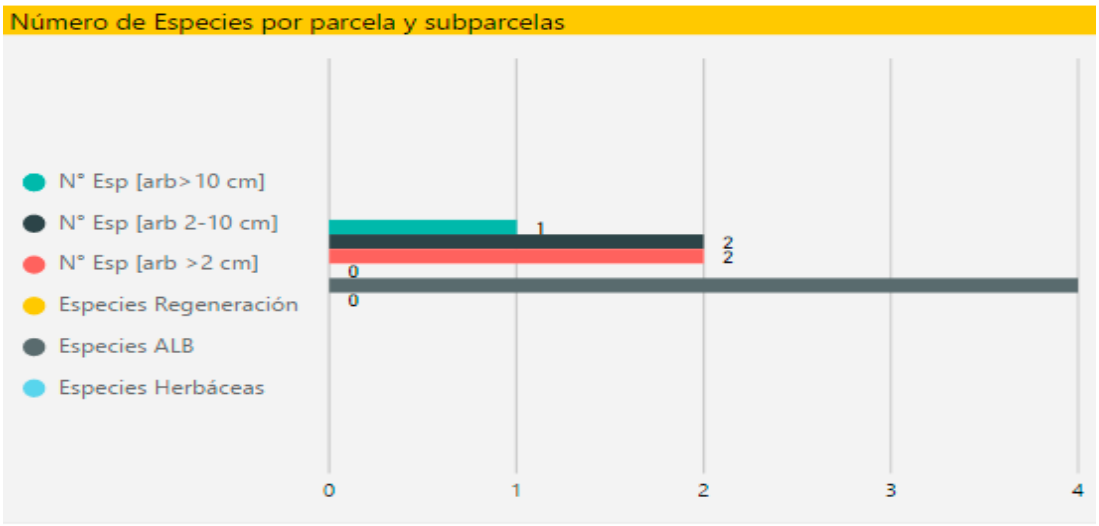


Figura 18. Número de especies por componente vegetal para la UMP III-44 de *Bosque Conífero Denso.*

D) Distribución espacial de los árboles dentro de la parcela

En la Figura 19 se muestra la distribución horizontal de los árboles ≥ 10 cm de DAP en el límite de la parcela principal. Esta ubicación se obtiene con las coordenadas (x,y) que se levanta en campo para cada uno de los árboles al momento del inventario permitiendo con esto saber cuál es la distribución de los individuos y especies en el área inventariada.

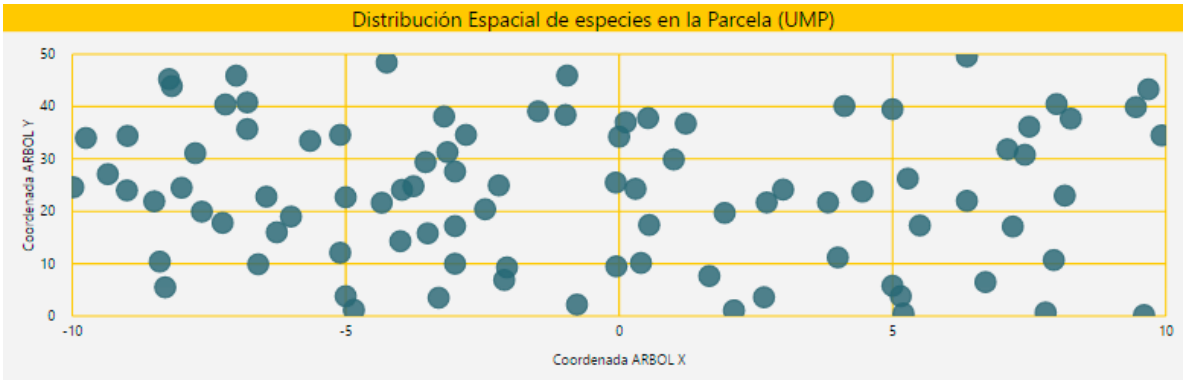


Figura 19. Distribución de los árboles ≥ 10 cm de DAP para la UMP III-44 de *Bosque Conífero Denso.*

E) Árboles según clase de DAP y especie componente ≥ 10 cm y entre 2 cm y 9.9 cm de DAP

Se muestra en la Figura 20 el número y la forma como se distribuyen las especies por cada clase diamétrica para los dos componentes arbóreos principales (UMP y BAM), para la UMP III-44 de *Bosque Conífero Denso.*

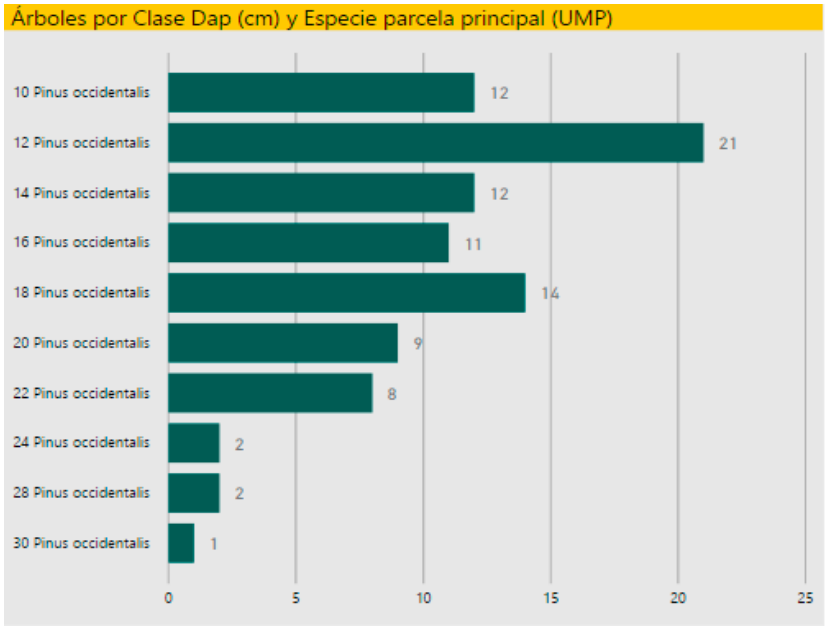


Figura 20. Especies según clase de DAP para individuos ≥ 10 cm para la UMP III-44 de *Bosque Conífero Denso.*

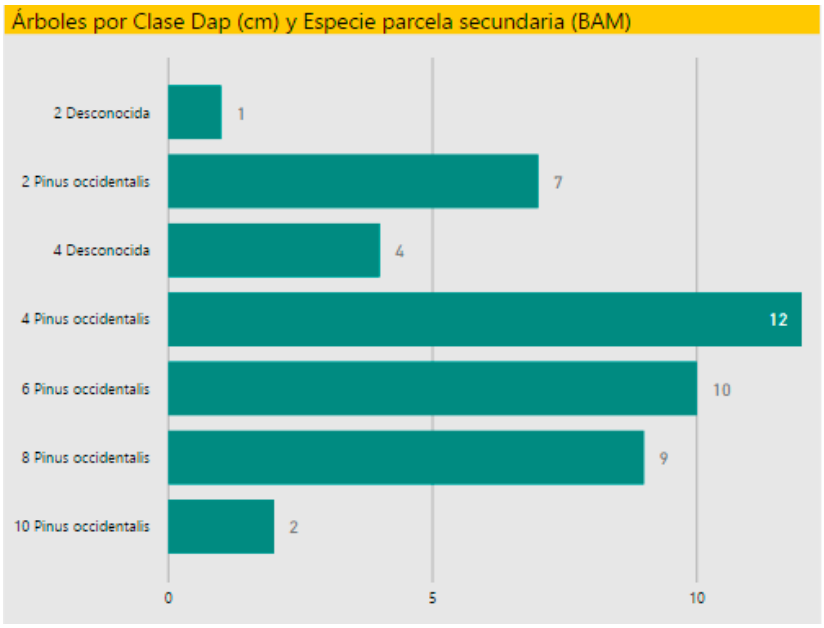


Figura 21. Especies según clase de DAP para individuos entre 2 cm y 9.9 cm para la UMP III-44 de *Bosque Conífero Denso.*

3.2 DETALLE INFORMACIÓN UMP VI-20 *BOSQUE CONÍFERO DISPERSO*

A) Distribución diamétrica de las especies ≥ 10 cm y entre 2 cm y 9.9 cm de DAP

A través de la medición del DAP a las especies insertas en las parcelas se puede obtener la distribución diamétrica para los distintos componentes arbóreos. En la Figura 22 se muestra las distribuciones de los árboles obtenida para la parcela principal (UMP: especies ≥ 10 cm de DAP) y para la parcela secundaria (BAM: especies entre 2 cm y 9.9 cm de DAP).

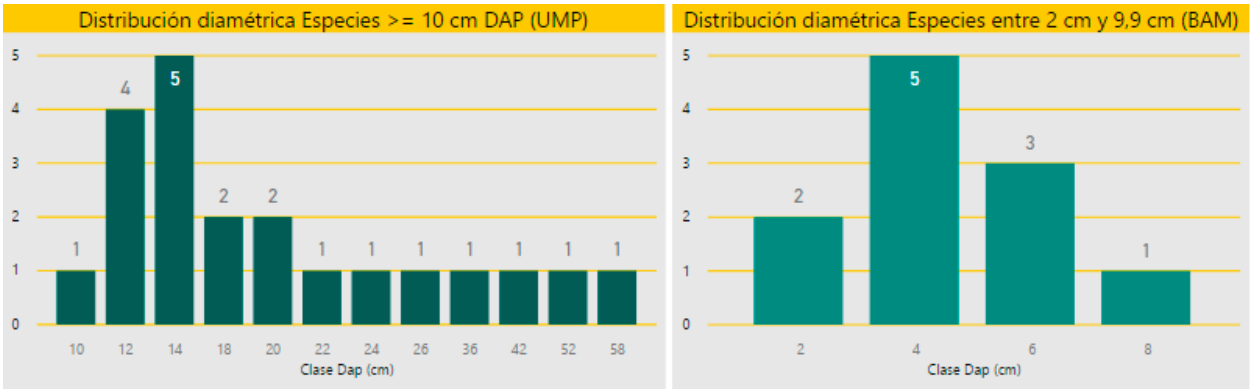


Figura 22. Distribución de árboles para la UMP VI-20 de *Bosque Conífero Disperso.*

B) Relación DAP - HT (m) para las especies ≥ 10 cm DAP

En la Figura 23 se muestra la relación existente entre los DAP en centímetros de cada árbol y su respectiva altura total en metros obtenida de la UMP VI-20 de ***Bosque Conífero Disperso.***

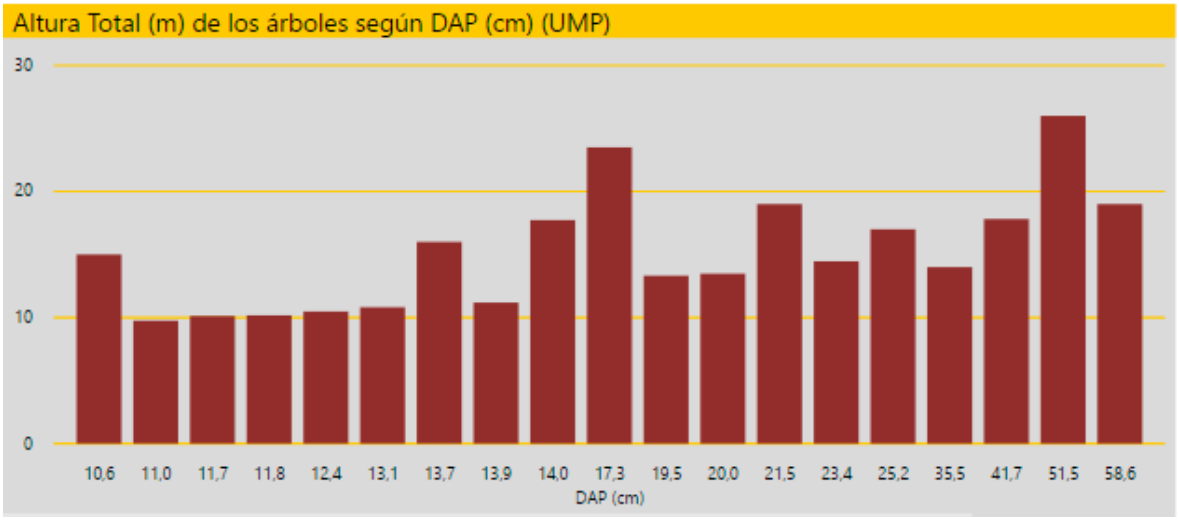


Figura 23. Relación DAP (cm)-Altura (m) de los árboles de la UMP VI-20 de *Bosque Conífero Disperso* en la parcela principal.

C) Otros componentes vegetales y número de especies

Además de los componentes arbóreos principales donde se encuentran las especies ≥ 2 cm de DAP, también se midió regeneración natural (especies< 2 cm de DAP), vegetación herbácea y arbustos, lianas y bambú (ALB). En el Cuadro 31 se presentan valores de densidad en individuos por hectárea y número de especies individuales que participan de estos componentes.

Cuadro 31. Valores de densidad y número de especies para componentes de regeneración, vegetación herbácea y arbustos, lianas y bambú en la UMP VI-20 de *Bosque Conífero Disperso.*

Parcela/ RO	Densidad Regeneración (ind/ha)	Densidad ALB (ind/ha)	Densidad Herbáceas (ind/ha)	Especies Regeneración	Especies ALB	Especies Herbáceas
VI-20-1	11.671	23.795	40.000	4	7	1

En la Figura 24 se grafica la densidad para los componentes regeneración (11,671 individuos/ha), arbustos, lianas y bambú (23,795 individuos/ha) y vegetación herbácea (40,000 individuos/ha).

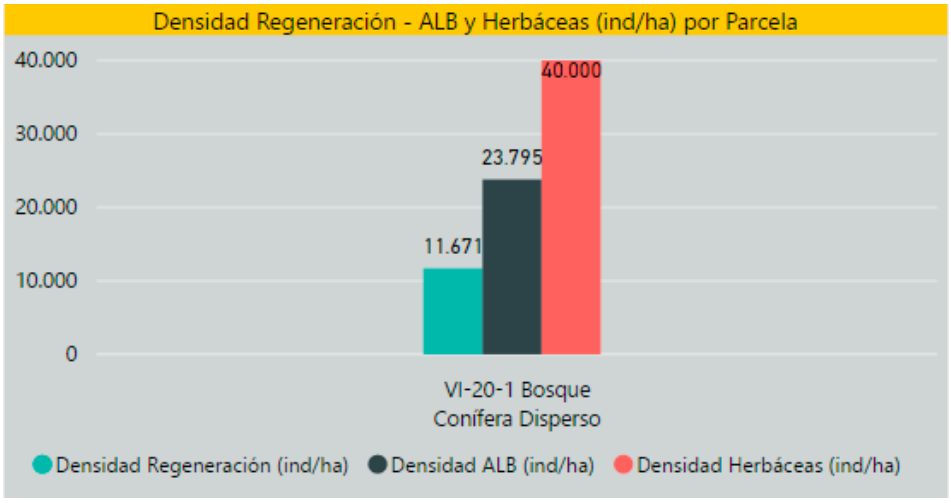


Figura 24. Densidad de regeneración, vegetación herbácea y arbustos, lianas y bambú en la UMP VI-20 de *Bosque Conífero Disperso.*

En la Figura 25 se grafica el número de especies individuales distintas, identificadas para la totalidad de los componentes vegetales. El componente arbustos, lianas y bambú es el que presenta la mayor diversidad de especies (7).

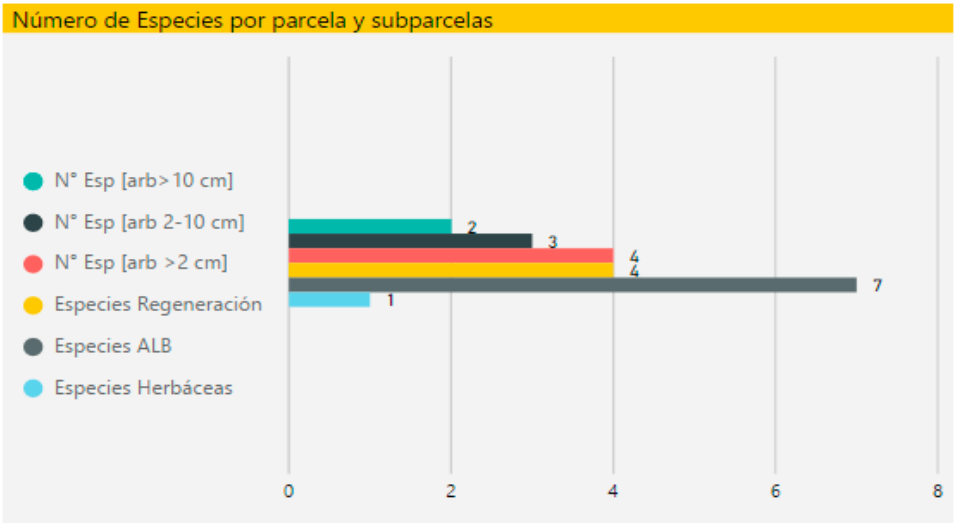


Figura 25. Número de especies por componente vegetal para la UMP VI-20 de *Bosque Conífero Disperso.*

D) Distribución espacial de los árboles dentro de la parcela

En la Figura 26 se muestra la distribución horizontal de los árboles ≥ 10 cm de DAP en el límite de la parcela principal. Esta ubicación se obtiene con las coordenadas (x, y) que se levanta en campo para cada uno de los árboles al momento del inventario, permitiendo con esto saber cuál es la distribución de los individuos y las especies en el área inventariada.

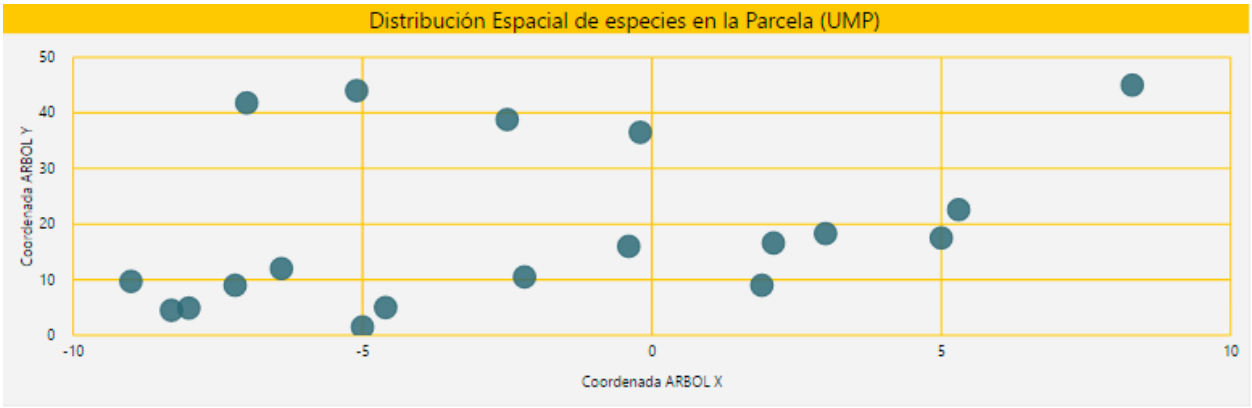


Figura 26. Distribución espacial de los árboles ≥ 10 cm de DAP para la UMP VI-20 de *Bosque Conífero Disperso.*

E) Árboles según clase de DAP y especie componente ≥ 10 cm y entre 2 cm y 9.9 cm de DAP

Se muestra en la Figura 27 y Figura 28 el número y la forma en que se distribuyen las especies por cada clase diamétrica para los dos componentes arbóreos principales (UMP y BAM), para la UMP VI-20 de *Bosque Conífero Disperso.*

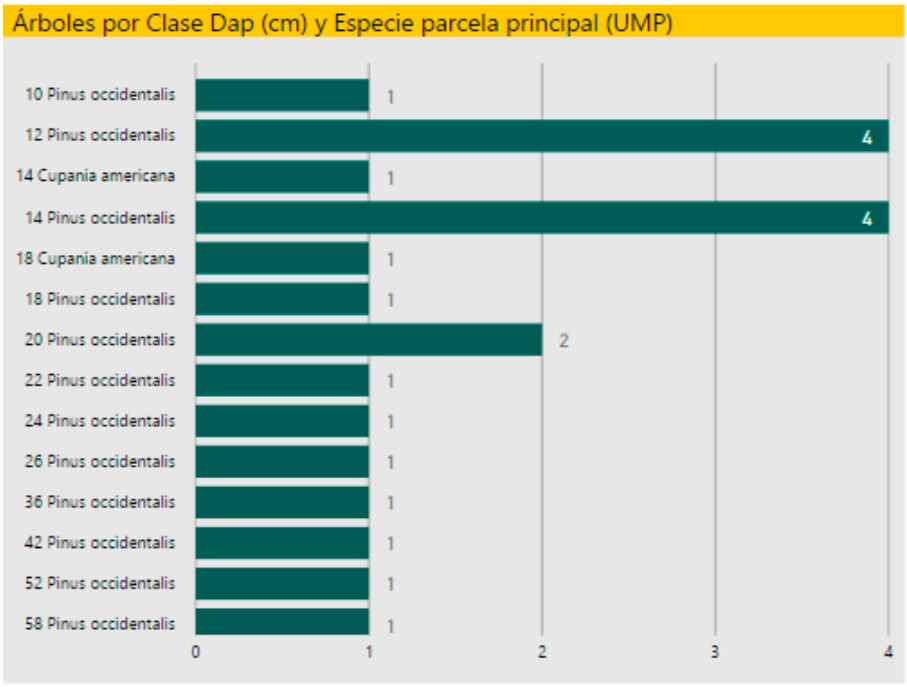


Figura 27. Especies según clase de DAP para individuos ≥ 10 cm en la UMP VI-20 de *Bosque Conífero Disperso.*

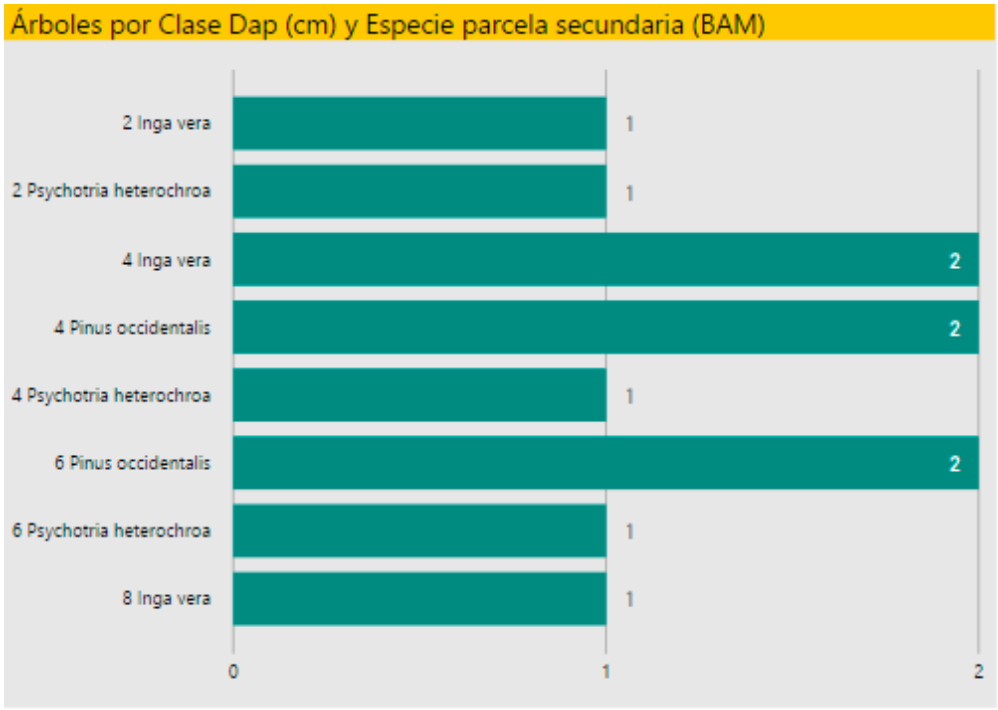


Figura 28. Especies según clase de DAP para individuos entre 2 cm y 9.9 cm para UMP VI-20 de *Bosque Conífero Disperso.*

3.3 DETALLE INFORMACIÓN UMP II-18 *BOSQUE DE MANGLE*

A) Distribución diamétrica de las especies ≥ 10 cm y entre 2 cm y 9.9 cm de DAP

A través de la medición del DAP a las especies insertas en las parcelas se puede obtener la distribución diamétrica para los distintos componentes arbóreos. En la Figura 29 se muestran las distribuciones de los árboles obtenidas para la parcela principal (UMP: especies ≥ 10 cm de DAP) y para la parcela secundaria (BAM: especies entre 2 cm y 9.9 cm de DAP).

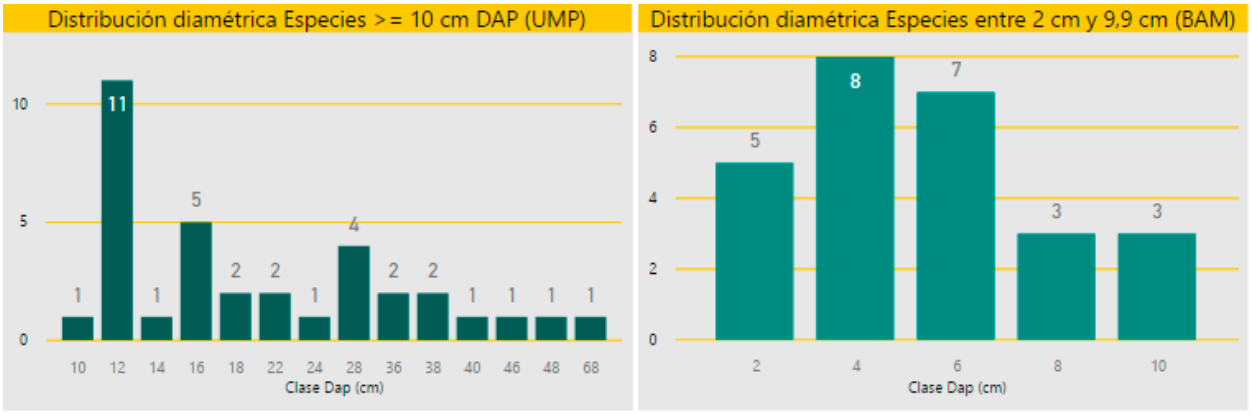


Figura 29. Distribución diamétrica de árboles para parcela principal y secundaria II-18 de Bosque de Mangle.

B) Relación DAP - HT (m) para las especies ≥ 10 cm DAP

En la Figura 30 se muestra la relación existente entre los DAP en centímetros de cada árbol y su respectiva altura total en metros obtenida de la UMP II-18 de *Bosque de Mangle.*

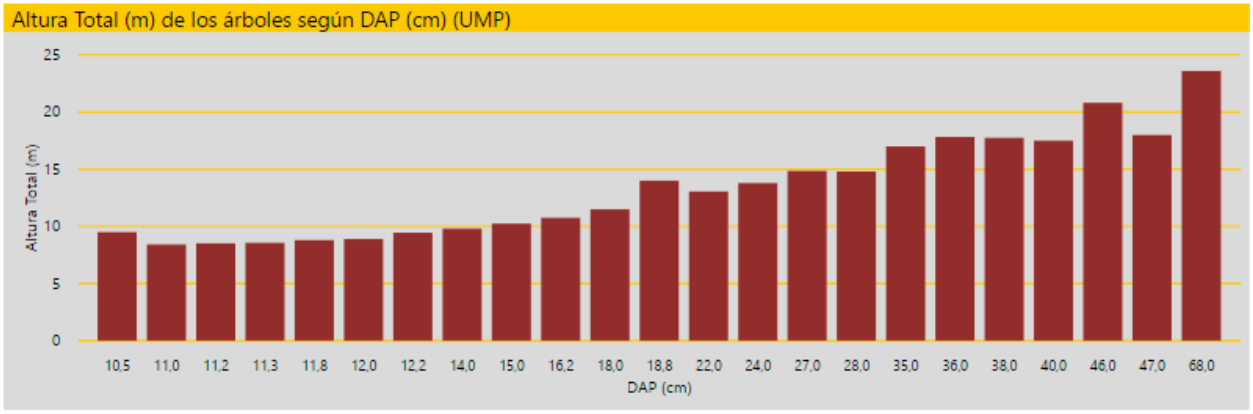


Figura 30. Relación DAP (cm) -- Altura (m) de los árboles de la UMP II-18 de *Bosque de Mangle* en la Unidad de Muestreo Principal.

C) Otros componentes vegetales y número de especies

Además de los componentes arbóreos principales donde se encuentran las especies ≥ 2 cm de DAP, también se midió regeneración natural (especies < 2 cm de DAP) y vegetación herbácea, en este inventario no se consideró la medición de arbustos, lianas y bambú (ALB). En el Cuadro 32 se presentan valores de densidad en individuos por hectárea y número de especies individuales que participan de estos componentes.

Cuadro 32. Valores de densidad y número de especies para componentes de regeneración y vegetación herbácea en la UMP II-18 de *Bosque de Mangle.*

Parcela/ RO	Densidad Regeneración (ind/ha)	Densidad ALB (ind/ha)	Densidad Herbáceas (ind/ha)	Especies Regeneración	Especies ALB	Especies Herbáceas
II-18-1	42.441	2.400	0	1	3	0

En la Figura 31 se grafica la densidad para los componentes regeneración (42,441 individuos/ha) y vegetación correspondiente a arbustos, lianas y bambú (2,400 individuos/ha).

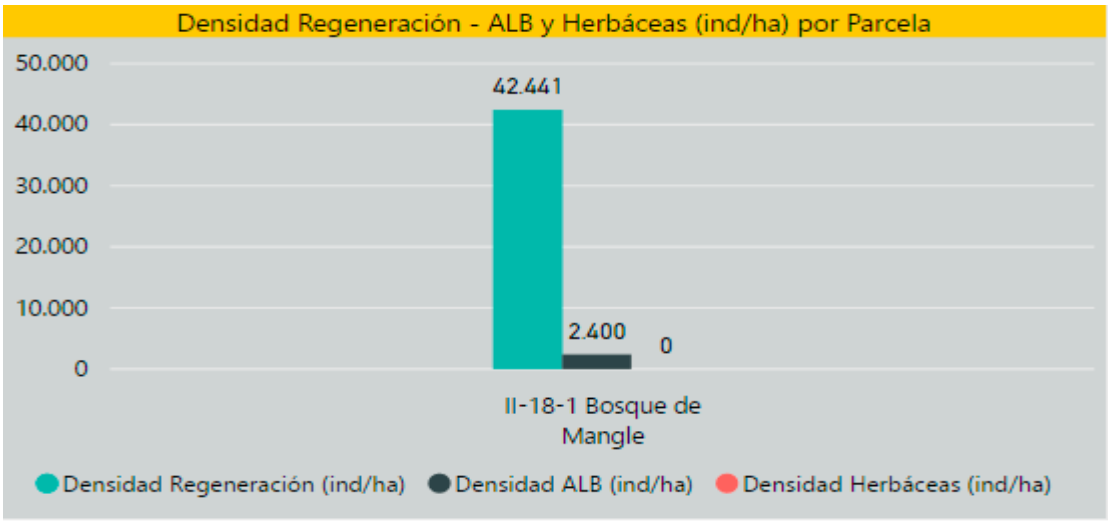


Figura 31. Densidad de regeneración y atributos, lianas y bambú para la UMP II-18 de *Bosque de Mangle.*

En la Figura 32 se grafica el número de especies individuales distintas, identificadas para la totalidad de los componentes vegetales, siendo el componente de especies ALB el que posee el mayor número de especies (3).

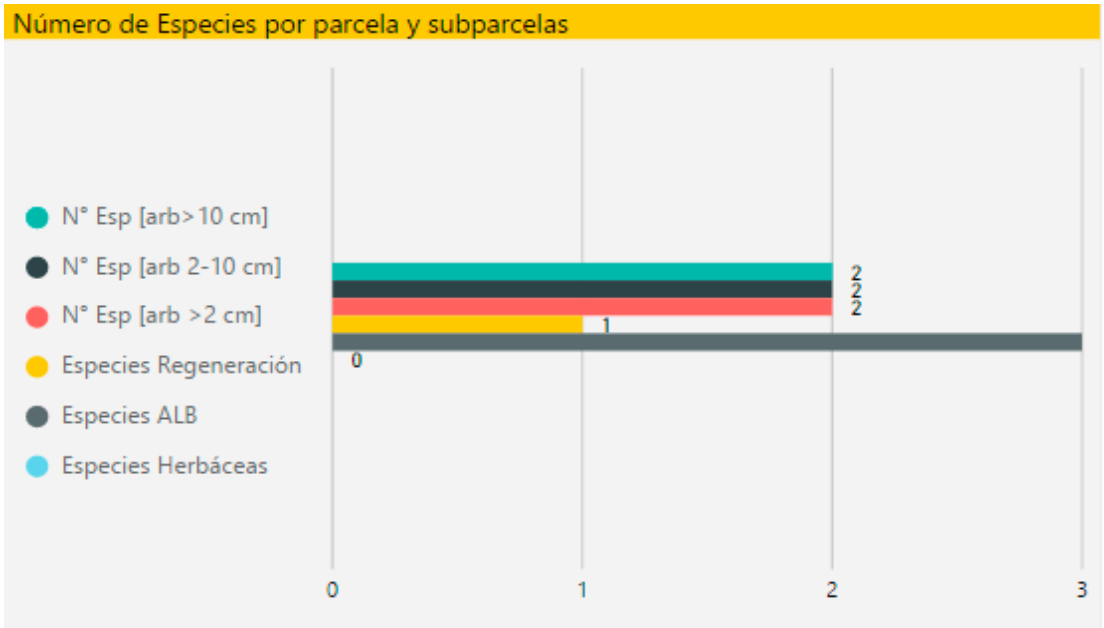


Figura 32. Número de especies por componente vegetal para la UMP II-18 de *Bosque de Mangle.*

D) Distribución espacial de los árboles dentro de la parcela

En la Figura 33 se muestra la distribución horizontal de los árboles ≥ 10 cm de DAP en el límite de la parcela principal. Esta ubicación se obtiene con las coordenadas (x, y) que se levanta en campo para cada uno de los árboles al momento del inventario, permitiendo con esto saber cuál es la distribución de las especies específicas en el área inventariada.

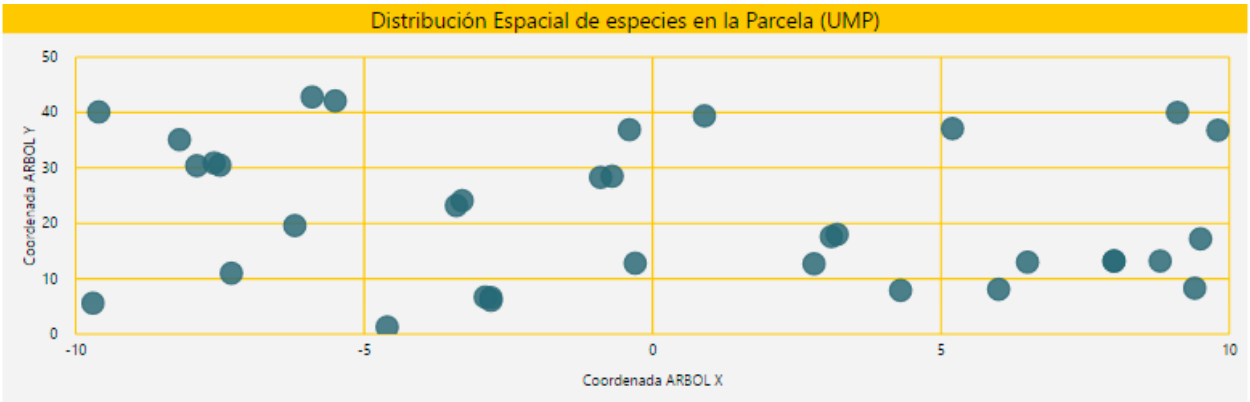


Figura 33. Distribución espacial de los árboles ≥10 cm de DAP para UMP II-18 de *Bosque de Mangle.*

E) Árboles según clase de DAP y especie componente ≥ 10 cm y entre 2 cm y 9.9 cm de DAP

Se muestra en la Figura 34 y Figura 35 el número y la forma como se distribuyen las especies por cada clase diamétrica para los dos componentes arbóreos principales (UMP y BAM), para la UMP II-18-1 de ***Bosque de Mangle.***

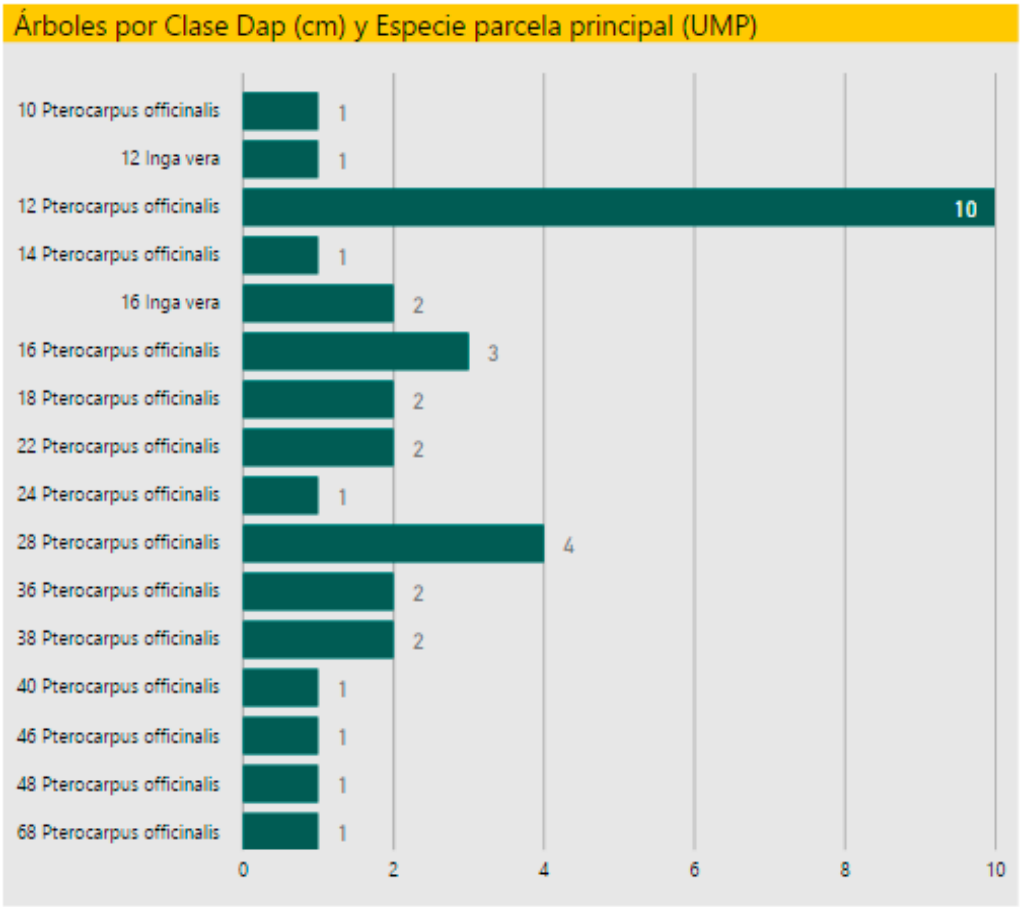


Figura 34. Especies según clase de DAP para individuos ≥ 10 cm para UMP II-18 de *Bosque de Mangle.*



Figura 35. Especies según clase de DAP para individuos entre 2 cm y 9.99 cm en la UMP II-18 de Bosque de Mangle.

3.4 DETALLE INFORMACIÓN UMP IV-100 *BOSQUE LATIFOLIADO HÚMEDO*

A) Distribución diamétrica de las especies ≥ 10 cm y entre 2 cm y 9.9 cm de DAP

A través de la medición del DAP a las especies insertas en las parcelas, se puede obtener la distribución diamétrica para los distintos componentes arbóreos. En la Figura 36 se muestran las distribuciones de los árboles obtenidas para la parcela principal (UMP: especies ≥ 10 cm de DAP) y para la parcela secundaria (BAM: especies entre 2 cm y 9.9 cm de DAP).

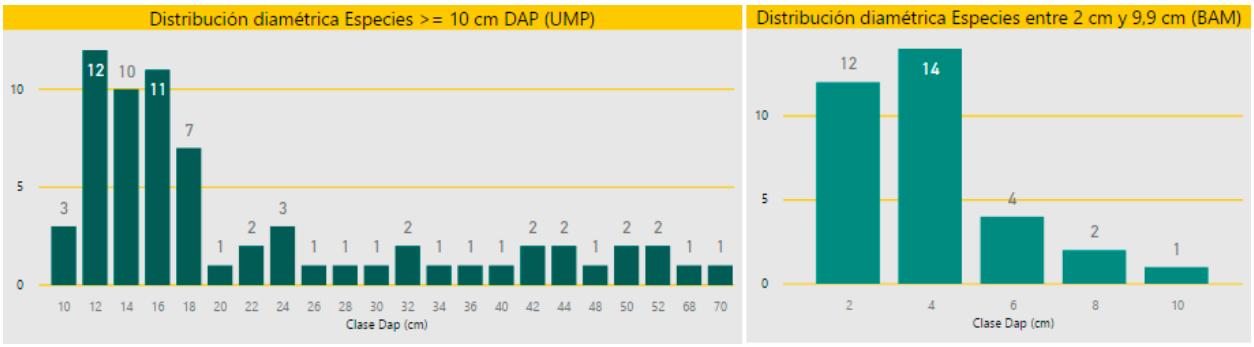


Figura 36. Distribución diamétrica de árboles para parcela principal y secundaria de la UMP IV-100 de *Bosque Latifoliado Húmedo.*

B) Relación DAP - HT (m) para las especies ≥ 10 cm DAP

En la Figura 37 se muestra la relación existente entre los DAP en centímetros de cada árbol y su respectiva altura total en metros obtenida de la UMP IV-100 de *Bosque Latifoliado Húmedo.*

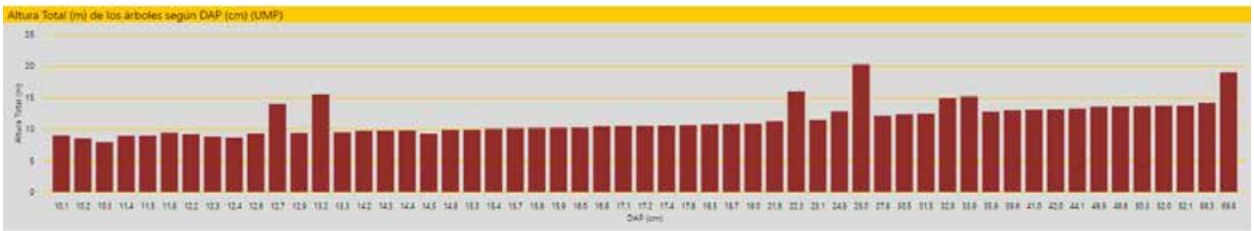


Figura 37. Relación DAP (cm)-Altura (m) de los árboles de la UMP IV-100 de *Bosque Latifoliado Húmedo* por parcela.

C) Otros componentes vegetales y número de especies

En el Cuadro 33 se presentan valores de densidad en individuos por hectárea y número de especies individuales que participan de los componentes regeneración natural (especies < 2 cm de DAP), vegetación herbácea y arbustos, lianas y bambú (ALB).

Cuadro 33. Valores de densidad y número de especies para componentes de regeneración y vegetación herbácea en la UMP IV-100 del *Bosque Latifoliado Húmedo.*

Parcela/ RO	Densidad Regeneración (ind/ha)	Densidad ALB (ind/ha)	Densidad Herbáceas (ind/ha)	Especies Regeneración	Especies ALB	Especies Herbáceas
IV-100-2	221.755	2.000	0	5	1	0

En la Figura 38 se grafica el número de especies individuales distintas, identificadas para la totalidad de los componentes vegetales. Los componentes de especies arbóreas ≥ 10 cm y entre 2 cm y 9.9 cm de DAP poseen el mayor número de especies (11 y 7, respectivamente); como algunas de estas especies se repiten en ambos componentes es que resulta que el número de especies para los árboles mayores a 2 cm de DAP alcanza a 13.

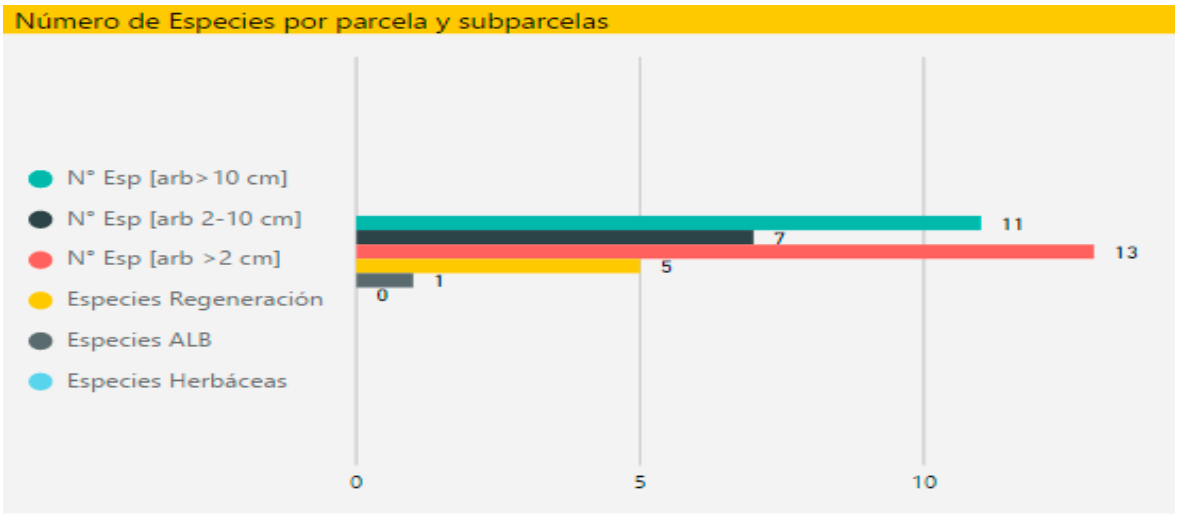


Figura 38. Número de especies por componente vegetal en la UMP IV-100 de *Bosque Latifoliado Húmedo.*

D) Distribución espacial de los árboles dentro de la parcela

En la Figura 39 se muestra la distribución horizontal de los árboles ≥ 10 cm de DAP en el límite de la parcela principal. Esta ubicación se obtiene con las coordenadas (x,y) que se levanta en campo para cada uno de los árboles al momento del inventario, permitiendo con esto saber cuál es la distribución de las especies específicas en el área inventariada.

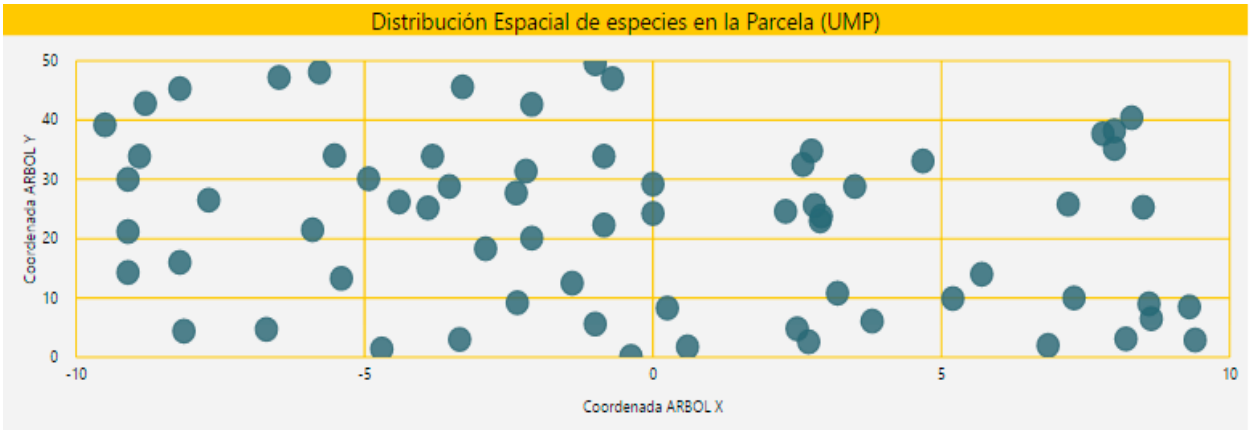


Figura 39. Distribución espacial de los árboles ≥ 10 cm DAP en la UMP IV-100 de *Bosque Latifoliado Húmedo.*

D) Árboles según clase de DAP y especie componente ≥ 10 cm y entre 2 cm y 9.9 cm de DAP

Se muestra en la Figura 40 y Figura 41 el número y la forma como se distribuyen las especies por cada clase diamétrica para los dos componentes arbóreos principales (UMP y BAM), para la UMP IV-100 de *Bosque Latifoliado Húmedo.*

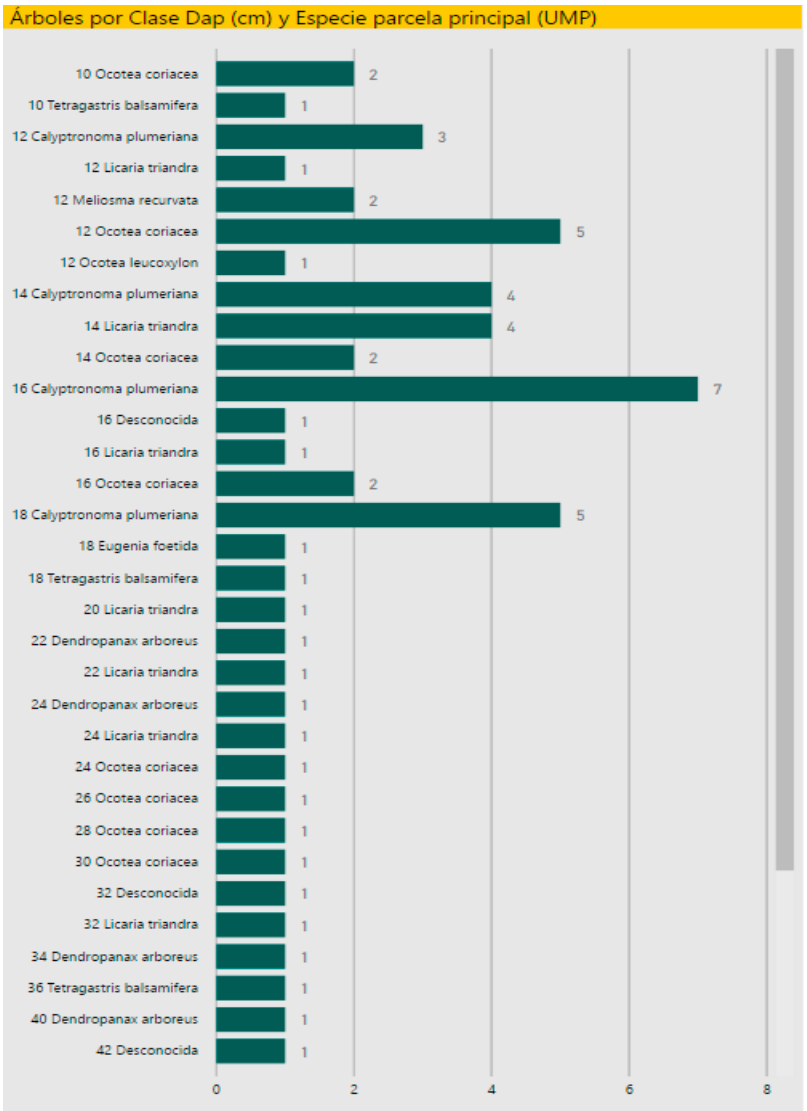


Figura 40. Especies según clase de DAP para individuos > 10 cm en la UMP IV-100 de *Bosque Latifoliado Húmedo.*

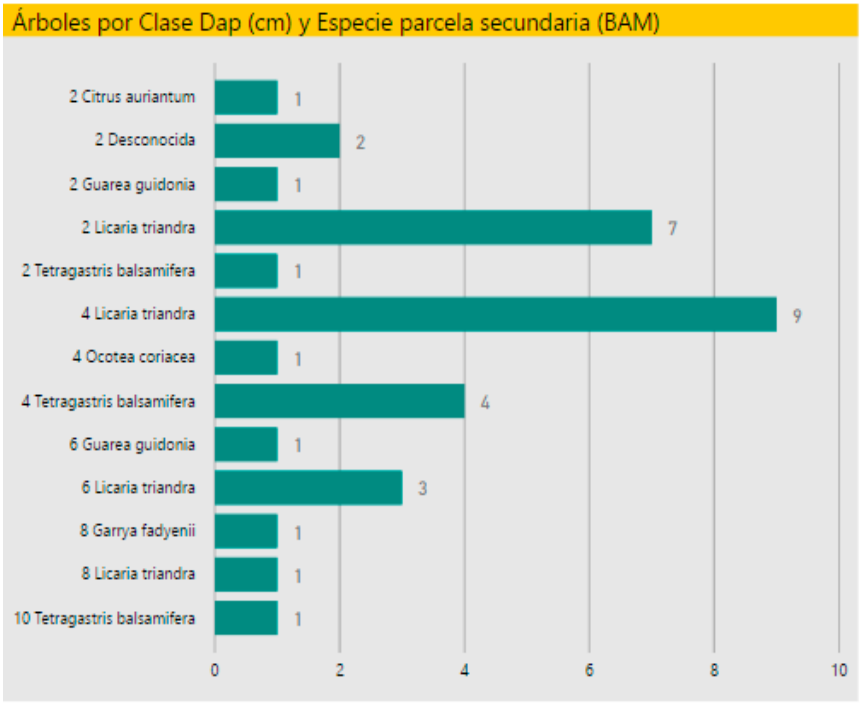


Figura 41. Especies según clase de DAP para individuos entre 2 cm y 9.9 cm en la UMP IV-100-2 de *Bosque Latifoliado Húmedo.*

3.5 DETALLE INFORMACIÓN UMP I-95 *BOSQUE LATIFOLIADO NUBLADO*

A) Distribución diamétrica de las especies ≥ 10 cm de DAP

A través de la medición del DAP a las especies insertas en las parcelas, se puede obtener la distribución diamétrica para los distintos componentes arbóreos. En la Figura 42 se muestran las distribuciones de los árboles obtenidas para la parcela principal (UMP: especies ≥ 10 cm de DAP). Para la parcela secundaria (BAM: especies entre 2 cm y 9.9 cm de DAP) no se realizaron mediciones en este estrato.

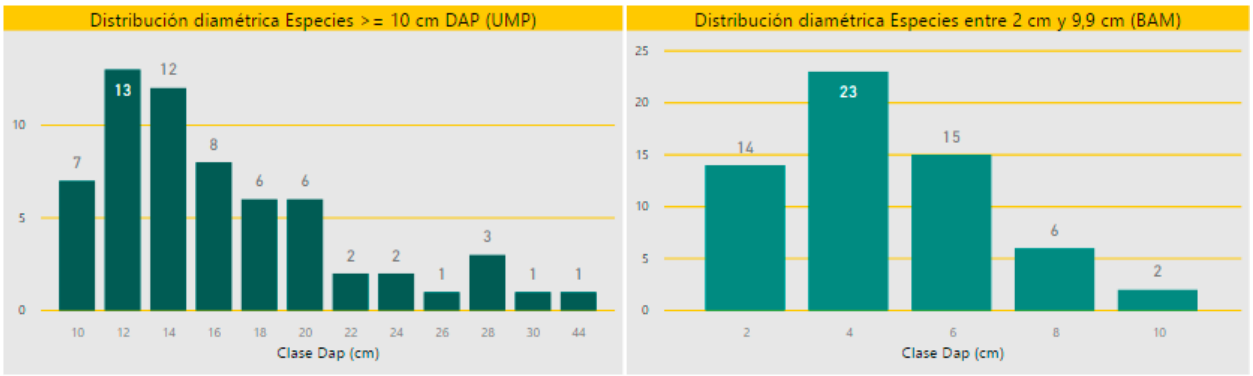


Figura 42. Distribución diamétrica de árboles para la parcela principal y secundaria de la UMP I-95 de *Bosque Latifoliado Nublado.*

B) Relación DAP - HT (m) para las especies ≥ 10 cm DAP

En la Figura 43 se muestra la relación existente entre los DAP en centímetros de cada árbol y su respectiva altura total en metros, obtenida de la UMP I-95 de *Bosque Latifoliado Nublado.*

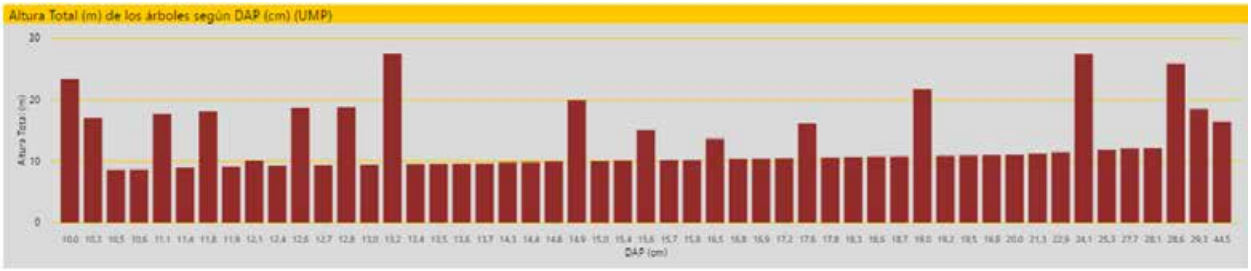


Figura 43. Relación DAP (cm)-Altura (m) de los árboles de la UMP I-95 de *Bosque Latifoliado Nublado* en la parcela principal.

C) Otros componentes vegetales y número de especies

En el Cuadro 34 se presentan los valores de densidad en individuos por hectárea y número de especies individuales que participan de los componentes regeneración natural (especies < 2 cm de DAP), arbustos, lianas y bambú (ALB) y vegetación herbácea (UVH).

Cuadro 34. Valores de densidad y número de especies para componentes de regeneración y vegetación herbácea y arbustos, lianas y bambú en la UMP I-95 de *Bosque Latifoliado Nublado.*

Parcela/ RO	Densidad Regeneración (ind/ha)	Densidad ALB (ind/ha)	Densidad Herbáceas (ind/ha)	Especies Regeneración	Especies ALB	Especies Herbáceas
I-95-2	27.587	17.564	90.000	8	6	2

La densidad de estos componentes se presenta gráficamente en la Figura 44

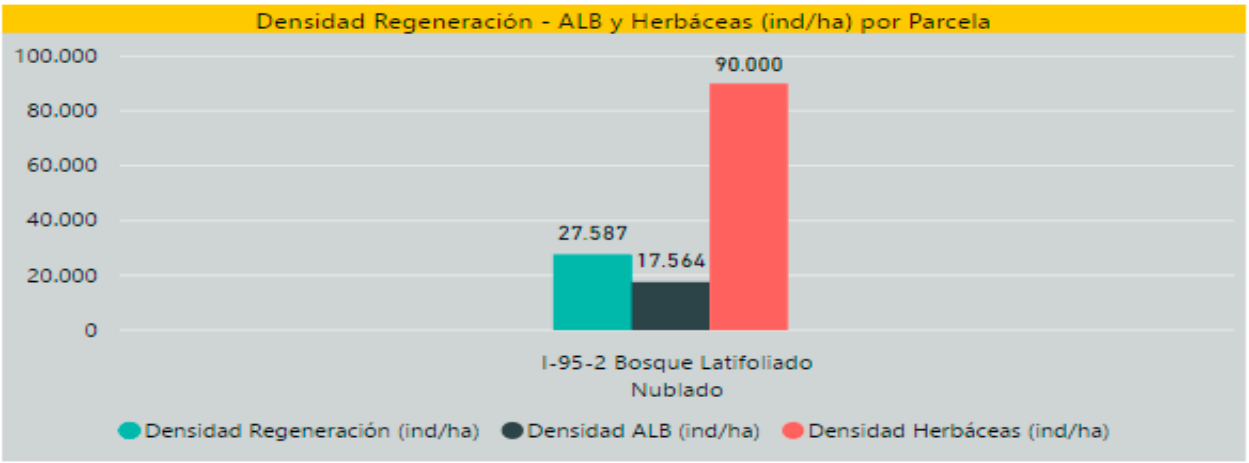


Figura 44. Densidad de regeneración y arbustos, lianas y bambú para la UMP I-95 de *Bosque Latifoliado Nublado.*

En la Figura 45 se grafica el número de especies individuales distintas identificadas para la totalidad de los componentes vegetales. Los componentes de especies arbóreas ≥ 10 cm de DAP y especies arbóreas con DAP de 2 a 9.9 cm poseen ambos el número más alto de especies (9 y 11), reflejando una alta diversidad de especies arbóreas para esta parcela de este estrato; como algunas de estas especies se repiten en ambos componentes es que resulta que el número de especies para los árboles mayores a 2 cm de DAP alcanza a 15.

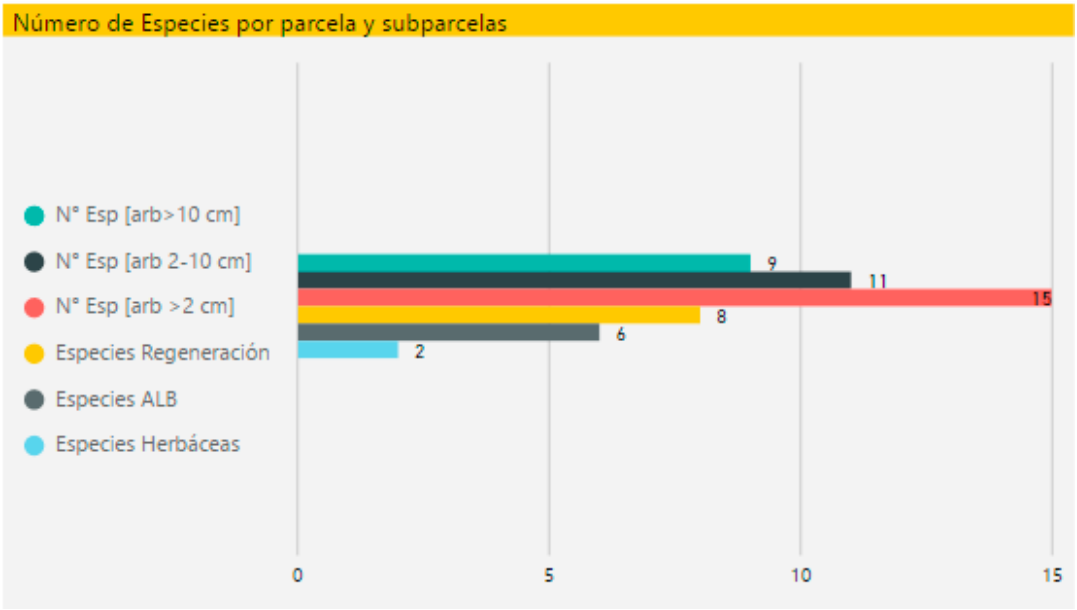


Figura 45. Número de especies por componente vegetal para la UMP I-95 de *Bosque Latifoliado Nublado.*

D) Distribución espacial de los árboles dentro de la parcela

En la Figura 46 se muestra la distribución horizontal de los árboles ≥ 10 cm de DAP en el límite de la parcela principal. Esta ubicación se obtiene con las coordenadas (x,y) que se levanta en campo para cada uno de los árboles al momento del inventario, permitiendo con esto saber cuál es la distribución de las especies específicas en el área inventariada.

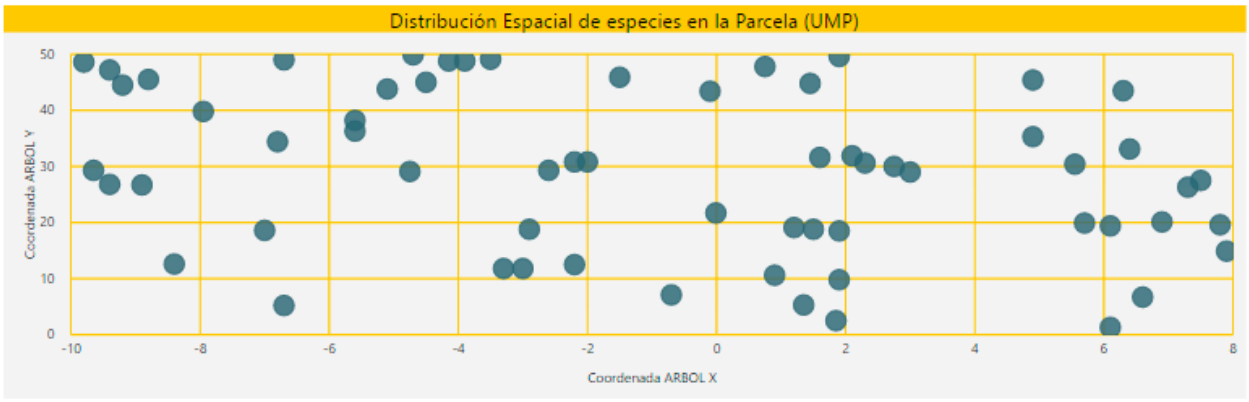


Figura 46. Distribución principal de los árboles ≥ 10 cm de DAP para la UMP I-95 de *Bosque Latifoliado Nublado.*

E) Árboles según clase de DAP y especie componente ≥ 10 cm de DAP

Se muestra en la Figura 47 el número y la forma como se distribuyen las especies por cada clase diamétrica para el componente arbóreo principal (UMP), para la UMP I-95 de Bosque Latifoliado Nublado. La misma información se presenta en la Figura 48 para la BAM.

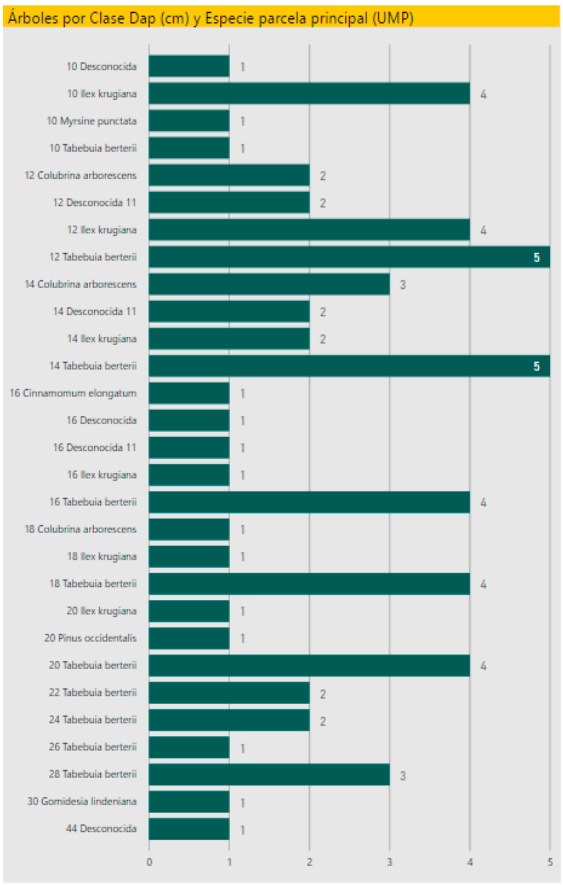


Figura 47. Especies según clase de DAP para individuos ≥ 10 cm para la UMP I-95 de *Bosque Latifoliado Nublado.*

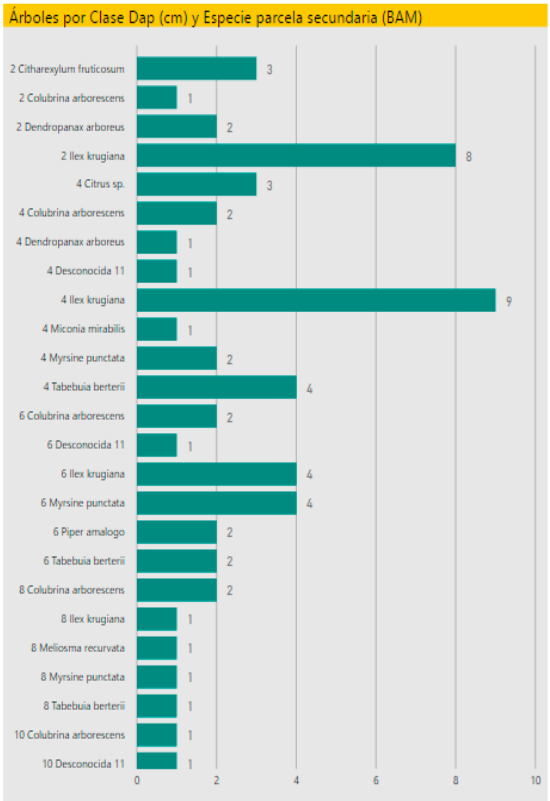


Figura 48. Especies según clase de DAP para individuos entre 2 cm y 9.9 cm para la UMP I-95 de *Bosque Latifoliado Nublado.*

3.6 DETALLE INFORMACIÓN UMP V-40 BOSQUE LATIFOLIADO SEMIHÚMEDO

A) Distribución diamétrica de las especies ≥ 10 cm y entre 2 cm y 9.9 cm de DAP

A través de la medición del DAP a las especies insertas en las parcelas, se puede obtener la distribución diamétrica para los distintos componentes arbóreos. En la Figura 49 se muestran las distribuciones de los árboles obtenidas para la parcela principal (UMP: especies ≥ 10 cm de DAP) y para la parcela secundaria (BAM: especies entre 2 cm y 9.9 cm de DAP).

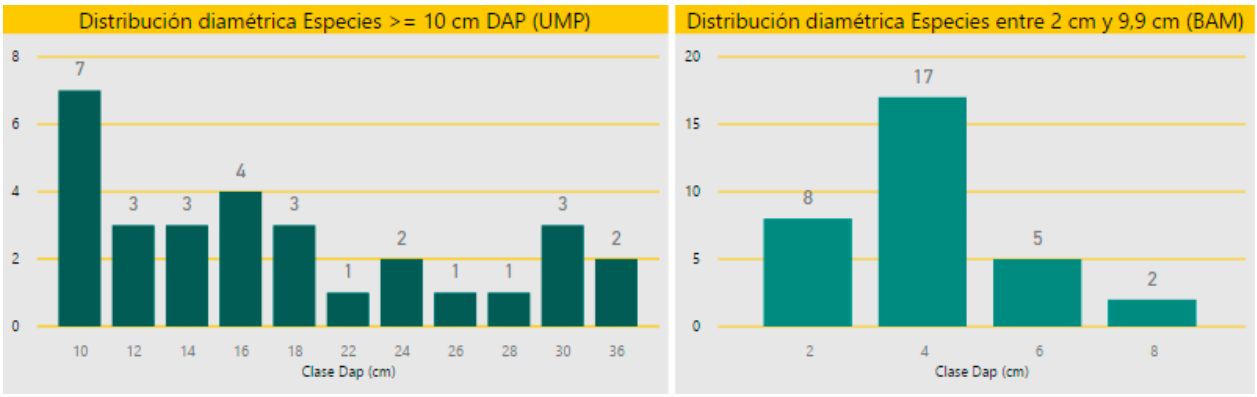


Figura 49. Distribución diamétrica de árboles para la parcela principal y secundaria de la UMP V-40 del *Bosque Latifoliado Semihúmedo.*

B) Relación DAP - HT (m) para las especies ≥ 10 cm DAP

En la Figura 50 se muestra la relación existente entre los DAP en centímetros de cada árbol y su respectiva altura total en metros, obtenida de la UMP V-40 de Bosque Latifoliado Semihúmedo.

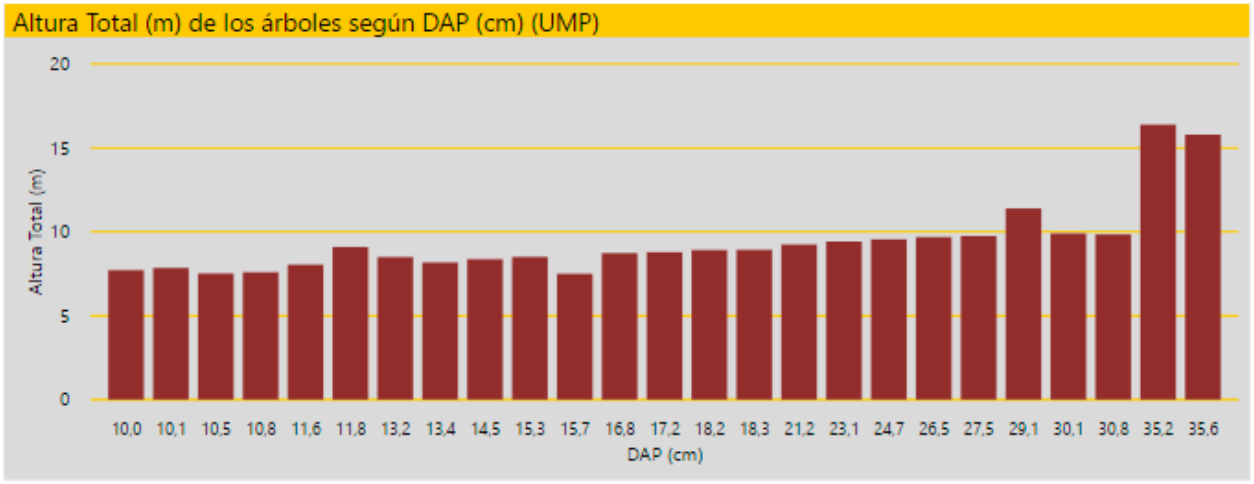


Figura 50. Relación DAP (cm)-Altura (m) de los árboles de la UMP V-40 de *Bosque Latifoliado Semihúmedo* en la parcela principal.

C) Otros componentes vegetales y número de especies

Además de los componentes arbóreos principales donde se encuentran las especies ≥ 2 cm de DAP, también se midió regeneración natural (especies < 2 cm de DAP), vegetación herbácea y arbustos, lianas y bambú (ALB). En el Cuadro 35 se presentan valores de densidad en individuos por hectárea y número de especies individuales que participan de estos componentes.

Cuadro 35. Valores de densidad y número de especies para componentes de regeneración y arbustos, l ianas y bambú en UMP V-40 de *Bosque Latifoliado Semihúmedo.*

Parcela/ RO	Densidad Regeneración (ind/ha)	Densidad ALB (ind/ha)	Densidad Herbáceas (ind/ha)	Especies Regeneración	Especies ALB	Especies Herbáceas
V-40-2	4.244	23.516	0	1	6	0

En la Figura 51 se grafica el número de especies individuales distintas, identificadas para la totalidad de los componentes vegetales. El componente de especies arbóreas entre 2 cm y 9.9 cm de DAP posee el mayor número de especies (11), seguido del componente arbustos, lianas y bambú (6 especies).

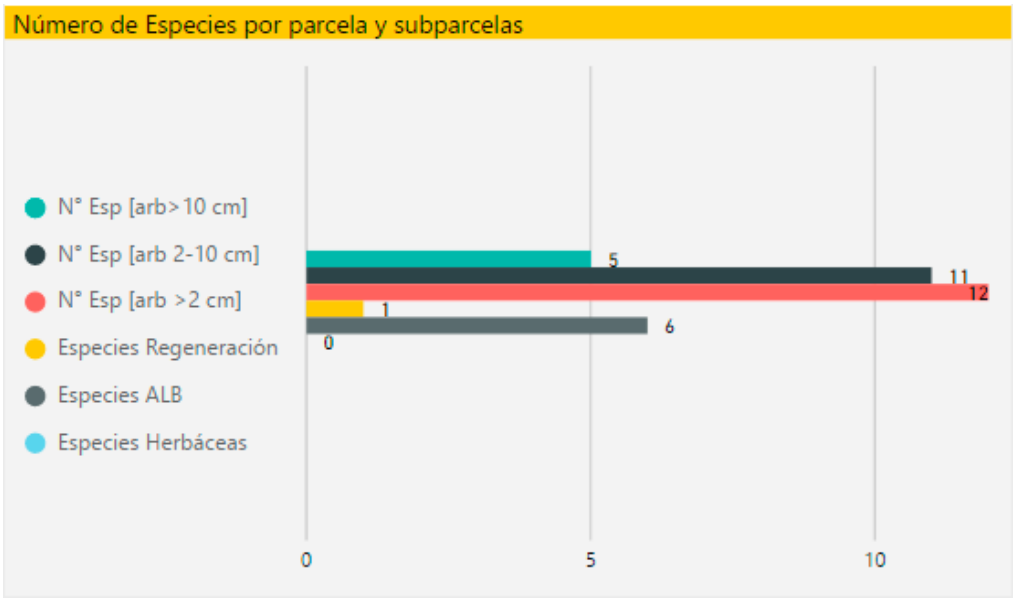


Figura 51. Número de especies por componente vegetal para la UMP V-40 de *Bosque Latifoliado Semihúmedo.*

D) Distribución espacial de los árboles dentro de la parcela

En la Figura 52 se muestra la distribución horizontal de los árboles ≥ 10 cm de DAP en el límite de la parcela principal. Esta ubicación se obtiene con las coordenadas (x,y) que se levanta en campo para cada uno de los árboles al momento del inventario, permitiendo con esto saber cuál es la distribución de las especies específicas en el área inventariada.

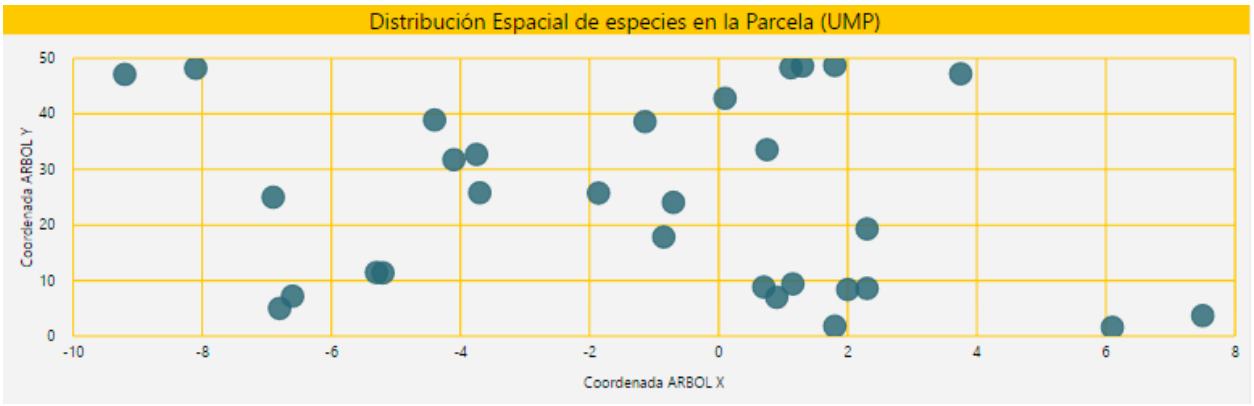


Figura 52. Distribución espacial de los árboles ≥ 10 cm de DAP para la UMP V-40 de *Bosque Latifoliado Semihúmedo.*

E) Árboles según clase de DAP y especie componente ≥ 10 cm y entre 2 cm y 9.9 cm de DAP

Se muestra en la Figura 53 y Figura 54 el número y la forma en que se distribuyen las especies por cada clase diamétrica para los dos componentes arbóreos principales (UMP y BAM), para la UMP V-40 de *Bosque Latifoliado Semihúmedo.*

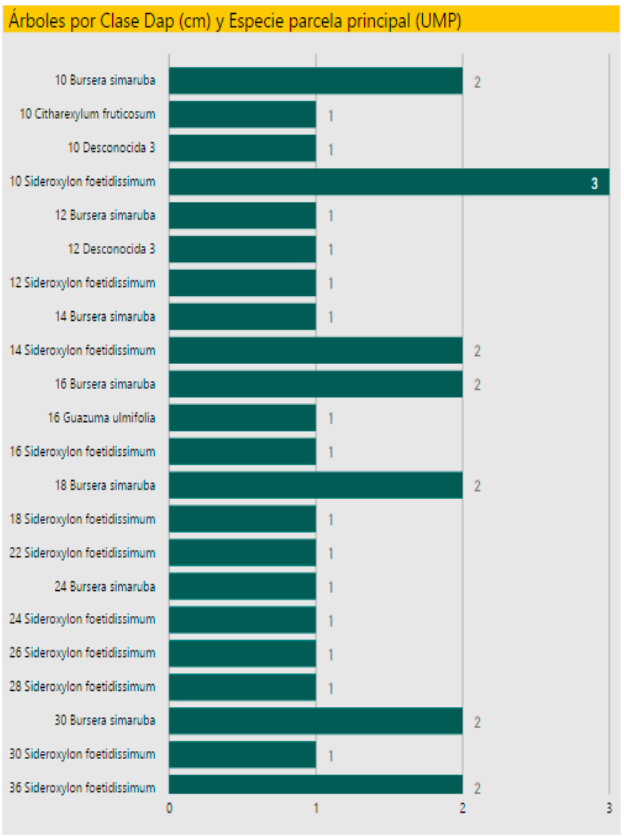


Figura 53. Especies según clase de DAP para individuos ≥ 10 de la UMP V-40 de *Bosque Latifoliado Semihúmedo.*

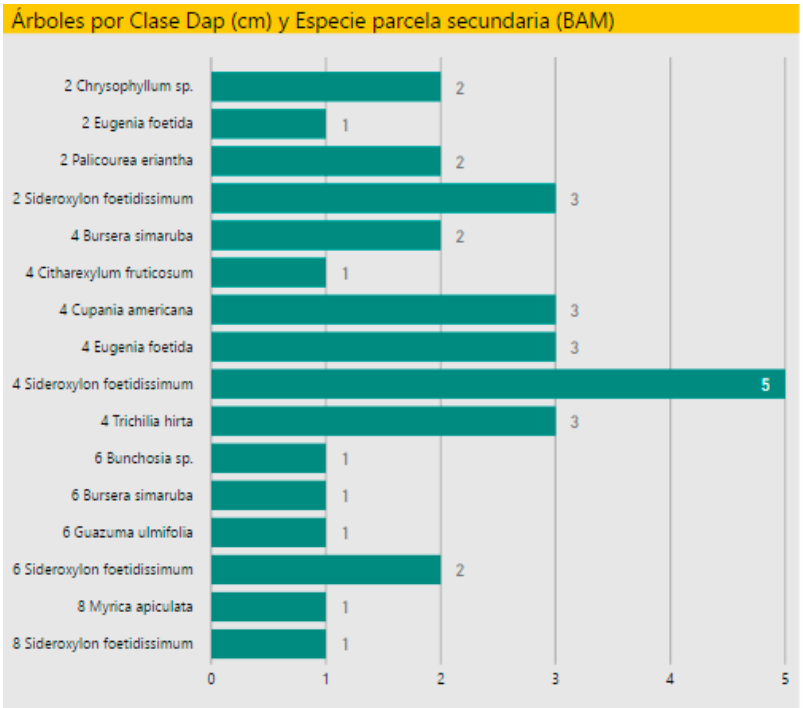


Figura 54. Especies según clase de DAP para individuos entre 2 cm y 9.9 cm de la UMP V-40 de *Bosque Latifoliado Semihúmedo.*

3.7 DETALLE INFORMACIÓN UMP I-11 *BOSQUE SECO*

A) Distribución diamétrica de las especies ≥ 10 cm y entre 2 cm y 9.9 cm de DAP

A través de la medición del DAP a las especies insertas en las parcelas, se puede obtener la distribución diamétrica para los distintos componentes arbóreos. En la Figura 55 se muestran las distribuciones de los árboles obtenidas para la parcela principal (UMP: especies ≥ 10 cm de DAP) y para la parcela secundaria (BAM: especies entre 2 cm y 9.9 cm de DAP).

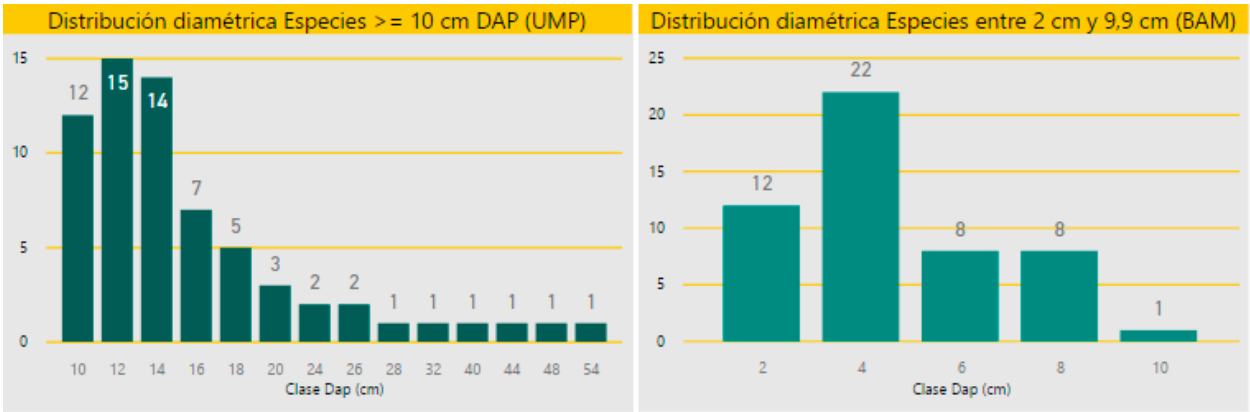


Figura 55. Distribución diamétrica de árboles para parcela principal y secundarias para I-11 de *Bosque Seco.*

B) Relación Diámetro y Altura total para las especies ≥ 10 cm de DAP

En la Figura 56 se muestra la relación existente entre los DAP en centímetros de cada árbol y su respectiva altura total en metros obtenida de la UMP I-11 de *Bosque Seco.*

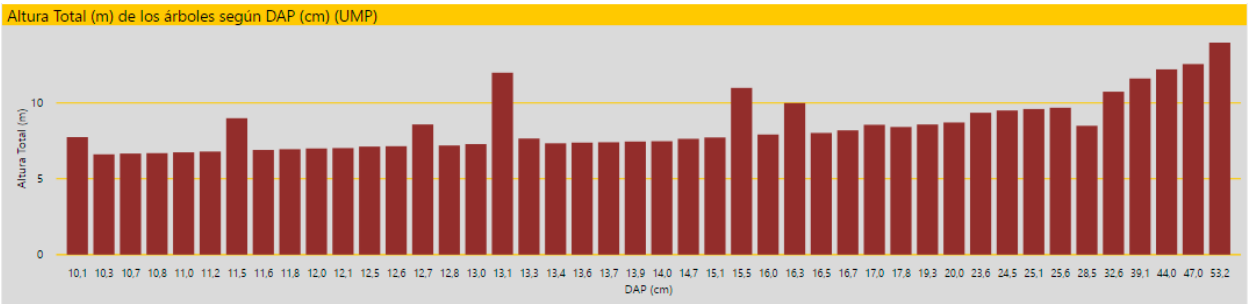


Figura 56. Relación DAP (cm) de los árboles de la UMP I-11 de *Bosque Seco* en la Unidad de Muestreo Principal (UMP).

C) Otros componentes vegetales y número de especies

Además de los componentes arbóreos principales donde se encuentran las especies ≥ 2 cm de DAP, también se midió regeneración natural (especies < 2 cm de DAP) y vegetación herbácea. En este inventario no se consideró la medición de arbustos, lianas y bambú (ALB). En el Cuadro 36 se presenta valores de densidad en individuos por hectárea y número de especies individuales que participan de estos componentes.

Cuadro 36. Valores de densidad y número de especies para componentes de regeneración y vegetación herbácea en UMP I-11 de *Bosque Seco.*

Parcela/ RO	Densidad Regeneración (ind/ha)	Densidad ALB (ind/ha)	Densidad Herbáceas (ind/ha)	Especies Regeneración	Especies ALB	Especies Herbáceas
I-11-1	74.272	14.318	0	19	5	0

En la Figura 57 se grafica la densidad para los componentes regeneración (74,272 individuos/ha) y vegetación correspondiente a arbustos, lianas y bambú (14,318 individuos/ha).

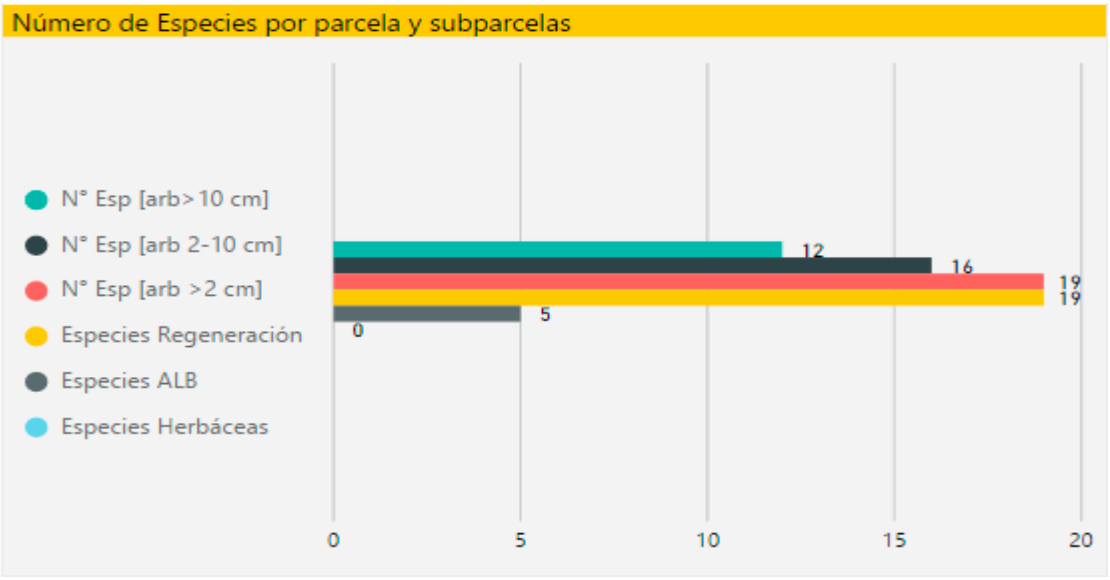


Figura 57. Densidad de regeneración y vegetación herbáceas para la UMP I-11 de *Bosque Seco.*

En la Figura 58 se grafica el número de especies individuales para la totalidad de los componentes vegetales, siendo el componente de regeneración el que posee el mayor número de especies (19).

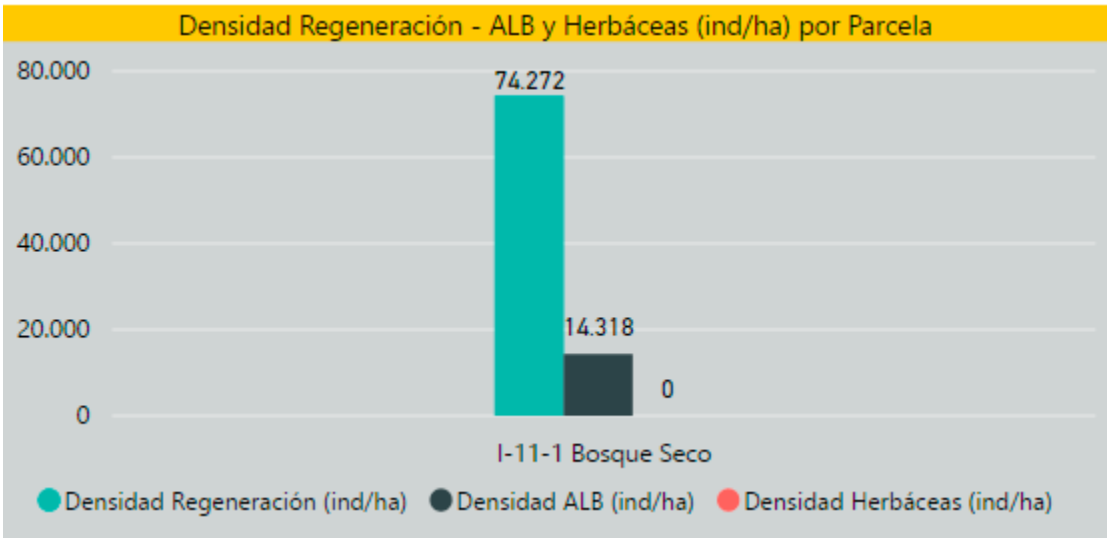


Figura 58. Número de especies por componente vegetal para la UMP I-11 de *Bosque Seco.*

D) Distribución espacial de los árboles dentro de la parcela

En la Figura 59 se muestra la distribución horizontal de los árboles ≥ 10 cm de DAP en el límite de la parcela principal. Esta ubicación se obtiene con las coordenadas (x,y) que se levanta en campo para cada uno de los árboles al momento del inventario, permitiendo con esto saber cuál es la distribución de las especies específicas en el área inventariada.

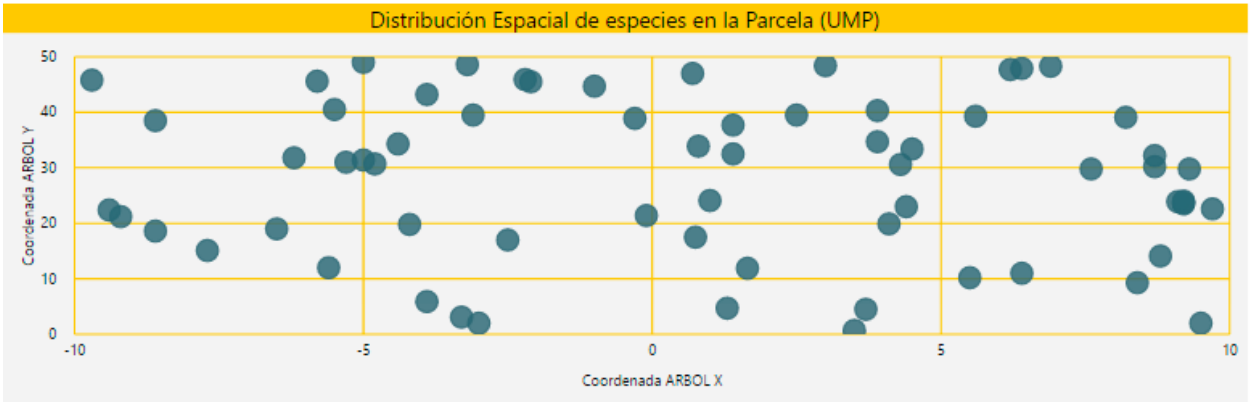


Figura 59. Distribución espacial de los árboles ≥ 10 cm de DAP para la UMP I-11 de *Bosque Seco.*

E) Árboles según clase de DAP y especie componente ≥ 10 cm y entre 2 cm y 9.9 cm de DAP

Se muestra en la Figura 60 y Figura 61 el número y la forma como se distribuyen las especies por cada clase diamétrica para los dos componentes arbóreos principales (UMP y BAM), para la UMP I-11 de ***Bosque Seco.***

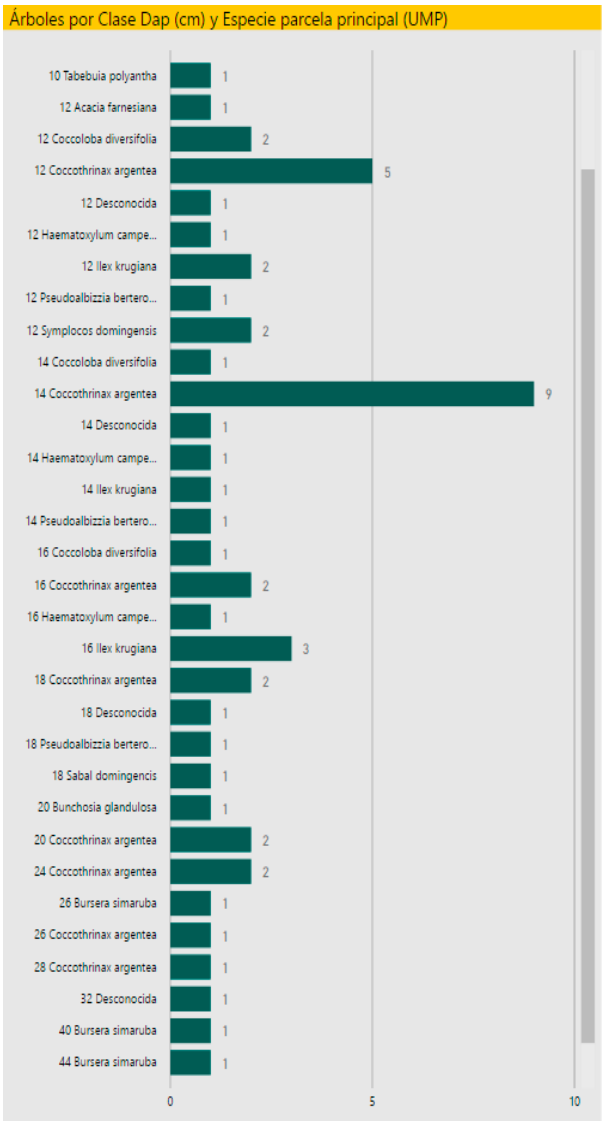


Figura 60. Especies según clase de DAP para individuos ≥ 10 cm para la UMP I-11 de *Bosque Seco.*

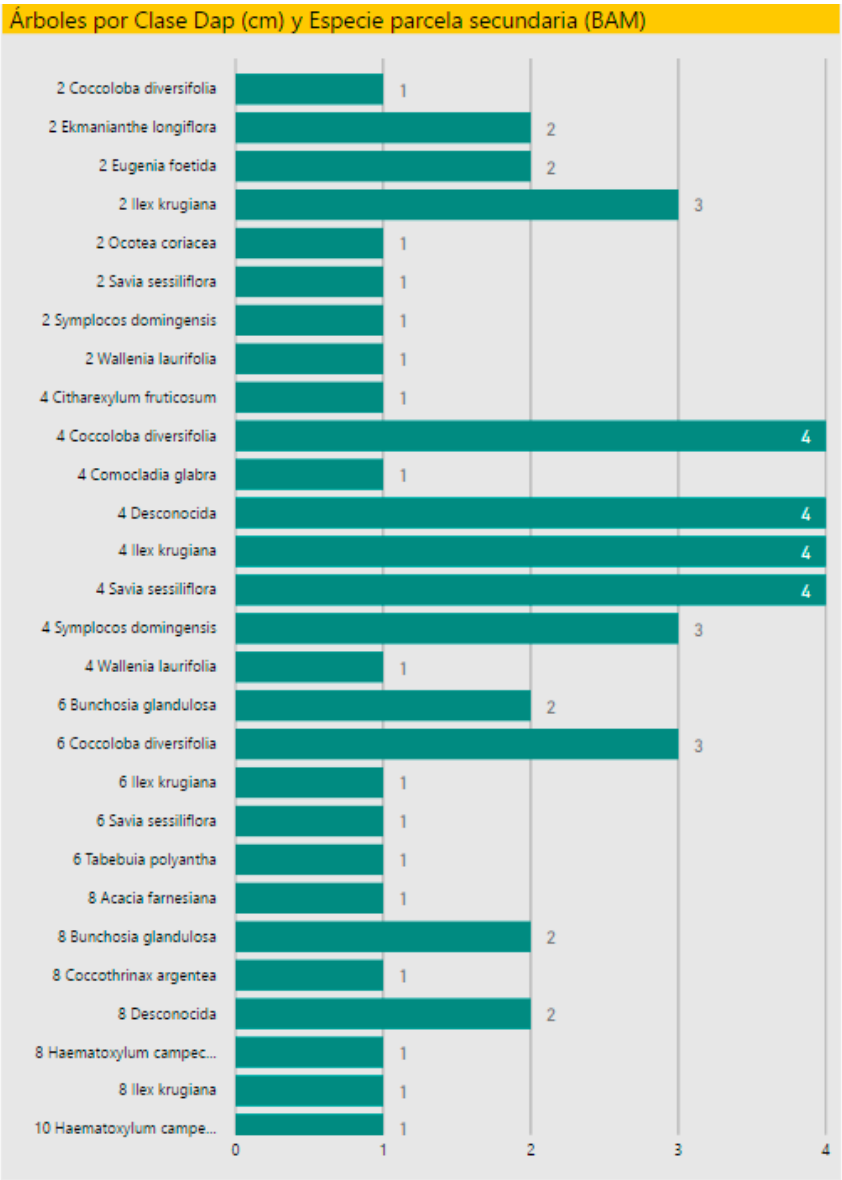


Figura 61. Especies según clase de DAP para individuos entre 2 cm y 9.9 cm para I-11 de *Bosque Seco.*



CAPÍTULO

4

Información general por tipo de bosques



BOSQUE LATIFOLIADO HÚMEDO EN BONAO, MONSEÑOR NOUEL
Foto tomada por: Tomás Montilla

En este capítulo se muestra toda la información relacionada con cada uno de los estratos arbóreos definidos y para todos los componentes vegetales en base a sus características dimensionales, así como del suelo, componente altamente integrado y de vital importancia. Además, se incluyen otros sumideros de carbono, tales como maderas muertas en el piso forestal y raíces, junto con otros tipos de vegetación como arbustos, lianas, bambú y herbáceas. Para cada estrato se entrega información general (número de parcelas por fase y total, superficie, existencia total de CO2, error de muestreo, etc.) y relacionado con los componentes, se presenta la dasometría asociada a sus variables (DAP, HT, AB, N), las existencias obtenidas (Volumen, Biomasa, CO2), indicando los valores medios y su dispersión. En cuanto a la presencia de especies, se informa la cantidad de ellas que participan en cada componente vegetal.

En este capítulo se muestra toda la información relacionada con cada uno de los estratos arbóreos definidos y para todos los componentes vegetales en base a sus características dimensionales, así como del suelo, componente altamente integrado y de vital importancia. Además, se incluyen otros sumideros de carbono, tales como maderas muertas en el piso forestal y raíces, junto con otros tipos de vegetación como arbustos, lianas, bambú y herbáceas. Para cada estrato se entrega información general (número de parcelas por fase y total, superficie, existencia total de CO2, error de muestreo, etc.) y relacionado con los componentes, se presenta la dasometría asociada a sus variables (DAP, HT, AB, N), las existencias obtenidas (Volumen, Biomasa, CO2), indicando los valores medios y su dispersión. En cuanto a la presencia de especies, se informa la cantidad de ellas que participan en cada componente vegetal.

4.1 INFORMACIÓN GENERAL ESTRATO *BOSQUE CONÍFERO DENSO*

La superficie que considera este estrato asciende a 167,532.75 ha (9.2 %), con un stock de 125,750,083 toneladas de CO2 equivalente (6.9 % del total) estimado con un error de muestreo del 9.4 %. En el Cuadro 37 se indica la cantidad de parcelas, superficie, existencia de carbono por hectárea y total, las proporciones en base a los totales del inventario y otros aspectos asociados al estrato arbóreo.

Cuadro 37. Información general para el Bosque Conífero Denso.

Tipo de Bosque	Parcelas Fase I	Parcelas Fase II	Total Parcelas	Superficie (Ha)	Proporcion superficie (%)	CO_2 Total (con suelo) (ton/ha)	Error de muestreo (%)	CO_2 eq Total (ton)
Bosque Conifero Denso	11	8	19	167,533	9.6	750.7	9.4	125,750,083

4.1.1 Proporción de componentes vegetales para el estrato

Para este estrato, en el que se evaluaron 19 unidades de muestreo, la proporción del total de individuos de especies arbóreas de los componentes vegetales es de 8.1 % para las especies ≥ 10 cm de DAP, 32.2 % para las que tienen un DAP entre 2 cm y 9.9 cm y para la regeneración natural compuesta por especies < 2 cm de DAP es de 59.7 % (Figura 62).

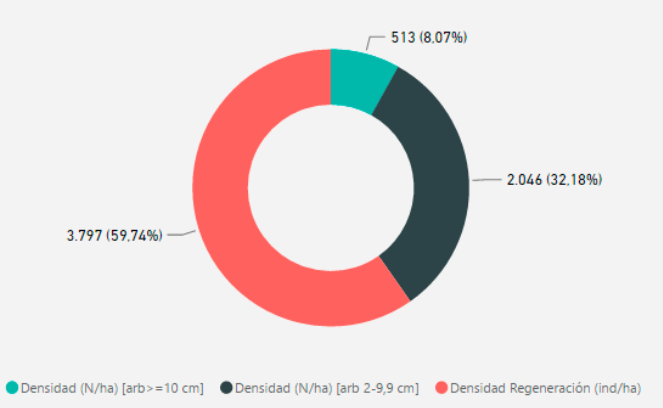


Figura 62. Proporción de componentes vegetales *para el Bosque Conífero Denso.*

4.1.2 Dasometría y existencias

En el Cuadro 38 se muestra en detalle los valores de dasometría y existencias para cada componente arbóreo evaluado. La cobertura de copa de los árboles mayores a 10 cm de DAP alcanza a 70.7 m²/ha en tanto que el de los árboles entre 2 y 9.9 a 76.9 m²/ha. Respecto a las existencias, los árboles mayores a 10 cm de DAP acumulan el 92.7 % del volumen y el 89.3 % del CO2 equivalente del estrato arbóreo (árboles mayores a 2 cm de DAP) del *Bosque Conífero Denso*.

Cuadro 38. Dasometría y existencias para el *Bosque Conífero Denso* según componente.

Bosque Conífero Denso			
Variable	**Árboles**		
	> 2 cm	**(2 - 9.9 cm)**	**> 10 cm**
DAP (cm)	14.5	4.5	20.6
DCM (cm)	8.6	4.8	22.4
Altura (m)	9.9	4.7	12.8
Cobertura copa (m²/ha)	147.6	76.9	70.7
AB (m²/ha)	21.9	3.7	18.2
Densidad (N/ha)	2,559	2,046	513
Volumen (m³/ha)	154.1	11.2	142.9
Biomasa (ton/ha)	116.1	12.4	103.7
Carbono (ton/ha)	58.0	6.2	51.8
CO_2 (ton/ha)	212.8	22.8	190.1

4.1.3 Densidad en árboles por hectárea

En el Cuadro 39 se indican los valores de densidad, en número de árboles o individuos por hectárea según corresponda, para todos los componentes vegetales medidos. Se presentan los valores medios y el respectivo intervalo de confianza (Límite inferior y Límite superior). Para las especies mayores (≥ 10 cm de DAP), la densidad es de 513 árboles/ha, siendo el componente con menor cantidad de árboles. Las especies herbáceas son las que poseen mayor cantidad de individuos, estimándose 85,427 individuos/ha. La vegetación compuesta por lianas, bambú o arbustos (ALB) llega a 12,794 individuos/ha.

Cuadro 39. Densidad en árboles por hectárea por componente vegetal para el *Bosque Conífero Denso* (media e intervalo de confianza).

Nombre Variable	Bosque Conífera Denso
Densidad (N/ha) [arb>10 cm]	513
Densidad (N/ha) [arb>10 cm]LInferior	415
Densidad (N/ha) [arb>10 cm]LSuperior	611
Densidad (N/ha) [arb 2-10 cm]	2.046
Densidad (N/ha) [arb 2-10 cm]LInferior	1.475
Densidad (N/ha) [arb 2-10 cm]LSuperior	2.616
Densidad Regeneración (ind/ha)	3.797
Densidad Regeneración (ind/ha)LInferior	684
Densidad Regeneración (ind/ha)LSuperior	6.910
Densidad ALB (ind/ha)	12.794
Densidad ALB (ind/ha)LInferior	10.594
Densidad ALB (ind/ha)LSuperior	14.995
Densidad Herbáceas (ind/ha)	85.427
Densidad Herbáceas (ind/ha)LInferior	43.478
Densidad Herbáceas (ind/ha)LSuperior	127.376

ALB: arbustos, lianas y bambúes

En la Figura 63 se muestra la densidad media acumulada para las especies arbóreas y densidad herbáceas para el estrato ***Bosque Conífero Denso,*** árboles o individuos por hectárea. Se incluyen las mediciones en Unidad de Muestreo Principal y todas las subparcelas.

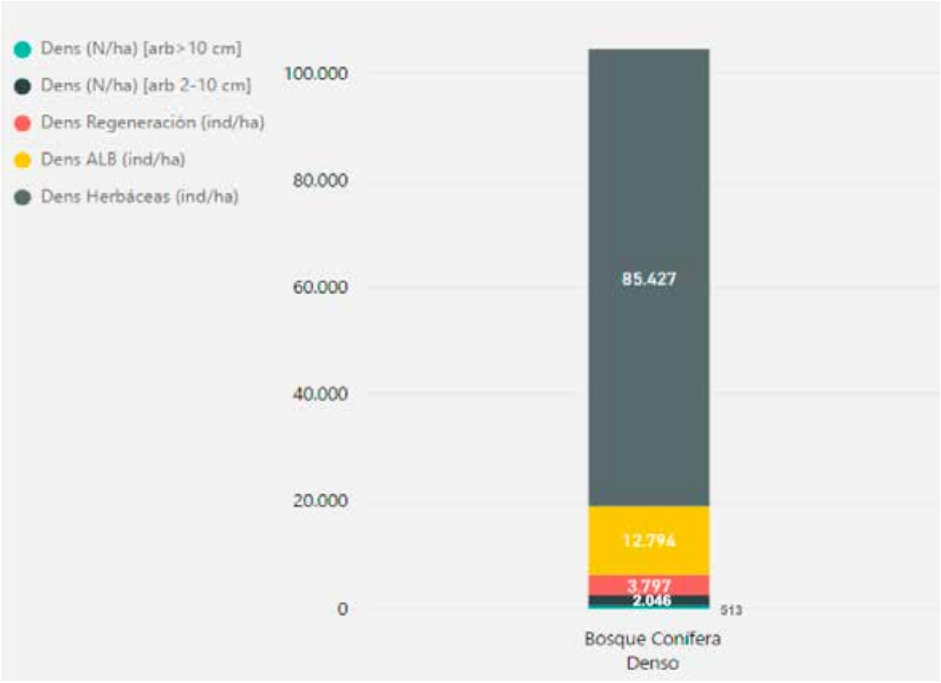


Figura 63. Número promedio de individuos por componente vegetal para el estrato *Bosque Conífero Denso.*

4.1.4 Número de especies promedio

En el Cuadro 40 y Figura 64 se muestra el número de especies que participan en los diferentes componentes vegetales para el estrato ***Bosque Conífero Denso.*** La mayor diversidad se presenta para las especies arbóreas con DAP entre 2 y 9.9 cm, con un promedio de 6 especies distintas, identificadas por parcela, seguido por el componente de especies arbóreas con DAP ≥ 10 cm (4 especies/parcela).

Cuadro 40. Número de especies promedio del *Bosque Conífero Denso* (especie/parcela).

Tipo Bosque	Especies Arbóreas [> 10 cm]	Especies Arbóreas [2-10 cm]	Especies RAN	Especies ALB	Especies UVH	Especies Totales
Bosque Conífera Denso	4	5	1	3	1	11

RAN: regeneración. ALB: arbustos, lianas y bambúes. UVH: herbáceas

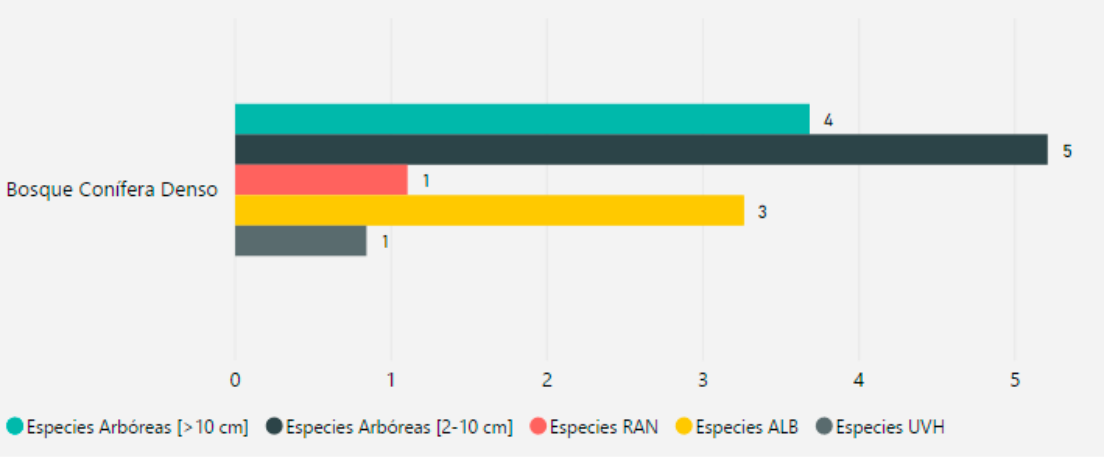


Figura 64. Número de especies promedio por componente vegetal para el Bosque Conífero Denso (especies/parcela).

4.1.5 Carbono por hectárea por componente vegetal y suelo

Se muestra a continuación los resultados promedios del stock de CO2 para cada uno de los depósitos vegetales y de suelo obtenidos en el estrato *Bosque Conífero Denso* (Cuadro 41).

Cuadro 41. Stock de CO_2 para los depósitos considerados (ton/ha).

ESTRATO	CO_2 arb>10 cm	CO_2 arb 2-10 cm	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Total (sin suelo)	CO_2 Suelo	CO_2 Total con suelo
Bosque Conífero Denso	190.1	22.8	57.5	9.6	9.6	289.4	461.2	750.7
	25.3 %	*3.0 %*	*7.7 %*	*1.3 %*	*1.3 %*	*38.6 %*	*61.4 %*	*100 %*

Los mayores valores de CO2 se encuentran en el componente suelo con 461 ton/ha, lo sigue el componente arbóreo con 270 ton/ha (incluidas raíces) y, entre ambos, aportan un 97.4 % del total de CO2 almacenado en este tipo de bosque. El menor aporte de CO2 corresponde a los depósitos de hojarasca y maderas muertas, ambos con 9.6 ton/ha. En la Figura 65 se ilustra gráficamente esta situación; el componente árboles considera todos los individuos desde 2 cm de DAP en adelante.

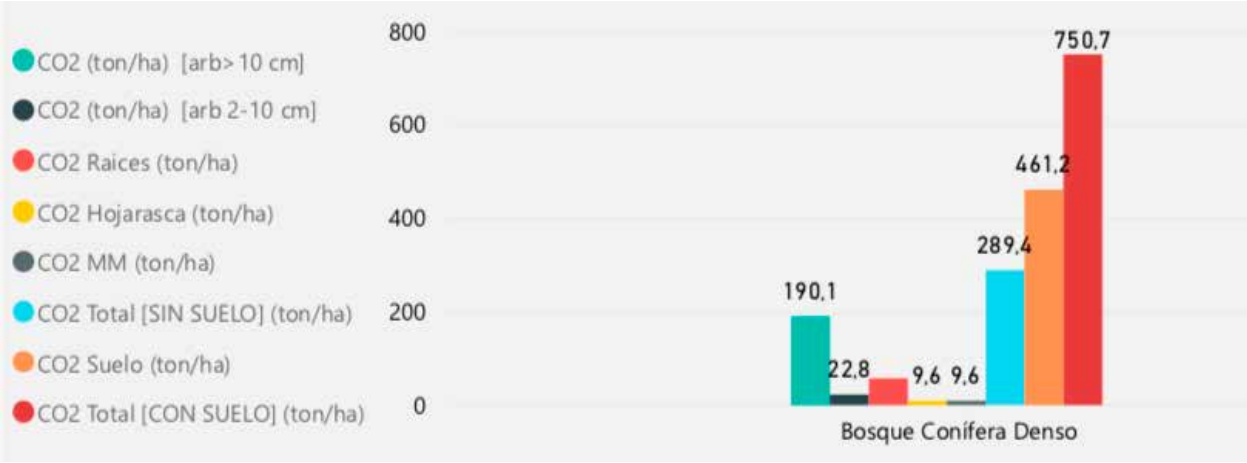


Figura 65. Valores medios de stock de CO_2 por componentes vegetales y de suelo para el *Bosque Conífero Denso.*

4.1.6 Carbono total del estrato

El stock total de CO_2 para el estrato ***Bosque Conífero Denso*** fluctúa entre 113 millones ton y 137 millones ton con un promedio de 125 millones ton de CO_2. Esto considera todos los componentes vegetales y de suelo medidos en el INF-RD (Figura 66).

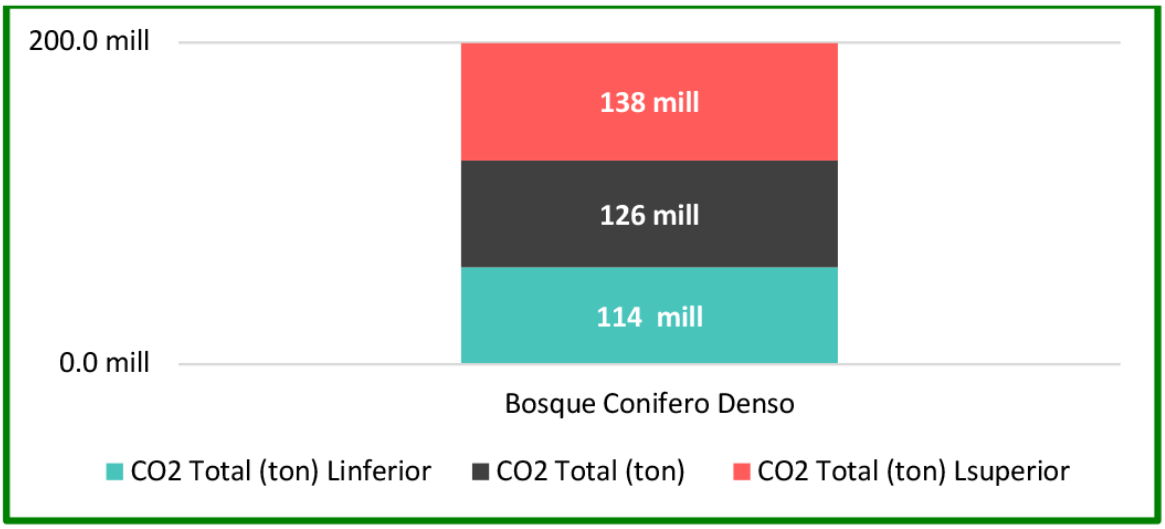


Figura 66. Existencias de CO_2 y sus límites para el *Bosque Conífero Denso.*

Se muestra la participación de los diferentes componentes vegetales y de suelo relacionado con el stock total de CO_2 calculado para el estrato. El depósito suelo y árboles son los que presentan la mayor cantidad de captura de CO_2. En la Figura 67 se observan las proporciones para cada depósito.

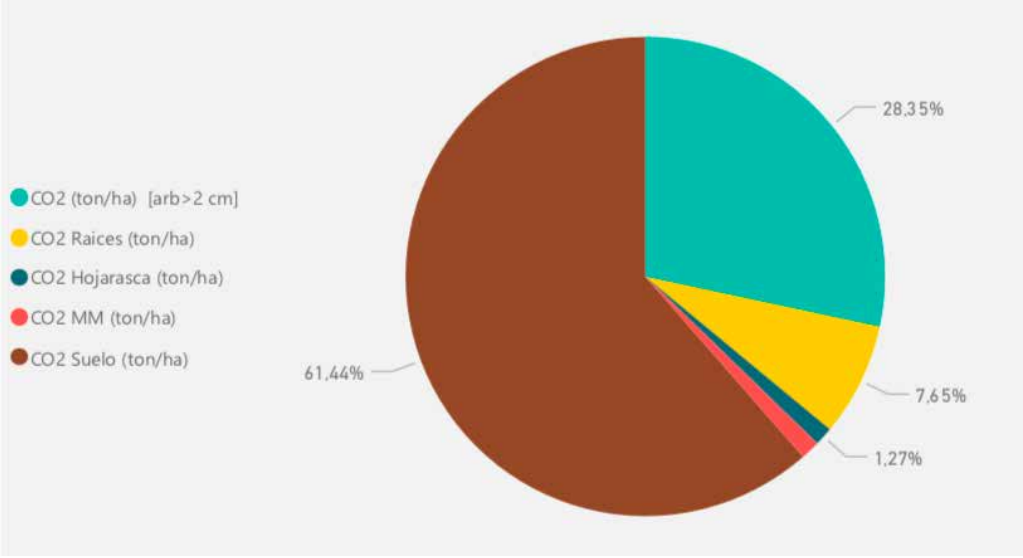


Figura 67. Proporción de CO_2 por componente vegetal y de suelo para el *Bosque Conífero Denso.*

4.2 INFORMACIÓN GENERAL ESTRATO *BOSQUE CONÍFERO DISPERSO*

La superficie que considera este estrato asciende a 83,340 hectáreas (4.6 %), con un stock de 66,605,242 toneladas de CO_2 equivalente (3.6 % del total), estimado este con un 9.6 % de error de muestreo. En el Cuadro 42 se indica la cantidad de parcelas, superficie, existencia de carbono por hectárea y total, las proporciones en base a los totales del inventario y otros aspectos asociados a este estrato arbóreo.

Cuadro 42. Información general para el *Bosque Conífero Disperso.*

Tipo de Bosque	Parcelas Fase I	Parcelas Fase II	Total Parcelas	Superficie (Ha)	Proporcion superficie (%)	CO2 Total (con suelo) (ton/ha)	Error de muestreo (%)	CO2 eq Total (ton)
Bosque Conifero Disperso	18	22	40	83,340	4.8	799.3	9.6	66,605,242

4.2.1 Proporción de componentes vegetales para el estrato

Para este estrato, en el que se evaluaron 40 unidades de muestreo, la proporción del total de individuos de especies arbóreas de los componentes vegetales es de 4.1 % para las especies ≥ 10 cm de DAP, 21.1 % para las que tienen un DAP entre 2 cm y 9.9 cm y para la regeneración natural compuesta por especies < 2 cm de DAP es de 74.9 % (Figura 68).

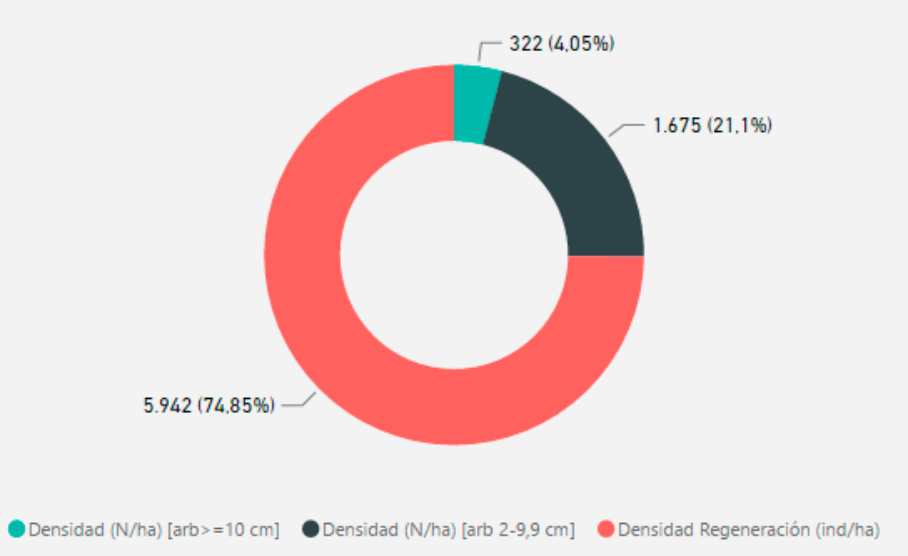


Figura 68. Proporción de componentes vegetales para el *Bosque Conífero Disperso.*

4.2.2 Dasometría y existencias para el estrato por componentes vegetales

En el Cuadro 43 se muestran en detalle los valores de dasometría y existencia para cada componente arbóreo evaluado. La cobertura de copa de los árboles mayores a 10 cm de DAP alcanza a 62.8 m^2/ha, en tanto que el de los árboles entre 2 y 9.9 cm llega a 66.8 m^2/ha. Respecto a las existencias, los árboles mayores a 10 cm de DAP acumulan el 92.9 % del volumen y el 88.9 % del CO_2 equivalente del estrato arbóreo (árboles mayores a 2 cm de DAP) del *Bosque Conífero Disperso.*

Cuadro 43. Dasometría y existencia para el *Bosque Conífero Disperso* según componente.

Bosque Conífero Disperso			
Variable	**Árboles**		
	> 2 cm	**(2 - 9.9 cm)**	**> 10 cm**
DAP (cm)	15.3	4.2	21.0
DCM (cm)	10.5	4.6	22.8
Altura (m)	10.3	4.7	13.2
Cobertura copa (m²/ha)	123.0	66.8	62.8
AB (m²/ha)	15.2	2.6	12.6
Densidad (N/ha)	1,996	1,675	322
Vol (m³/ha)	107.9	7.6	100.3
Biomasa (ton/ha)	80.2	8.9	71.4
Carbono (ton/ha)	40.1	4.4	35.7
CO_2 (ton/ha)	147.1	16.3	130.8

4.2.3 Densidad en árboles o individuos por hectárea por componente vegetal

En el Cuadro 44 se indica los valores de densidad en número de árboles o individuos por hectárea para todos los componentes vegetales medidos con su respectivo intervalo de confianza (Límite inferior y Límite superior). Para las especies mayores (≥ 10 cm de DAP), la densidad es de 322 árboles/ha, siendo el componente con menor cantidad de árboles. Las especies herbáceas son las que poseen mayor cantidad de individuos, arrojando 92,957 individuos/ha. La vegetación compuesta por lianas, bambú o arbustos (ALB) llega a 10,797 individuos/ha.

Cuadro 44. Densidad en árboles por hectárea por componente vegetal para el *Bosque Conífero Disperso* (media e intervalo de confianza).

Nombre Variable	Bosque Conífera Disperso
Densidad (N/ha) [arb>10 cm]	322
Densidad (N/ha) [arb>10 cm]LInferior	273
Densidad (N/ha) [arb>10 cm]LSuperior	370
Densidad (N/ha) [arb 2-10 cm]	1.675
Densidad (N/ha) [arb 2-10 cm]LInferior	1.171
Densidad (N/ha) [arb 2-10 cm]LSuperior	2.179
Densidad Regeneración (ind/ha)	5.942
Densidad Regeneración (ind/ha)LInferior	3.610
Densidad Regeneración (ind/ha)LSuperior	8.274
Densidad ALB (ind/ha)	10.797
Densidad ALB (ind/ha)LInferior	8.823
Densidad ALB (ind/ha)LSuperior	12.771
Densidad Herbáceas (ind/ha)	92.957
Densidad Herbáceas (ind/ha)LInferior	70.260
Densidad Herbáceas (ind/ha)LSuperior	115.654

ALB: arbustos, lianas y bambúes.

En la Figura 69 se grafica la densidad media acumulada para las especies arbóreas y densidad herbácea para el estrato *Bosque Conífero Disperso,* árboles o individuos por hectárea. Se incluyen las mediciones en Unidad de Muestreo Principal y todas las subparcelas.



Figura 69. Número promedio de individuos por componente vegetal para el *Bosque Conífero Disperso.*

4.2.4 Número de especies promedio

En el Cuadro 45 y Figura 70 se muestra el número de especies que participan en los diferentes componentes vegetales para el estrato ***Bosque Conífero Disperso.*** La mayor diversidad se presenta para las especies arbóreas con DAP entre 2 y 9.9 cm y especies arbóreas con DAP ≥ 10 cm, ambos componentes con un promedio de 4 especies distintas identificadas por parcela.

Cuadro 45. Número de especies promedio por componente vegetal en el *Bosque Conífero Disperso* (especie/parcela).

Tipo Bosque	Especies Arbóreas [> 10 cm]	Especies Arbóreas [2-10 cm]	Especies RAN	Especies ALB	Especies UVH	Especies Totales
Bosque Conífera Disperso	4	4	2	3	2	12

RAN: regeneración. ALB: arbustos, lianas y bambúes. UVH: herbáceas

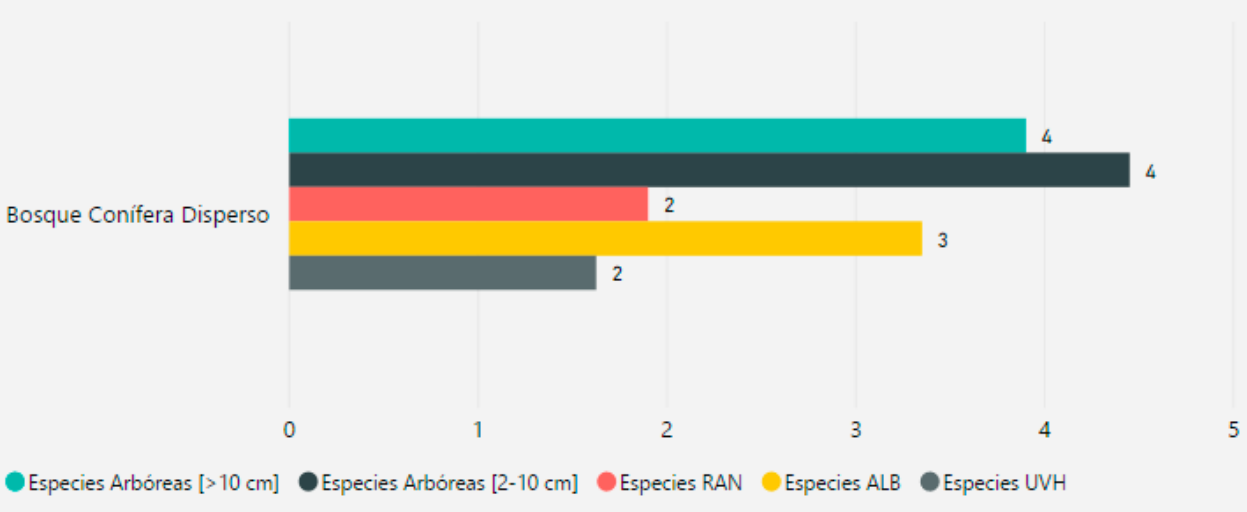


Figura 70. Número de especies promedio por componente vegetal para el *Bosque Conífero Disperso* (especies/parcela).

4.2.5 Carbono por hectárea por componente vegetal y suelo

Se muestra a continuación los resultados promedios del stock de CO_2 para cada uno de los depósitos vegetales y de suelo obtenidos en el estrato ***Bosque Conífero Disperso*** (Cuadro 46).

Cuadro 46. Stock de CO_2 para los depósitos considerados (ton/ha).

ESTRATO	CO_2 arb>10 cm	CO_2 arb 2-10 cm	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Total [sin suelo]	CO_2 Suelo	CO_2 Total con suelo
Bosque Conífero Disperso	130.8	16.3	39.7	5.2	12.2	204.3	595.0	799.3
	16.4 %	*2.0 %*	*5.0 %*	*0.7 %*	*1.5 %*	*25.6 %*	*74.4 %*	*100 %*

Los mayores valores de CO2 se encuentran en el componente suelo con 595 ton/ha, seguido por el componente arbóreo con 187 ton/ha (incluidas raíces), entre ambos aportan un 97.6 % del total. El menor aporte de CO_2 corresponde a los depósitos de hojarasca y maderas muertas con 5.2 ton/ha y 12.2 ton/ha respectivamente. En la Figura 71 se muestra el stock de CO_2 por componentes principales (árboles, raíces, hojarasca, maderas muertas y suelo).

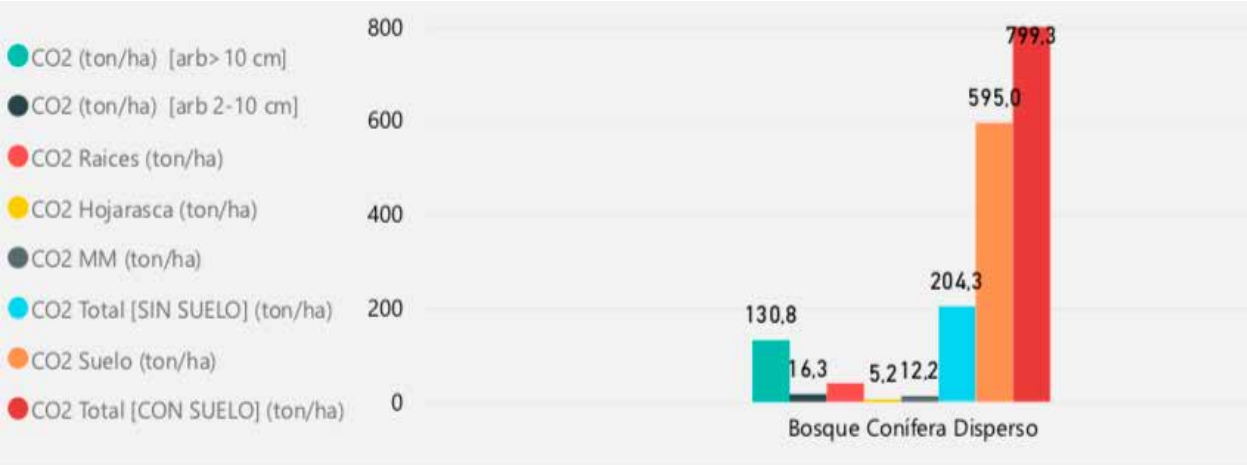


Figura 71. Valores medios de stock de CO2 por componentes vegetales y de suelo en el *Bosque Conífero Disperso.*

4.2.6 Carbono total del estrato

El stock total de CO_2 para el estrato ***Bosque Conífero Disperso*** fluctúa entre 60 millones de toneladas y 73 millones de toneladas, con un promedio de 66 millones de toneladas. Esto considera todos los componentes vegetales y de suelo medidos en el INF-RD (Figura 72).

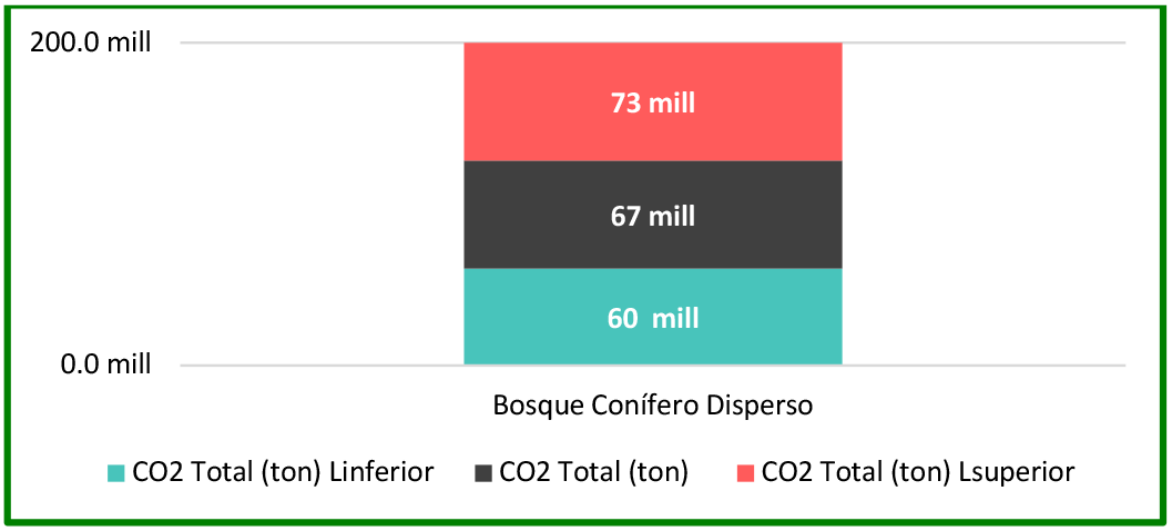


Figura 72. Existencias de CO_2 y sus límites en el *Bosque Conífero Disperso.*

Se muestra la participación de los diferentes componentes vegetales y de suelo relacionados con el stock total de CO_2 calculado para el estrato. El depósito suelo y árboles son los que presentan la mayor cantidad de captura de CO_2. En la Figura 73 se observa las proporciones para cada depósito.

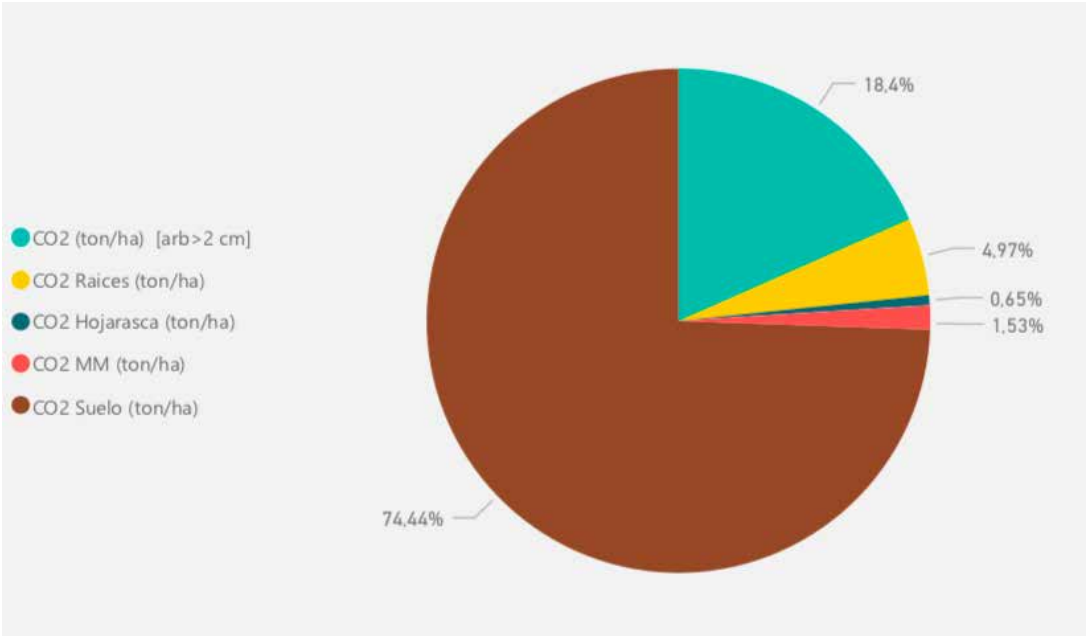


Figura 73. Proporción de CO_2 por componente vegetal y de suelo en el *Bosque Conífero Disperso.*

4.3 INFORMACIÓN GENERAL ESTRATO *BOSQUE DE MANGLE*

La superficie que considera este estrato asciende a 26,991 hectáreas (1.5 %), con una existencia de 37,036,615 toneladas de CO_2 equivalente (2 % del total), estimada con un error de muestreo del 8.2 %. En el Cuadro 47 se indica la cantidad de parcelas, superficie, existencia de carbono por hectárea y total, las proporciones en base a los totales del inventario y otros aspectos asociados al estrato arbóreo.

Cuadro 47. Información general para el *Bosque de Mangle.*

Tipo de Bosque	Parcelas Fase I	Parcelas Fase II	Total Parcelas	Superficie (Ha)	Proporcion superficie (%)	CO_2 Total (con suelo) (ton/ha)	Error de muestreo (%)	CO_2 eq Total (ton)
Bosque de Mangle	10	60	70	26,991	1.5	1,372	8.2	37,036,615

4.3.1 Proporción de componentes vegetales para el estrato

Para este estrato, compuesto por 70 unidades de muestreo, la proporción del total de individuos de especies arbóreas de los componentes vegetales es de 0.8 % para las especies ≥ 10 cm de DAP, 6.5 % para las que tienen un DAP entre 2 cm y 9.9 cm y para la regeneración natural DAP < 2 cm es de 92.7 % (Figura 74).

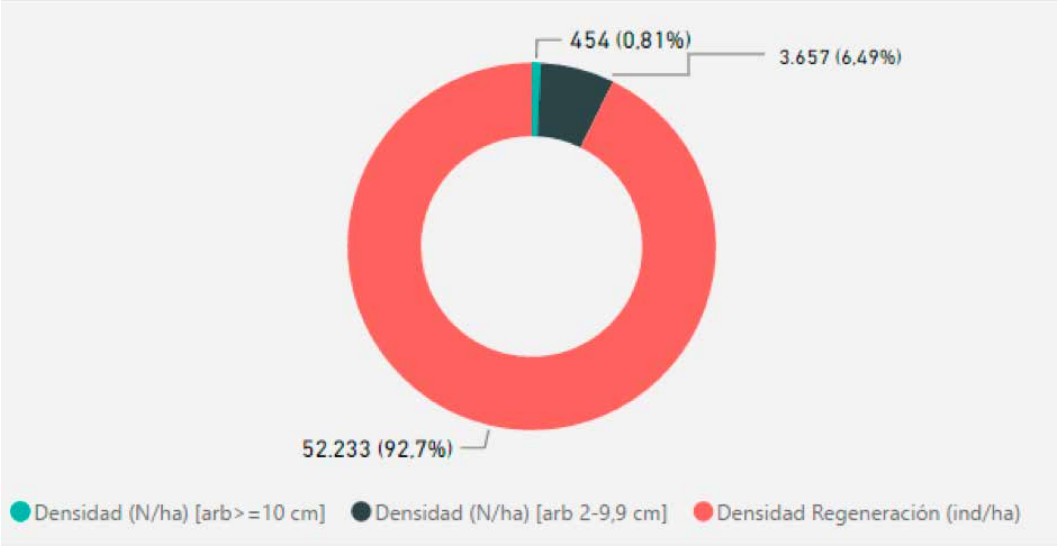


Figura 74. Proporción de componentes vegetales para el *Bosque de Mangle.*

4.3.2 Dasometría y existencias para el estrato por componentes vegetales

En el Cuadro 48 se muestran en detalle los valores de dasometría y existencia para cada componente arbóreo evaluado. La cobertura de copa de los árboles mayores a 10 cm de DAP alcanza a 59.4 m²/ha, correspondiente al 41.6 % del total, en tanto que los árboles entre 2 y 9.9 cm representan el 58.4 % restante (96.4 m²/ha). Respecto a las existencias, los árboles mayores a 10 cm de DAP acumulan el 85.4 % del volumen y el 81.4 % del CO_2 equivalente del estrato arbóreo (árboles mayores a 2 cm de DAP) de *Bosque de Mangle.*

Cuadro 48. Dasometría y existencias para el *Bosque de Mangle* según componente.

Bosque de Mangle			
Variable	**Árboles**		
	> 2 cm	**(2 - 9.9 cm)**	**> 10 cm**
DAP (cm)	10.7	4.6	16.6
DCM (cm)	7.5	4.9	17.7
Altura (m)	7.6	4.8	10.0
Cobertura copa (m²/ha)	142.9	96.4	59.4
AB (m²/ha)	19.2	5.9	13.3
Densidad (N/ha)	4,111	3,657	454
Vol (m³/ha)	113.7	16.6	97.1
Biomasa (ton/ha)	104.0	19.3	84.7
Carbono (ton/ha)	52.0	9.7	42.3
CO_2 (ton/ha)	190.6	35.4	155.2

4.3.3 Densidad en árboles o individuos por hectárea por componente vegetal

En el Cuadro 49 se indica los valores de densidad en número de árboles o individuos por hectárea para todos los componentes vegetales medidos, con su respectivo intervalo de confianza (Límite inferior y Límite superior). Para las especies mayores (≥ 10 cm de DAP), la densidad es de 454 árboles/ha, este es el componente arbóreo con menor cantidad de árboles; las especies entre 2 cm y 9.9 cm de DAP tienen 3,657 árboles/ha. El componente regeneración arbórea es el que posee la mayor cantidad de individuos con 52,233 árboles/ha.

Cuadro 49. Densidad en árboles por hectárea por componente vegetal para el *Bosque de Mangle.*

Nombre Variable	Bosque de Mangle
Densidad (N/ha) [arb>10 cm]	454
Densidad (N/ha) [arb>10 cm]LInferior	378
Densidad (N/ha) [arb>10 cm]LSuperior	529
Densidad (N/ha) [arb 2-10 cm]	3.657
Densidad (N/ha) [arb 2-10 cm]LInferior	3.003
Densidad (N/ha) [arb 2-10 cm]LSuperior	4.311
Densidad Regeneración (ind/ha)	52.233
Densidad Regeneración (ind/ha)LInferior	34.505
Densidad Regeneración (ind/ha)LSuperior	69.961
Densidad ALB (ind/ha)	2.715
Densidad ALB (ind/ha)LInferior	1.588
Densidad ALB (ind/ha)LSuperior	3.841
Densidad Herbáceas (ind/ha)	2.571
Densidad Herbáceas (ind/ha)LInferior	-280
Densidad Herbáceas (ind/ha)LSuperior	5.423

ALB: arbustos, lianas y bambúes.

En la Figura 75 se muestra la densidad media acumulada para las especies arbóreas y densidad herbácea para el estrato *Bosque de Mangle,* árboles o individuos por hectárea. Se incluyen las mediciones en Unidad de Muestreo Principal y todas las subparcelas.



Figura 75. Número promedio de individuos por componente vegetal para el *Bosque de Mangle.*

4.3.4 Número de especies promedio

En el Cuadro 50 y Figura 76 se muestra el número de especies que participan en los diferentes componentes vegetales para el estrato ***Bosque de Mangle.*** En total son 4 las especies distintas identificadas por parcela que están presentes en este tipo de bosques. En todos los componentes medidos, el número promedio de especies presentes es bajo, entre 1 y 2 especies/parcela participan de este estrato.

Cuadro 50. Número de especies promedio por componente vegetal en el *Bosque de Mangle* (especie/parcela).

Tipo Bosque	Especies Arbóreas [> 10 cm]	Especies Arbóreas [2-10 cm]	Especies RAN	Especies ALB	Especies UVH	Especies Totales
Bosque de Mangle	2	2	1	1	0,1	4

RAN: regeneración. ALB: arbustos, lianas y bambúes. UVH: herbáceas.

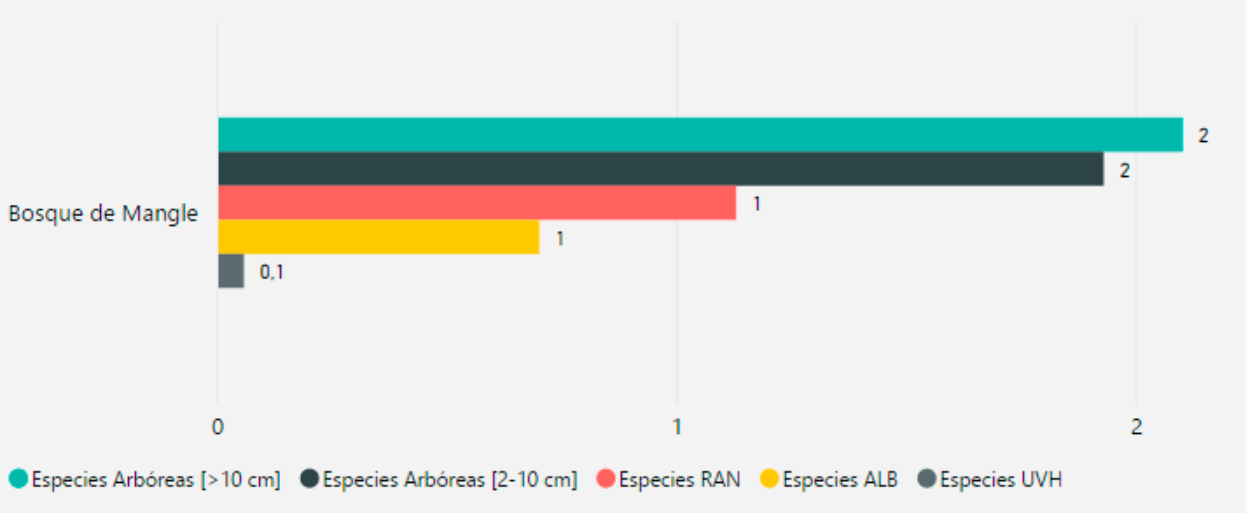


Figura 76. Número de especies promedio por componente en el *Bosque de Mangle* (especies/parcela).

4.3.5 Carbono por hectárea por componente vegetal y suelo

Se muestra a continuación los resultados promedios del stock de CO_2 para cada uno de los depósitos vegetales y de suelo obtenidos en el estrato ***Bosque de Mangle*** (Cuadro 51).

Cuadro 51. Stock de CO_2 para los depósitos considerados (ton/ha).

Estrato	CO_2 arb>10 cm	CO_2 arb 2-10 cm	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Total [sin suelo]	CO_2 Suelo	CO_2 Total con suelo
Bosque de Mangle	155.2	35.4	51.5	0.9	10.1	253.1	1,119.1	1,372.2
	11.3 %	*2.6 %*	*3.8 %*	*0.1 %*	*0.7 %*	*18.4 %*	*81.6 %*	*100 %*

Los mayores valores de CO_2 se encuentran en el componente suelo con 1,119 ton/ha, seguido por el componente arbóreo con 242 ton/ha, entre ambos aportan un 99.2 % del total. El menor aporte de CO_2 corresponde a los depósitos de hojarasca y maderas muertas con 0.9 ton/ha y 10 ton/ha, respectivamente. En la Figura 77 se muestran graficados y agrupados los componentes principales (árboles, raíces, hojarasca, maderas muertas y suelo).

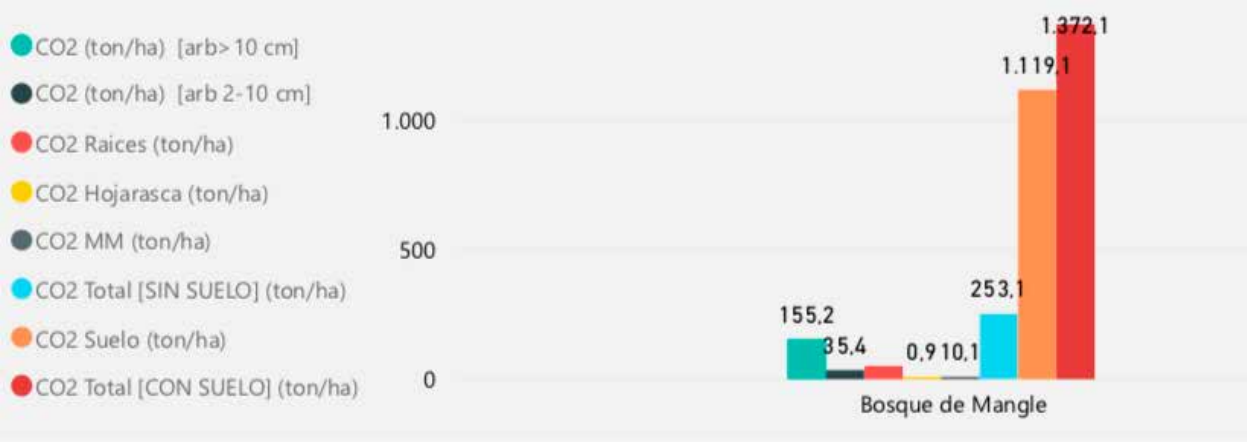


Figura 77. Valores medios de Stock de CO_2 por componentes vegetales y de suelo en el *Bosque de Mangle.*

4.3.6 Carbono total del estrato

El stock total de CO_2 para el estrato ***Bosque de Mangle*** fluctúa entre 33 millones de toneladas y 40 millones de toneladas. Esto considera todos los componentes vegetales y de suelo medidos en el INF-RD (Figura 78).

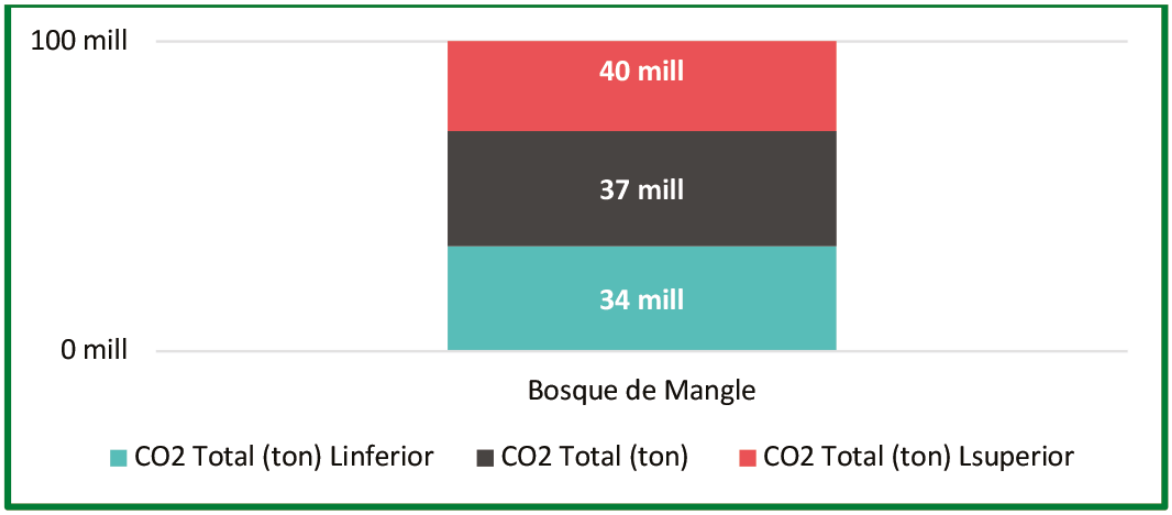


Figura 78. Existencias de CO_2 y sus límites en el *Bosque de Mangle.*

Se muestra además la participación de los diferentes componentes vegetales y de suelo relacionado con el stock total de CO_2 calculado para el estrato. El depósito suelo, árboles y raíces son los que presentan la mayor cantidad de captura de CO_2. En la Figura 79 se observa las proporciones para cada depósito.

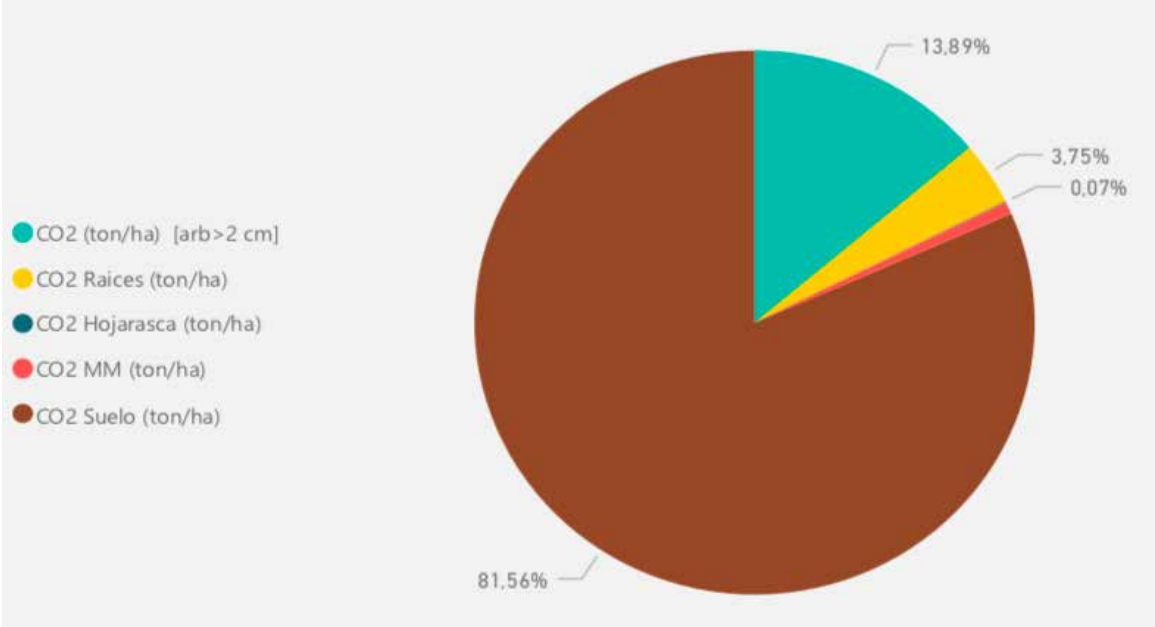


Figura 79. Proporción de CO_2 por componente vegetal y de suelo para el *Bosque de Mangle.*

4.4 INFORMACIÓN GENERAL ESTRATO *BOSQUE LATIFOLIADO HÚMEDO*

La superficie que considera este estrato asciende a 721,852.54 hectáreas (39.8 %), en la cual existe un stock de 653,493,100 ton de CO_2 equivalente 35.6% del total, para el bosque de la República Dominicana, estimado con un 9 % de error de muestreo. En el Cuadro 52 se indica la cantidad de parcelas, superficie, existencia de carbono por hectárea y total, las proporciones en base a los totales del inventario y otros aspectos asociados al estrato arbóreo.

Cuadro 52. Información general para el *Bosque Latifoliado Húmedo.*

Tipo de Bosque	Parcelas Fase I	Parcelas Fase II	Total Parcelas	Superficie (Ha)	Proporcion superficie (%)	CO2 Total (con suelo) (ton/ha)	Error de muestreo (%)	CO2 eq Total (ton)
Bosque Latifoliado Húmedo	46	30	76	721,853	39.8	905.4	9.3	653,493,100

4.4.1 Proporción de componentes vegetales para el estrato

Para este estrato, compuesto por 76 unidades de muestreo, la proporción del total de individuos de especies arbóreas de los componentes vegetales es de 1.1 % para las especies ≥ 10 cm de DAP, 5.78 % para las que tienen un DAP entre 2 cm y 9.9 cm y 93.1 % para la regeneración natural (Figura 80).

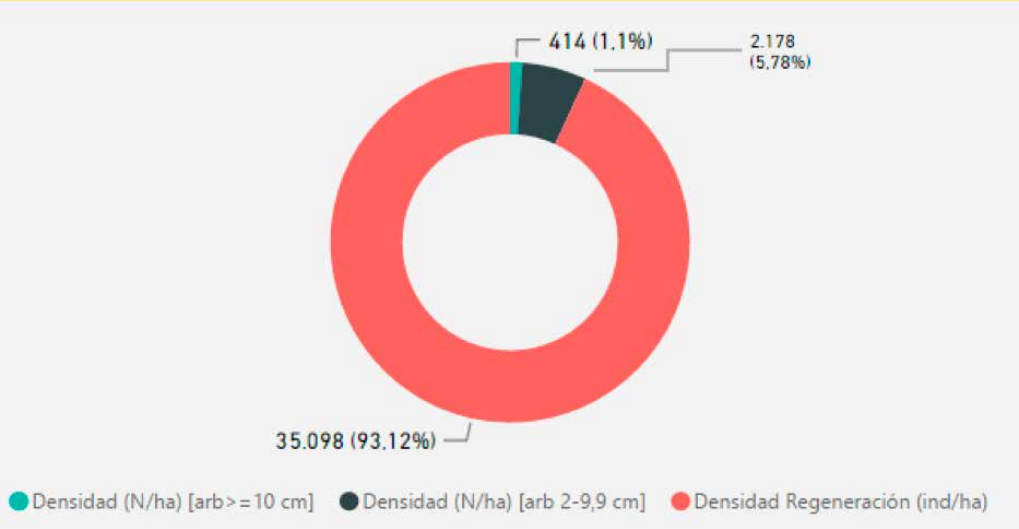


Figura 80. Proporción de componentes vegetales para el *Bosque Latifoliado Húmedo.*

4.4.2 Dasometría y existencias para el estrato por componentes vegetales

En el Cuadro 53 se muestra en detalle los valores de dasometría y existencia para cada componente arbóreo evaluado. La cobertura de copa de los árboles alcanza a 205.9 m^2/ha de los cuales 108 m^2/ha, corresponden a los árboles mayores a 10 cm de DAP. Respecto a las existencias, los árboles mayores a 10 cm de DAP acumulan el 91.9 % del volumen y el 88.5 % del CO_2 equivalente del estrato arbóreo (árboles mayores a 2 cm de DAP) del *Bosque Latifoliado Húmedo.*

Cuadro 53. Dasometría y existencias para el *Bosque Latifoliado Húmedo* según componente.

Bosque Latifoliado Húmedo			
Variable	**Árboles**		
	> 2 cm	**(2 - 9.9 cm)**	**> 10 cm**
DAP (cm)	139.0	4.6	19.8
DCM (cm)	8.6	4.9	22.3
Altura (m)	8.5	5.0	10.8
Cobertura copa (m²/ha)	205.9	99.2	108.0
AB (m²/ha)	20.5	3.8	16.7
Densidad (N/ha)	2,592	2,178	414
Vol (m³/ha)	130.7	11.8	119.0
Biomasa (ton/ha)	96.1	11.1	85.0
Carbono (ton/ha)	48.0	5.5	42.5
CO_2 (ton/ha)	176.1	20.3	155.8

4.4.3 Densidad en árboles o individuos por hectárea por componente vegetal

En el Cuadro 54 se indican los valores de densidad en número de árboles o individuos por hectárea para todos los componentes vegetales medidos, con su respectivo intervalo de confianza (Límite inferior y Límite superior). Para las especies mayores (≥ 10 cm de DAP), la densidad es de 414 árboles/ha, en tanto que el componente arbóreo de especies entre 2 cm y 9.9 cm de DAP llega a 2,178 árboles/ha.

Cuadro 54. Densidad en árboles por hectárea por componente vegetal para el *Bosque Latifoliado Húmedo* (media e intervalos de confianza).

Nombre Variable	Bosque Latifoliado Húmedo
Densidad (N/ha) [arb>10 cm]	414
Densidad (N/ha) [arb>10 cm]LInferior	372
Densidad (N/ha) [arb>10 cm]LSuperior	456
Densidad (N/ha) [arb 2-10 cm]	2.178
Densidad (N/ha) [arb 2-10 cm]LInferior	1.866
Densidad (N/ha) [arb 2-10 cm]LSuperior	2.490
Densidad Regeneración (ind/ha)	35.098
Densidad Regeneración (ind/ha)LInferior	26.105
Densidad Regeneración (ind/ha)LSuperior	44.090
Densidad ALB (ind/ha)	14.457
Densidad ALB (ind/ha)LInferior	12.047
Densidad ALB (ind/ha)LSuperior	16.867
Densidad Herbáceas (ind/ha)	45.868
Densidad Herbáceas (ind/ha)LInferior	27.123
Densidad Herbáceas (ind/ha)LSuperior	64.614

ALB: arbustos, lianas y bambúes

En la Figura 81 se grafica la densidad media acumulada para las especies arbóreas y densidad herbácea para el estrato *Bosque Latifoliado Húmedo*, árboles o individuos por hectárea. Se incluyen las mediciones en Unidad de Muestreo Principal y todas las subparcelas.

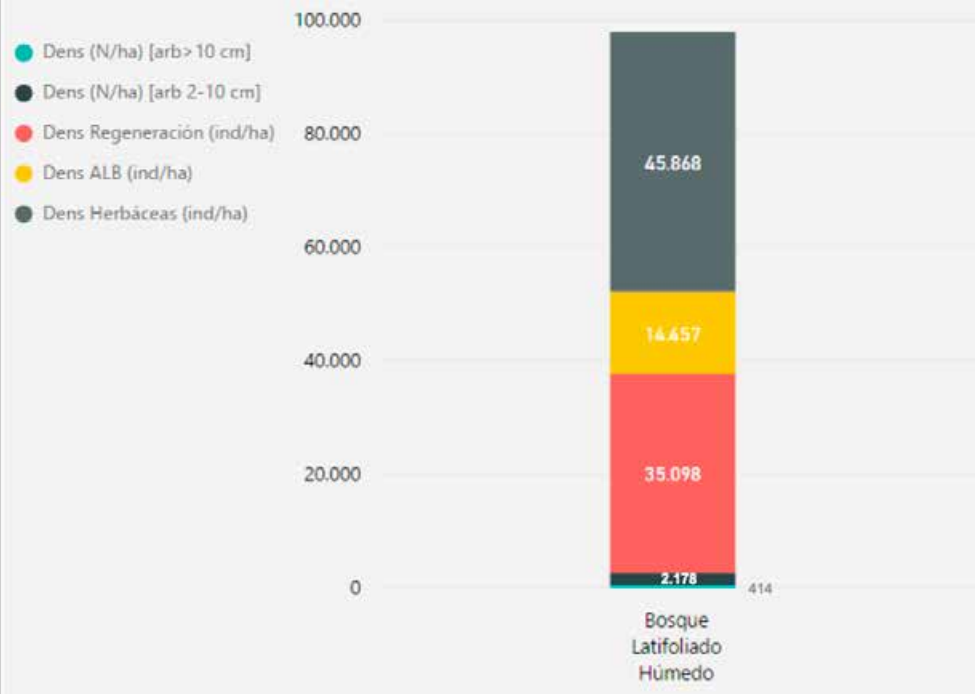


Figura 81. Número promedio de individuos por componente vegetal para el *Bosque Latifoliado Húmedo.*

4.4.4 Número de especies promedio

En el Cuadro 55 y Figura 82 se muestra el número de especies que participan en los diferentes componentes vegetales para el estrato *Bosque Latifoliado Húmedo.* La mayor diversidad se presenta para las especies arbóreas con DAP ≥ 10 cm, con un promedio de 10 especies distintas identificadas por parcela, seguido por el componente de especies arbóreas con DAP entre 2 y 9.9 cm (7 especies/parcela).

Cuadro 55. Número de especies promedio por componente vegetal para el *Bosque Latifoliado Húmedo* (especies/parcela).

Tipo Bosque	Especies Arbóreas [> 10 cm]	Especies Arbóreas [2-10 cm]	Especies RAN	Especies ALB	Especies UVH	Especies Totales
Bosque Latifoliado Húmedo	10	8	5	4	1	20

RAN: regeneración. ALB: arbustos, lianas y bambúes. UVH: herbáceas

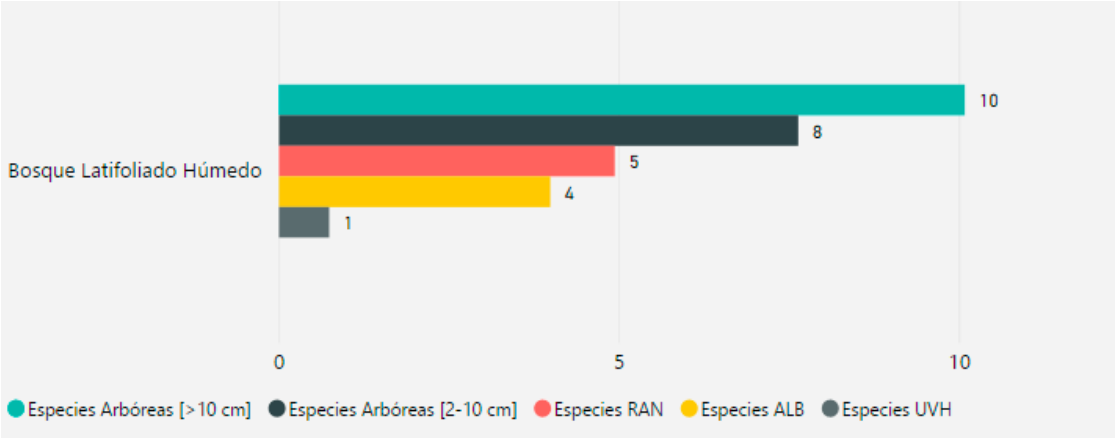


Figura 82. Número de especies promedio por componente vegetal para el *Bosque Latifoliado Húmedo* (especies/parcela).

4.4.5 Carbono por hectárea por componente vegetal y suelo

Se muestra a continuación los resultados promedios del stock de CO_2 para cada uno de los depósitos vegetales y de suelo obtenidos en el estrato ***Bosque Latifoliado Húmedo*** (Cuadro 56).

Cuadro 56. Stock de CO_2 para los depósitos considerados (ton/ha).

ESTRATO	CO_2 arb>10 cm	CO_2 arb 2-10 cm	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Total sin suelo	CO_2 Suelo	CO_2 Total con suelo
Bosque Latifoliado Húmedo	155.8	20.3	47.5	3.0	12.8	239.4	665.9	905.3
	17.2 %	*2.2 %*	*5.2 %*	*0.3 %*	*1.4 %*	*26.4 %*	*73.6 %*	*100 %*

Los mayores valores de CO_2 se encuentran en el componente suelo con 665.9 ton/ha, seguido por el componente arbóreo con 223.7 ton/ha (incluido raíces), entre ambos aportan un 98.2 % del total. El menor aporte de CO_2 corresponde a los depósitos de maderas muertas y hojarasca con 3 ton/ha y 12.8 ton/ha, respectivamente. En la Figura 83 se muestran el stock de CO_2 por componentes principales (árboles, raíces, hojarasca, maderas muertas y suelo).

4.4.6 Carbono total del estrato

El stock total de CO_2 para el estrato ***Bosque Latifoliado Húmedo*** fluctúa entre 592 millones de toneladas y 714 millones de toneladas. Esto considera todos los componentes vegetales y de suelo medidos en el INF-RD (Figura 84).

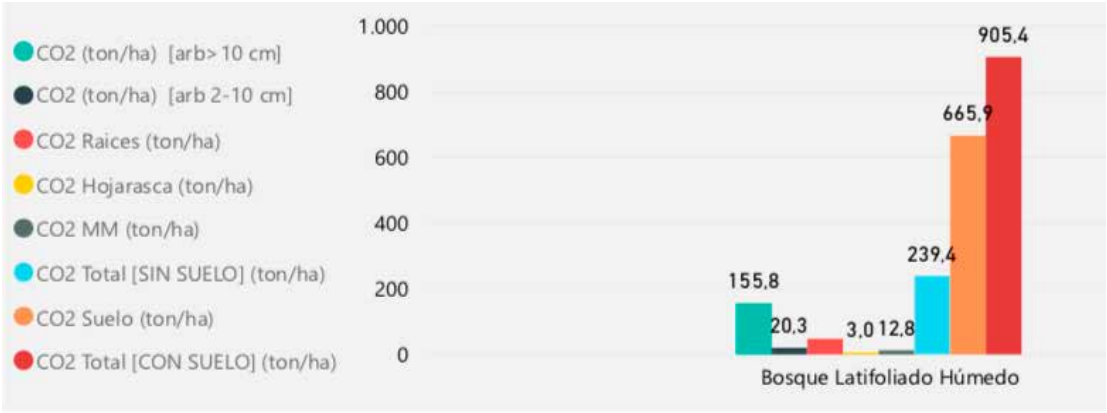


Figura 83. Valores medios de Stock de CO_2 por componentes vegetales y de suelo para el *Bosque Latifoliado Húmedo.*

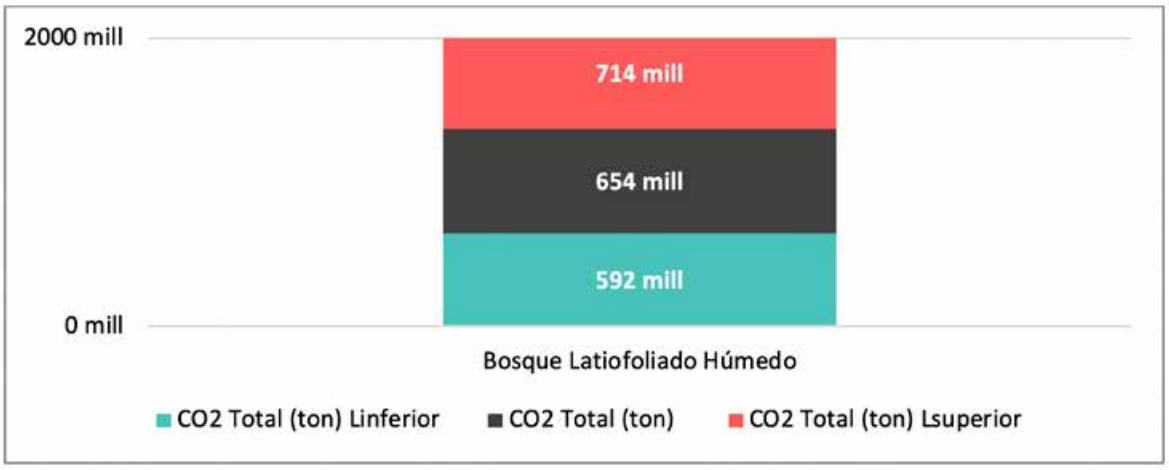


Figura 84. Existencias de CO_2 y sus límites para el *Bosque Latifoliado Húmedo.*

Se muestra, además, la participación de los diferentes componentes vegetales y de suelo relacionado con el stock total de CO_2 calculado para el estrato. El depósito suelo, árboles y raíces son los que presentan la mayor cantidad de captura de CO_2. En la Figura 85 se observa las proporciones para cada depósito.

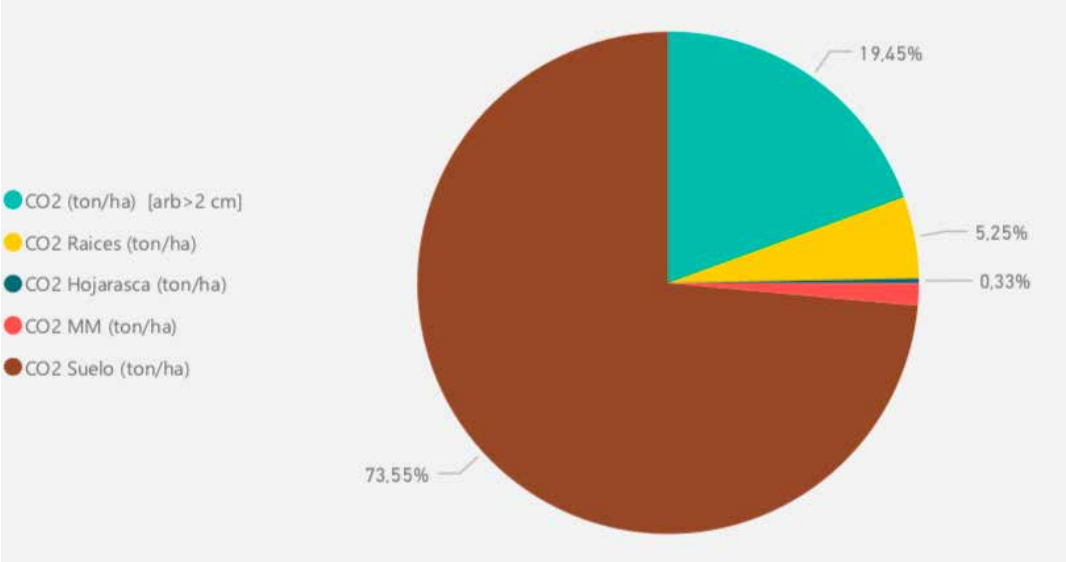


Figura 85. Proporción de CO_2 por componente vegetal y de suelo para el *Bosque Latifoliado Húmedo.*

4.5 INFORMACIÓN GENERAL ESTRATO *BOSQUE LATIFOLIADO NUBLADO*

La superficie que considera este estrato asciende a 129,548 hectáreas (7.1 %), con una existencia estimada de 130,144,266 toneladas de CO_2 equivalente (7.1 % del total), estimado con un error de muestreo del 17.9. En el Cuadro 57 se indica la cantidad de parcelas, superficie, existencia de carbono por hectárea y total, las proporciones en base a los totales del inventario y otros aspectos asociados al estrato arbóreo.

Cuadro 57. Información general para el *Bosque Latifoliado Nublado.*

Tipo de Bosque	Parcelas Fase I	Parcelas Fase II	Total Parcelas	Superficie (Ha)	Proporcion superficie (%)	CO2 Total (con suelo) (ton/ha)	Error de muestreo (%)	CO2 eq Total (ton)
Bosque Latifoliado Húmedo	5	6	11	129,548	7.1	1004.6	17.9	130,144,266

4.5.1 Proporción de componentes vegetales para el estrato

Para este estrato, compuesto por 11 unidades de muestreo, la proporción del total de individuos de especies arbóreas de los componentes vegetales es de 2.6 % para las especies ≥ 10 cm de DAP, 13.9 % para las que tienen un DAP entre 2 cm y 9.9 cm y para la regeneración natural DAP < 2 cm es de 83.5 % (Figura 86).

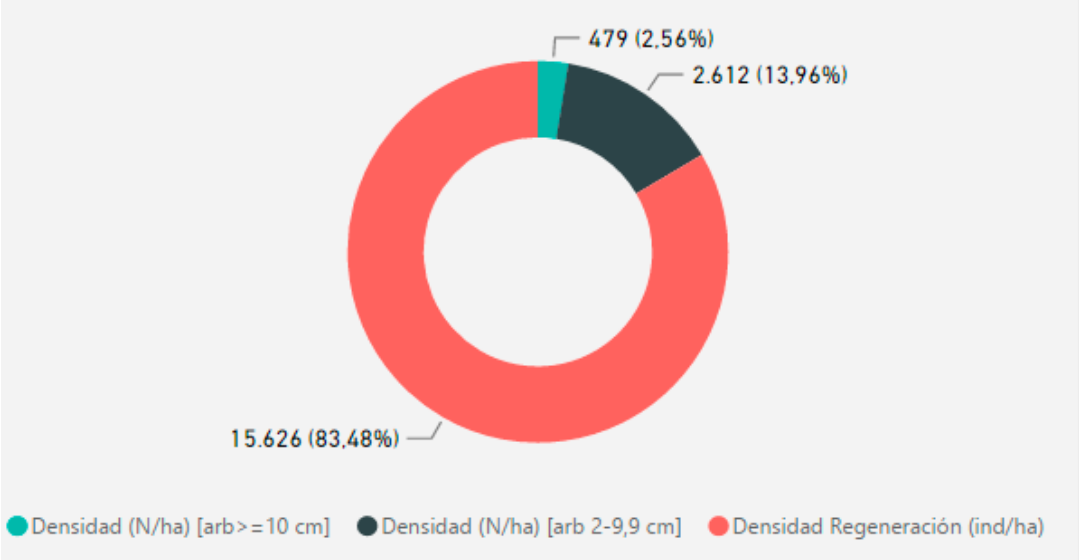


Figura 86. Proporción de componentes vegetales para el *Bosque Latifoliado Nublado.*

4.5.2 Dasometría y existencias para el estrato por componentes vegetales

En el Cuadro 58 se muestran en detalle los valores de dasometría y existencia para cada componente arbóreo evaluado. La cobertura de copa total es de 144.1 m^2/ha y de esta los árboles mayores a 10 cm de DAP representan el 46.4 %, en tanto que el de los árboles entre 2 y 9.9 cm el 53.6 %. Respecto a las existencias, los árboles mayores a 10 cm de DAP acumulan el 91.2 % del volumen y el 89.2 % del CO_2 equivalente del estrato arbóreo (árboles mayores a 2 cm de DAP) del *Bosque Latifoliado Nublado.*

Cuadro 58. Dasometría y existencias para el *Bosque Latifoliado Nublado.*

Bosque Latifoliado Nublado			
Variable	**Árboles**		
	> 2 cm	**(2 - 9.9 cm)**	**> 10 cm**
DAP (cm)	13.8	4.8	19.5
DCM (cm)	8.3	5.2	22.2
Altura (m)	8.5	4.9	10.9
Cobertura copa (m²/ha)	144.1	77.2	66.9
AB (m²/ha)	24.9	5.1	19.8
Densidad (N/ha)	3,091	2,612	479
Vol (m³/ha)	169.4	14.9	154.5
Biomasa (ton/ha)	128.6	13.9	114.7
Carbono (ton/ha)	64.3	6.9	57.4
CO_2 (ton/ha)	235.7	25.4	210.3

4.5.3 Densidad en árboles o individuos por hectárea por componente vegetal

En el Cuadro 59 se indica los valores de densidad en número de árboles o individuos por hectárea para todos los componentes vegetales medidos, con su respectivo intervalo de confianza (Límite inferior y Límite superior). Para las especies mayores (≥ 10 cm de DAP), la densidad es de 479 árboles/ha, este es el componente arbóreo con menor cantidad de árboles, las especies entre 2 cm y 9.9 cm de DAP tienen 2,612 árboles/ha. El componente de especies correspondientes a arbustos, lianas y bambúes es el que posee la mayor cantidad de individuos con 16,421 individuos/ha.

Cuadro 59. Densidad de árboles por hectárea por componente vegetal para el *Bosque Latifoliado Nublado.*

Nombre Variable	Bosque Latifoliado Nublado
Densidad (N/ha) [arb>10 cm]	479
Densidad (N/ha) [arb>10 cm]LInferior	400
Densidad (N/ha) [arb>10 cm]LSuperior	559
Densidad (N/ha) [arb 2-10 cm]	2.612
Densidad (N/ha) [arb 2-10 cm]LInferior	1.475
Densidad (N/ha) [arb 2-10 cm]LSuperior	3.750
Densidad Regeneración (ind/ha)	15.626
Densidad Regeneración (ind/ha)LInferior	5.708
Densidad Regeneración (ind/ha)LSuperior	25.544
Densidad ALB (ind/ha)	16.421
Densidad ALB (ind/ha)LInferior	10.838
Densidad ALB (ind/ha)LSuperior	22.004
Densidad Herbáceas (ind/ha)	12.727
Densidad Herbáceas (ind/ha)LInferior	-2.021
Densidad Herbáceas (ind/ha)LSuperior	27.475

ALB: arbustos, lianas y bambúes

En la Figura 87 se muestra la densidad media acumulada para las especies arbóreas y densidad herbácea para el estrato *Bosque Latifoliado Nublado,* árboles o individuos por hectárea. Se incluyen las mediciones en Unidad de Muestreo Principal y todas las subparcelas.

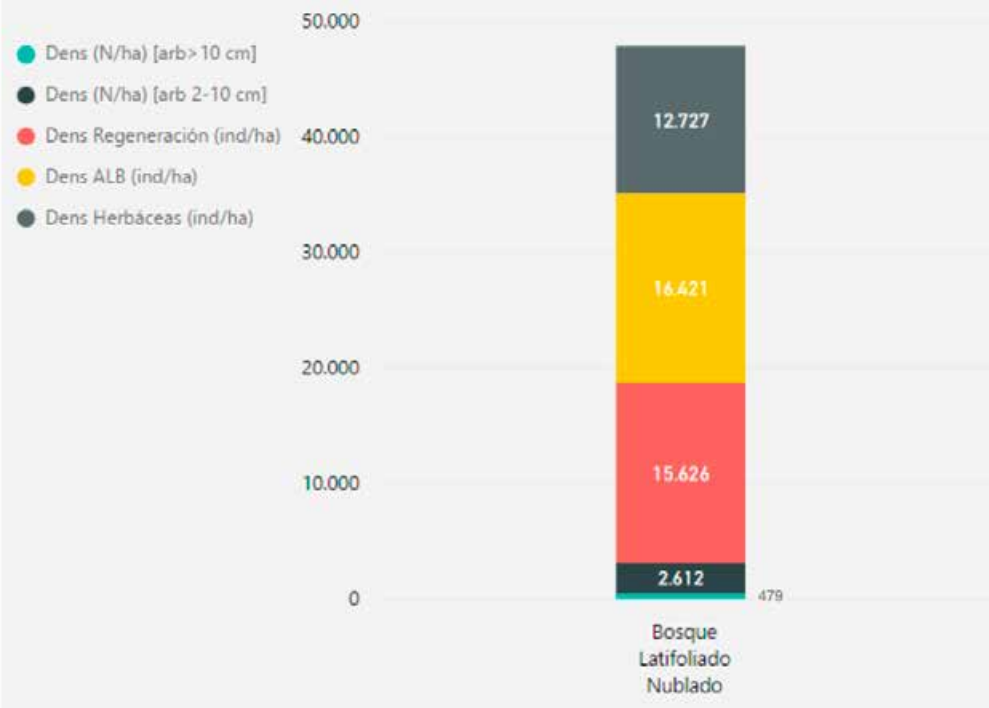


Figura 87. Número promedio de individuos por componente vegetal para el *Bosque Latifoliado Nublado.*

4.5.4 Número de especies promedio del estrato

En el Cuadro 60 y Figura 88 se muestra el número de especies que participan en los diferentes componentes vegetales para el estrato *Bosque Latifoliado Nublado*. La mayor diversidad se presenta para las especies arbóreas con DAP ≥ 10 cm, con 10 especies distintas identificadas por parcela en promedio, seguido por el componente de especies arbóreas con DAP entre 2 y 9.9 cm (9 especies/parcela).

Cuadro 60. Número de especies promedio por componente vegetal en el *Bosque Latifoliado Nublado* (especie/parcela).

Tipo Bosque	Especies Arbóreas [> 10 cm]	Especies Arbóreas [2-10 cm]	Especies RAN	Especies ALB	Especies UVH	Especies Totales
Bosque Latifoliado Nublado	10	8	3	3	0	19

RAN: regeneración. ALB: arbustos, lianas y bambúes. UVH: herbáceas

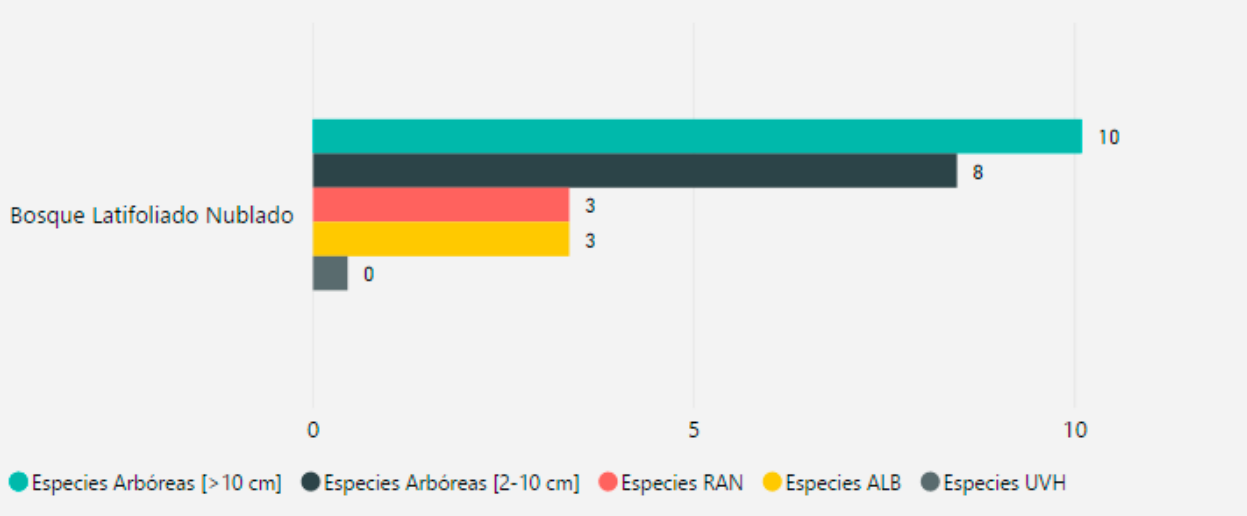


Figura 88. Número de especies promedio (especies/parcela) por componente vegetal para el *Bosque Latifoliado Nublado.*

4.5.5 Carbono por hectárea por componente vegetal y suelo

Se muestra a continuación los resultados promedios del stock de CO2 para cada uno de los depósitos vegetales y de suelo obtenidos en el estrato ***Bosque Latifoliado Nublado*** (Cuadro 61).

Cuadro 61. Stock de CO2 para los depósitos considerados (en ton/ha).

Estrato	CO_2 arb>10 cm	CO_2 arb 2-10 cm	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Total (sin suelo)	CO_2 Suelo	CO_2 Total con suelo
Bosque Latifoliado Nublado	210.3	25.4	63.6	1.4	66.9	367.6	637.0	1,004.6
	20.9 %	*2.5 %*	*6.3 %*	*0.1 %*	*67.0 %*	*36.6 %*	*63.4 %*	*100 %*

Los mayores valores de CO2 se encuentran en el componente suelo con 637 ton/ha, seguido por el componente arbóreo con 299.4 ton/ha (incluido raíces), entre ambos aportan un 93 % del total. El menor aporte de CO2 corresponde al depósito de hojarasca con 1.4 ton/ha. En este estrato, el componente maderas muertas es significativo en el aporte al stock de CO2, con 66.9 ton/ha, representando cerca de un 7.0 % del stock total de CO2 promedio. Es relevante también en este caso que el aporte de CO2 de la biomasa está por sobre el stock acumulado en el suelo. En la Figura 89 se muestran graficados y agrupados los componentes principales (árboles, raíces, hojarasca, maderas muertas y suelo).

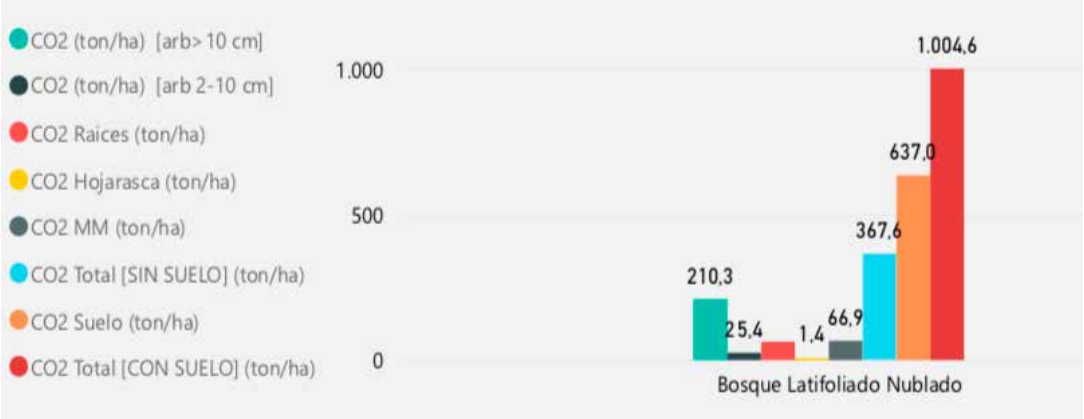


Figura 89. Valores medios de stock de CO2 por componente vegetal y suelo para el *Bosque Latifoliado Nublado.*

4.5.6 Carbono total del estrato

El stock total de CO_2 para el estrato ***Bosque Latifoliado Nublado*** fluctúa entre 107 millones de toneladas y 153 millones de toneladas. Esto considera todos los componentes vegetales y de suelo medidos en el INF-RD (Figura 90).

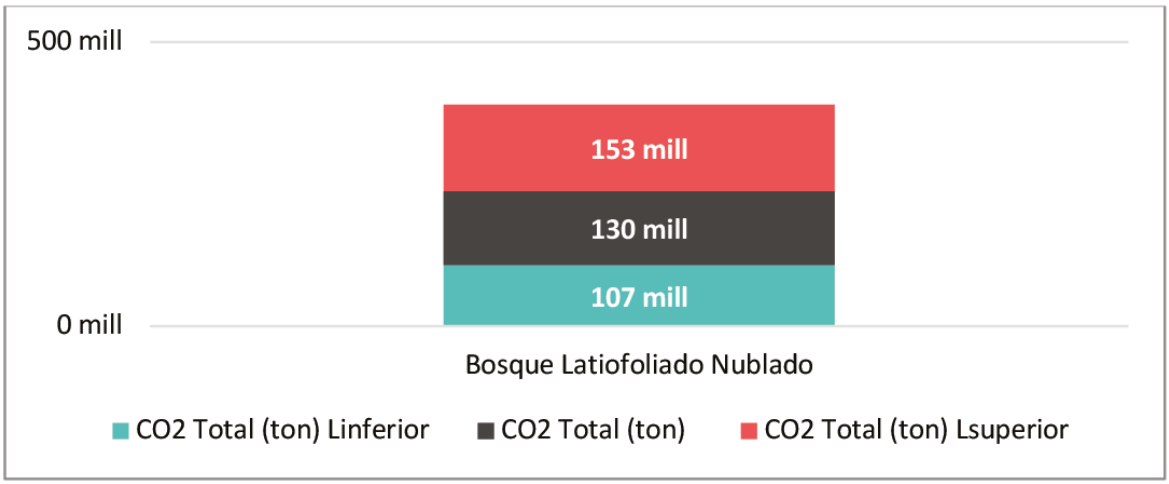


Figura 90. Existencia de CO_2 y sus límites para el *Bosque Latifoliado Nublado.*

Se muestra, además, la participación de los diferentes componentes vegetales y de suelo relacionados con el stock total de CO_2 calculado para el estrato. El depósito suelo, árboles y raíces son los que presentan la mayor cantidad de captura de CO_2. En la Figura 91 se observa las proporciones para cada depósito.

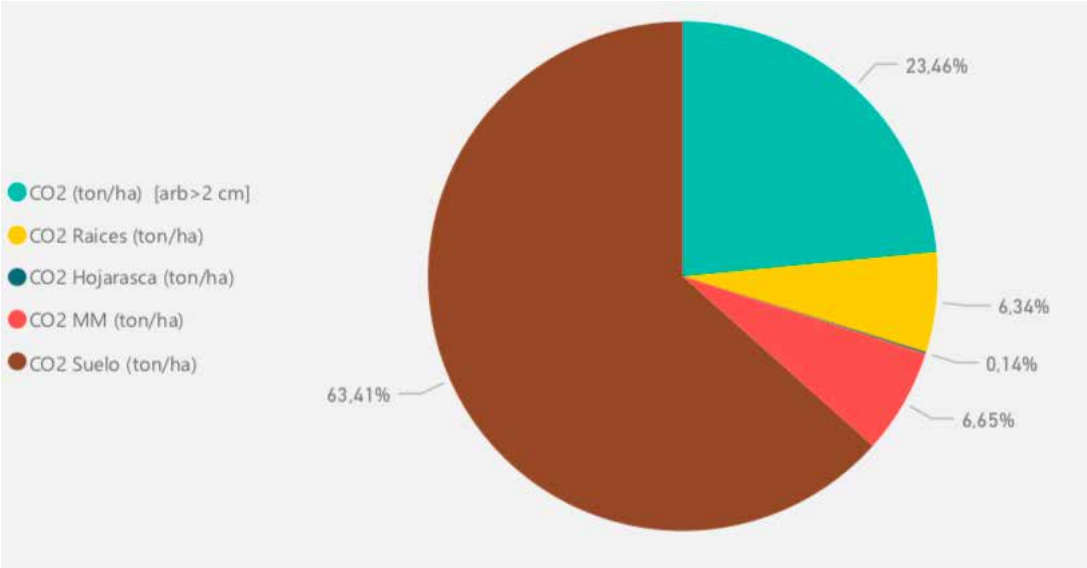


Figura 91. Proporción de CO_2 por componente vegetal y de suelo para el *Bosque Latifoliado Nublado.*

4.6 INFORMACIÓN GENERAL ESTRATO *BOSQUE LATIFOLIADO SEMIHÚMEDO*

La superficie que considera este estrato asciende a 275,646 ha (15.2 %) y fija 366,844,125 toneladas de CO_2 equivalente un (20 % del total de los bosques de República Dominicana), estimado con un error de muestreo del 5.6 %. En el Cuadro 62 se indica la cantidad de parcelas, superficie, existencia de carbono por hectárea y total, las proporciones con base en los totales del inventario y otros aspectos asociados al estrato arbóreo.

Cuadro 62. Información general para el *Bosque Latifoliado Semihúmedo.*

Tipo de Bosque	Parcelas Fase I	Parcelas Fase II	Total Parcelas	Superficie (Ha)	Proporcion superficie (%)	CO2 Total (con suelo) (ton/ha)	Error de muestreo (%)	CO2 eq Total (ton)
Bosque Latifoliado SemiHúmedo	13	104	117	275,646	15.4	1,133.4	5.6	366,844,125

4.6.1 Proporción de componentes vegetales para el estrato

Para este estrato, compuesto por 117 unidades de muestreo, la proporción del total de individuos de especies arbóreas de los componentes vegetales es de 1.1 % para las especies ≥ 10 cm de DAP, 11.6 % para las que tienen un DAP entre 2 cm y 9.9 cm y para la regeneración natural compuesta por especies < 2 cm de DAP es de 87.4 % (Figura 92).

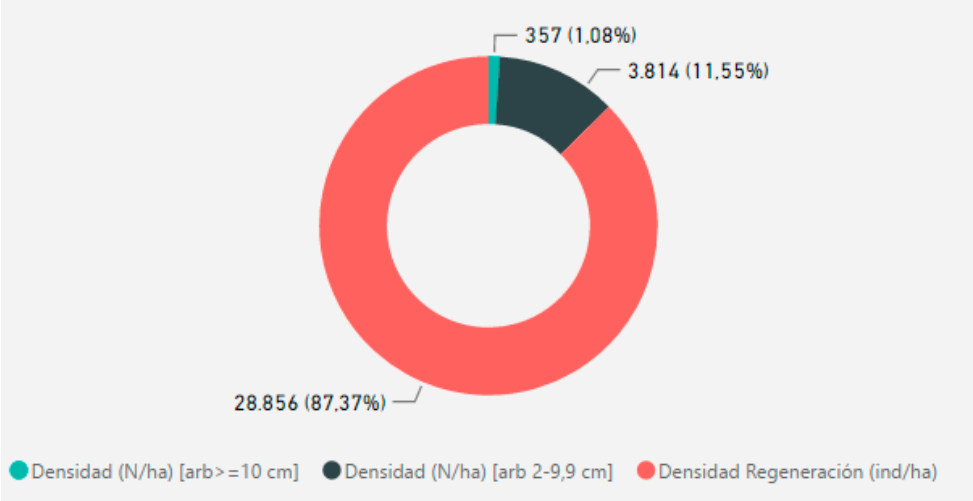


Figura 92. Proporción de componentes vegetales para el *Bosque Latifoliado Semihúmedo.*

4.6.2 Dasometría y existencias para el estrato por componentes vegetales

En el Cuadro 63 se muestran en detalle los valores de dasometría y existencia para cada componente arbóreo evaluado. La cobertura de copa de los árboles mayores a 10 cm de DAP alcanza a 69.4 m^2/ha, en tanto que los árboles entre 2 y 9.9 cm la superan con 81.5 m^2/ha. Respecto a las existencias, los árboles mayores a 10 cm de DAP acumulan el 72.6 % del volumen y el 67.7 % del CO_2 equivalente del estrato arbóreo (árboles mayores a 2 cm de DAP) del *Bosque Latifoliado Semihúmedo.*

Cuadro 63. Dasometría y existencias para el *Bosque Latifoliado Semihúmedo* según componente.

Bosque Latifoliado Semihúmedo			
Variable	**Árboles**		
	> 2 cm	**(2 - 9.9 cm)**	**>10 cm**
DAP (cm)	9.8	4.4	16.5
DCM (cm)	6.5	4.7	18.0
Altura (m)	6.4	4.7	8.6
Cobertura copa (m²/ha)	148.1	81.5	69.4
AB (m²/ha)	15.9	6.4	9.5
Densidad (N/ha)	4,171	3,814	357
Vol (m³/ha)	66.8	18.3	48.5
Biomasa (ton/ha)	58.2	18.8	39.4
Carbono (ton/ha)	29.1	9.4	19.7
CO_2 (ton/ha)	106.6	34.4	72.2

4.6.3 Densidad en árboles o individuos por hectárea por componente vegetal

En el Cuadro 64 se indican los valores de densidad, en número de árboles o individuos por hectárea, para todos los componentes vegetales medidos, con su respectivo intervalo de confianza (Límite inferior y Límite superior). Para las especies mayores (≥ 10 cm de DAP), la densidad es de 357 árboles/ha, siendo el componente con menor cantidad de individuos. Las especies herbáceas son las que poseen mayor cantidad de individuos con 53,078 individuos/ha. La vegetación compuesta por lianas, bambú o arbustos (ALB) llega a 12,210 individuos/ha.

Cuadro 64. Densidad en árboles por hectárea por componente vegetal para el *Bosque Latifoliado Semihúmedo* (media e intervalo de confianza).

Nombre Variable	Bosque Latifoliado Semihúmedo
Densidad (N/ha) [arb>10 cm]	357
Densidad (N/ha) [arb>10 cm]LInferior	327
Densidad (N/ha) [arb>10 cm]LSuperior	388
Densidad (N/ha) [arb 2-10 cm]	3.814
Densidad (N/ha) [arb 2-10 cm]LInferior	3.395
Densidad (N/ha) [arb 2-10 cm]LSuperior	4.233
Densidad Regeneración (ind/ha)	28.856
Densidad Regeneración (ind/ha)LInferior	23.553
Densidad Regeneración (ind/ha)LSuperior	34.160
Densidad ALB (ind/ha)	12.210
Densidad ALB (ind/ha)LInferior	10.735
Densidad ALB (ind/ha)LSuperior	13.684
Densidad Herbáceas (ind/ha)	53.078
Densidad Herbáceas (ind/ha)LInferior	32.081
Densidad Herbáceas (ind/ha)LSuperior	74.075

ALB: arbustos, lianas y bambúes.

En la Figura 93 se grafica la densidad media acumulada para las especies arbóreas, densidad herbácea y densidad de arbustos, lianas y bambúes para el estrato ***Bosque Latifoliado Semihúmedo,*** árboles o individuos por hectárea. Se incluyen las mediciones en la Unidad de Muestreo Principal y todas las subparcelas.

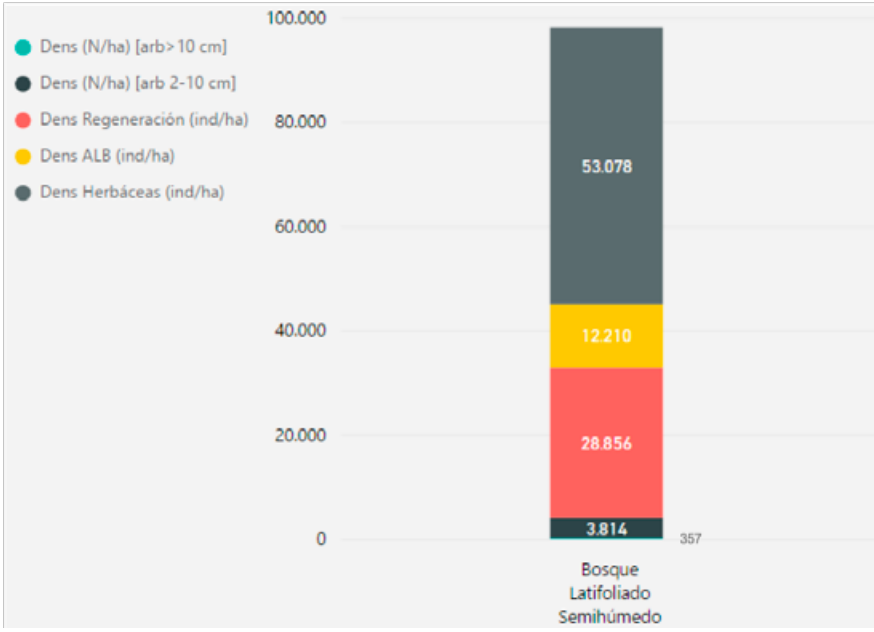


Figura 93. Número promedio de individuos por componente vegetal para el *Bosque Latifoliado Semihúmedo.*

4.6.4 Número de especies promedio del estrato

En el Cuadro 65 y Figura 94 se muestra el número de especies que participan en los diferentes componentes vegetales para el estrato ***Bosque Latifoliado Semihúmedo.*** La mayor diversidad se presenta para las especies arbóreas con DAP entre 2 y 9.9 cm, con un promedio de 10 especies distintas identificadas por parcela, seguido por el componente de especies arbóreas con DAP ≥ 10 cm (9 especies/parcela).

Cuadro 65. Número de especies promedio por componente vegetal *Bosque Latifoliado Semihúmedo* (especie/parcela).

Tipo Bosque	Especies Arbóreas [> 10 cm]	Especies Arbóreas [2-10 cm]	Especies RAN	Especies ALB	Especies UVH	Especies Totales
Bosque Latifoliado Semihúmedo	9	9	4	4	1	20

RAN: regeneración. ALB: arbustos, lianas y bambúes. UVH: herbáceas

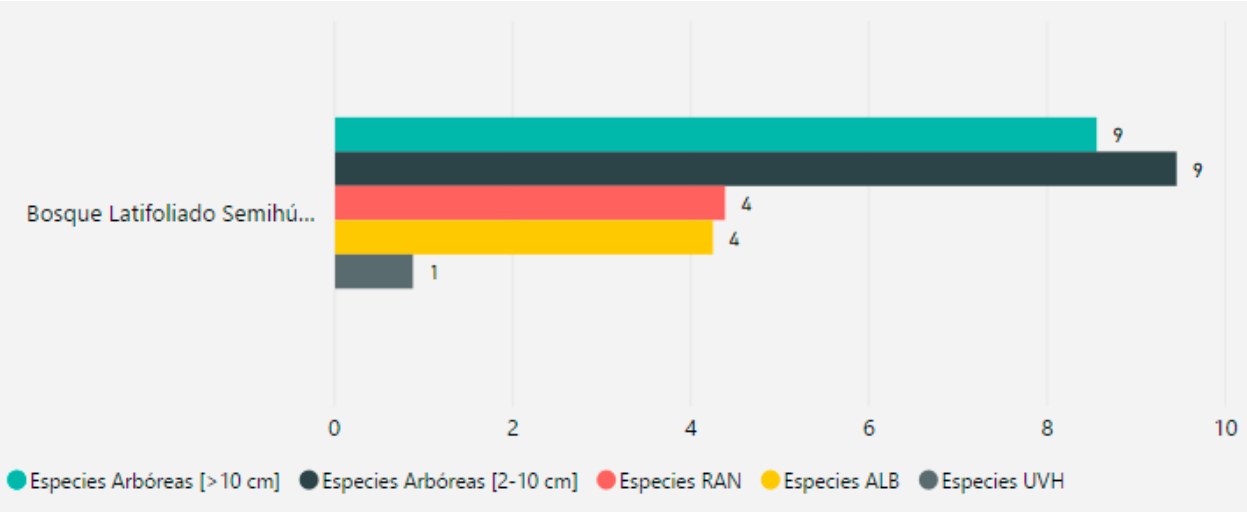


Figura 94. Número de especies promedio (especies/parcela) por componente vegetal para el *Bosque Latifoliado Semihúmedo.*

4.6.5 Carbono por componente vegetal y suelo

Se muestra a continuación los resultados promedios del stock de CO2 para cada uno de los depósitos vegetales y de suelo obtenidos en el estrato *Bosque Latifoliado Semihúmedo* (Cuadro 66).

Cuadro 66. Stock de CO_2 para los depósitos considerados (ton/ha).

ESTRATO	CO_2 arb>10 cm	CO_2 arb 2-10 cm	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Total (sin suelo)	CO_2 Suelo	CO_2 Total con suelo
Bosque Latifoliado Semihúmedo	72.2	34.4	28.8	2.9	7.6	145.9	987.5	1,133.4
	6.4 %	*3.0 %*	*2.5 %*	*0.3 %*	*0.7 %*	*12.9 %*	*87.1 %*	*100 %*

Los mayores valores de CO2 se encuentran en el componente suelo con 987.5 ton/ha, seguido por el componente arbóreo con 135.4 ton/ha (incluido raíces), entre ambos aportan un 99 % del total. El menor aporte de CO2 corresponde a los depósitos de hojarasca y raíces con 2.9 ton/ha y 7.6 ton/ha, respectivamente. En la Figura 95 se muestran el stock de CO2 por componentes principales (árboles, raíces, hojarasca, maderas muertas y suelo).



Figura 95. Valores medios de stock de CO_2 por componentes vegetales y de suelo para el *Bosque Latifoliado Semihúmedo.*

4.6.6 Carbono total del estrato

El stock total de CO_2 para el estrato ***Bosque Latifoliado Semihúmedo*** fluctúa entre 346 millones de toneladas y 387 millones de toneladas, con un promedio de 367 millones de toneladas. Esto considera todos los componentes vegetales y de suelo medidos en el INF-RD (Figura 96).

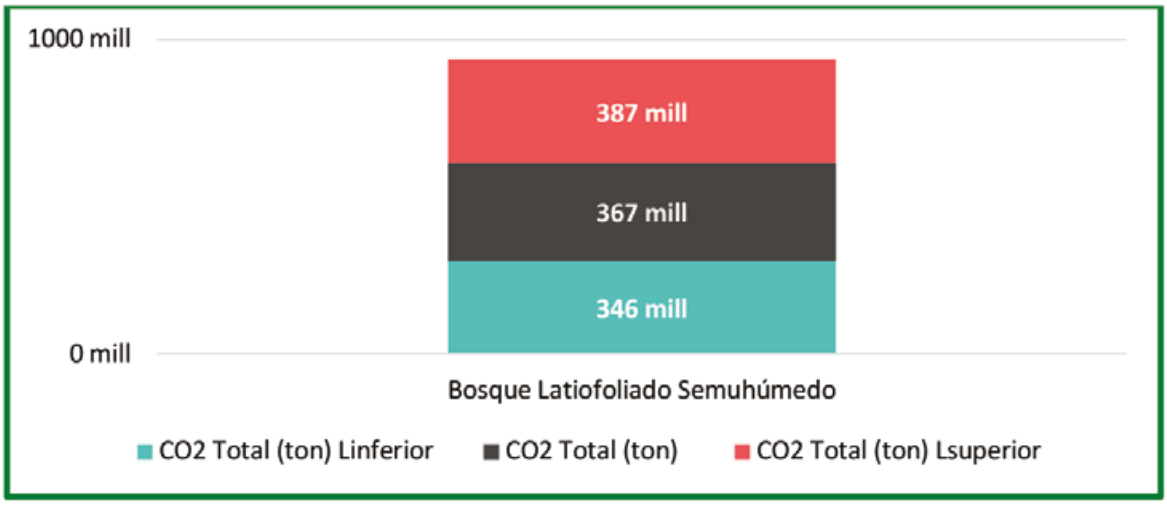


Figura 96. Existencias de CO_2 y sus límites para el *Bosque Latifoliado Semihúmedo.*

Se muestra además la participación de los diferentes componentes vegetales y de suelo relacionado con el stock total de CO_2 calculado para el estrato. El depósito suelo, árboles y maderas muertas son los que presentan la mayor cantidad de captura de CO_2. En la Figura 97 se observa las proporciones para cada depósito.

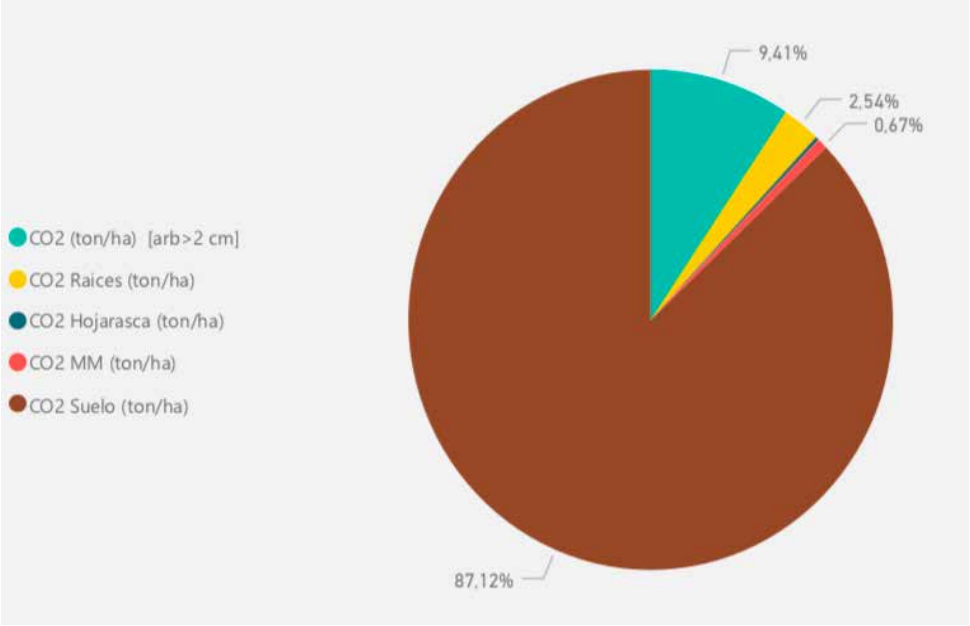


Figura 97. Proporción de CO_2 por componente vegetal y suelo para el *Bosque Latifoliado Semihúmedo.*

4.7 INFORMACIÓN GENERAL ESTRATO *BOSQUE SECO*

La superficie que considera este estrato asciende a 409,593 hectáreas (22.6 %), en las cuales existe un stock de 453,378,859 toneladas de CO2 equivalente (24.7 % del total), estimado este con un error de muestreo del 8.6 %. En el Cuadro 67 se indica la cantidad de parcelas, superficie, existencia de carbono por hectárea y total, las proporciones en base a los totales del inventario y otros aspectos asociados al estrato arbóreo.

Cuadro 67. Información general para el *Bosque Seco.*

Tipo de Bosque	Parcelas Fase I	Parcelas Fase II	Total Parcelas	Superficie (Ha)	Proporcion superficie (%)	CO2 Total (con suelo) (ton/ha)	Error de muestreo (%)	CO2 eq Total (ton)
Bosque Seco	26	45	71	409,593	22.6	1,106.9	8.6	453,378,859

4.7.1 Proporción de componentes arbóreos para el estrato

Para el estrato ***Bosque Seco,*** se evaluaron 71 Unidades de Muestreo, la proporción del total de individuos de especies arbóreas es de 0.9 % para las especies ≥ 10 cm de DAP, 12.5 % para las que tienen un DAP entre 2 cm y 9.9 cm y para la regeneración natural compuesta por especies < 2 cm de DAP es de 86.7 % (Figura 98).

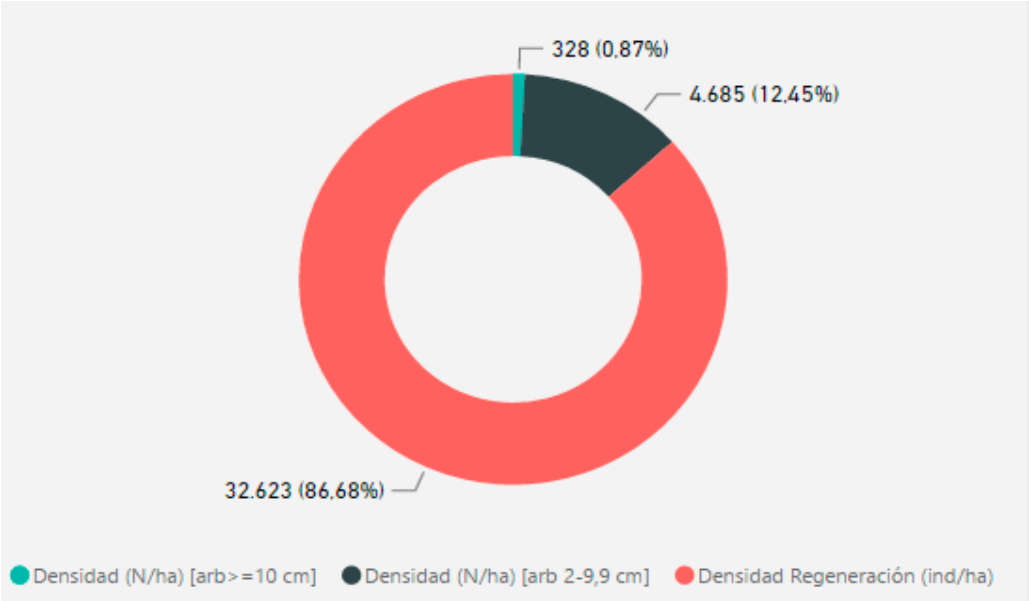


Figura 98. Proporción de componentes vegetales para el *Bosque Seco,* INF-RD.

4.7.2 Dasometría y existencias para el estrato

En el Cuadro 68 se muestra en detalle los valores de dasometría y existencia para cada componente arbóreo evaluado. La cobertura de copa promedio de los árboles mayores a 10 cm de DAP alcanza a 64.5 m²/ha, en tanto que el de los árboles entre 2 y 9.9 cm la supera en un 49.3 % con 96.3 m²/ha. Respecto a las existencias, los árboles mayores a 10 cm de DAP acumulan el 56.7 % del volumen y el 51.9 % del CO2 equivalente del estrato arbóreo (árboles mayores a 2 cm de DAP) del *Bosque Seco.*

Cuadro 68. Dasometría y existencia para el *Bosque Seco* según componente.

Variable	Árboles con DAP		
	> 2 cm	(2 - 9.9 cm)	> 10 cm
DAP (cm)	1	4	15
DCM (cm)	6	5	16
Altura (m)	6	4	8
Cobertura copa (m^2/ha)	157	96	65
AB (m^2/ha)	15	8	7
Densidad (N/ha)	5,014	4,685	328
Vol (m^3/ha)	51	22	29
Biomasa (ton/ha)	50	24	26
Carbono (ton/ha)	25	12	13
CO_2 (ton/ha)	92	44	48

4.7.3 Densidad (árboles o individuos por hectárea)

En el Cuadro 69 se indican los valores de densidad en número de árboles o individuos por hectárea para todos los componentes vegetales medidos, con su respectivo intervalo de confianza (Límite inferior y Límite superior). Para las especies mayores (≥ 10 cm de DAP), la densidad es de 328 árboles/ha, siendo el componente con menor cantidad de individuos. Las especies herbáceas son las que poseen mayor cantidad de individuos con 51,265 individuos/ha.

Cuadro 69. Densidad en árboles por hectárea por componente vegetal para el *Bosque Seco* (media e intervalo de confianza).

Nombre Variable	Bosque Seco
Densidad (N/ha) [arb>10 cm]	328
Densidad (N/ha) [arb>10 cm]LInferior	288
Densidad (N/ha) [arb>10 cm]LSuperior	368
Densidad (N/ha) [arb 2-10 cm]	4.685
Densidad (N/ha) [arb 2-10 cm]LInferior	4.092
Densidad (N/ha) [arb 2-10 cm]LSuperior	5.279
Densidad Regeneración (ind/ha)	32.623
Densidad Regeneración (ind/ha)LInferior	21.914
Densidad Regeneración (ind/ha)LSuperior	43.332
Densidad ALB (ind/ha)	7.259
Densidad ALB (ind/ha)LInferior	5.922
Densidad ALB (ind/ha)LSuperior	8.595
Densidad Herbáceas (ind/ha)	51.265
Densidad Herbáceas (ind/ha)LInferior	33.631
Densidad Herbáceas (ind/ha)LSuperior	68.899

En la Figura 99 se grafica la densidad media acumulada para las especies arbóreas y densidad herbácea para el estrato *Bosque Seco* (árboles o individuos por hectárea). Se incluye en esta estimación las mediciones en la parcela principal y todas las subparcelas.

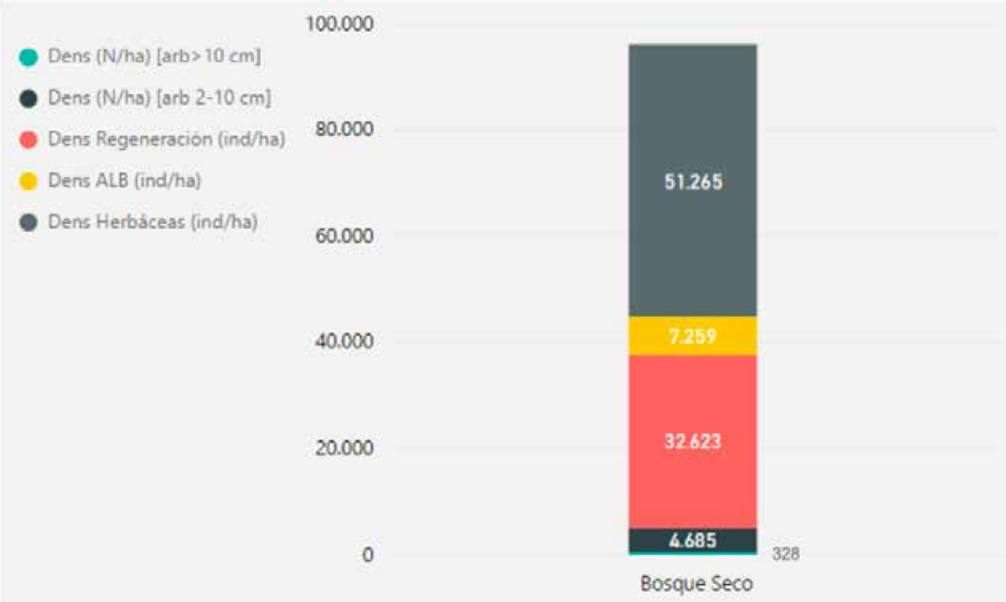


Figura 99. Número promedio de individuos por componente vegetal para el *Bosque Seco.*

4.7.4 Número de especies promedio

En el Cuadro 70 y Figura 100 se muestra el número de especies que participan en los diferentes componentes vegetales para el estrato *Bosque Seco.* La mayor diversidad se presenta para las especies arbóreas con DAP entre 2 y 9.9 cm, con un promedio de 10 especies distintas identificadas por parcela, seguido por el componente de especies arbóreas con DAP ≥ 10 cm (7 especies/parcela).

Cuadro 70. Número de especies por componente vegetal en el *Bosque Seco* (especie/parcela).

Tipo Bosque	Especies Arbóreas [> 10 cm]	Especies Arbóreas [2-10 cm]	Especies RAN	Especies ALB	Especies UVH	Especies Totales
Bosque Seco	7	10	4	3	1	18

RAN: regeneración. ALB: arbustos, lianas y bambúes. UVH: herbáceas

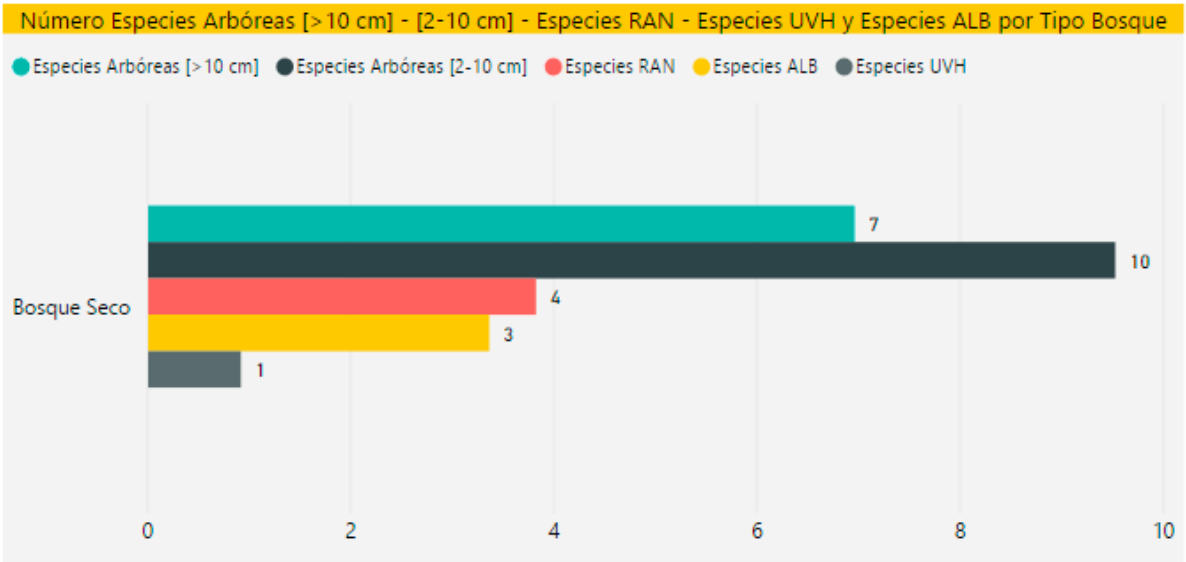


Figura 100. Número de especies promedio (especie/parcela) por componente vegetal para el *Bosque Seco.*

4.7.5 Carbono por hectárea por componente vegetal y suelo

Se muestra a continuación los resultados promedios del stock de CO2 para cada uno de los depósitos vegetales y de suelo obtenidos en el estrato *Bosque Seco* (Cuadro 71).

Cuadro 71. Stock de CO_2 para los depósitos considerados (ton/ha).

ESTRATO	CO_2 arb>10 cm	CO_2 arb 2-10 cm	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Total (sin suelo)	CO_2 Suelo	CO_2 Total con suelo
Bosque Seco	47.5	44.1	24.7	2.1	10.2	128.7	978.3	1,106.9
	4.3 %	*4.0 %*	*2.2 %*	*0.2 %*	*0.9 %*	*11.6 %*	*88.4 %*	*100 %*

Los mayores valores de CO2 se encuentran en el componente suelo con 978 ton/ha, seguido por las especies forestales con 116 ton/ha (parte aérea y raíces), y entre ambos aportan un 98.9 % del CO2 total. El menor aporte de CO2 corresponde a los depósitos de hojarasca y maderas muertas con 2.1 ton/ha y 10.2 ton/ha respectivamente. En la Figura 101 se muestran los stocks de CO2 por componentes principales (árboles, raíces, hojarasca, maderas muertas y suelo).

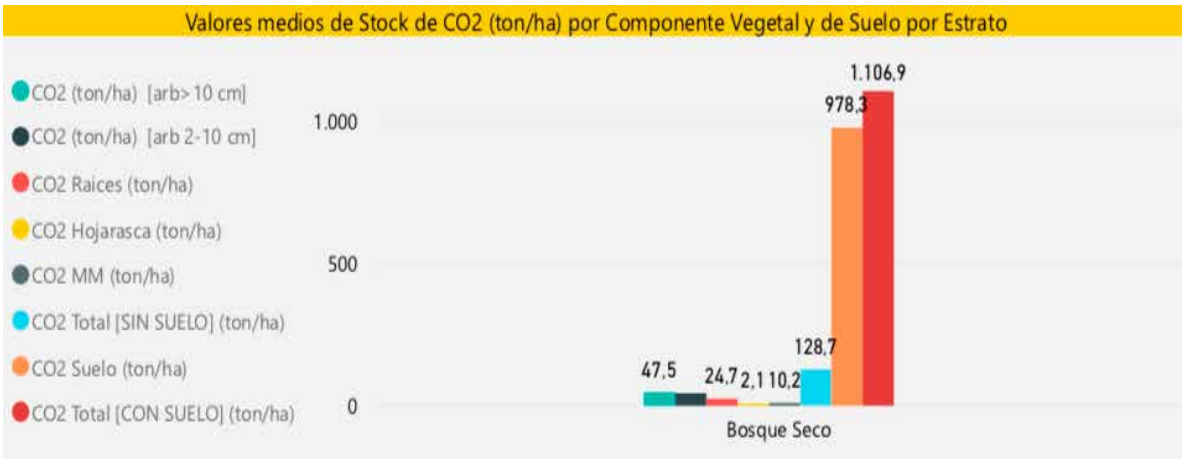


Figura 101. Valores medios de stock de CO2 en toneladas por hectárea por componentes vegetales y de suelo para *Bosque Seco.*

4.7.6 Carbono total del estrato

El stock total de CO_2 para el estrato ***Bosque Seco*** fluctúa entre 414 millones de toneladas y 492 millones de toneladas. Esto considera todos los componentes vegetales y de suelo medidos en INF-RD (Figura 102).

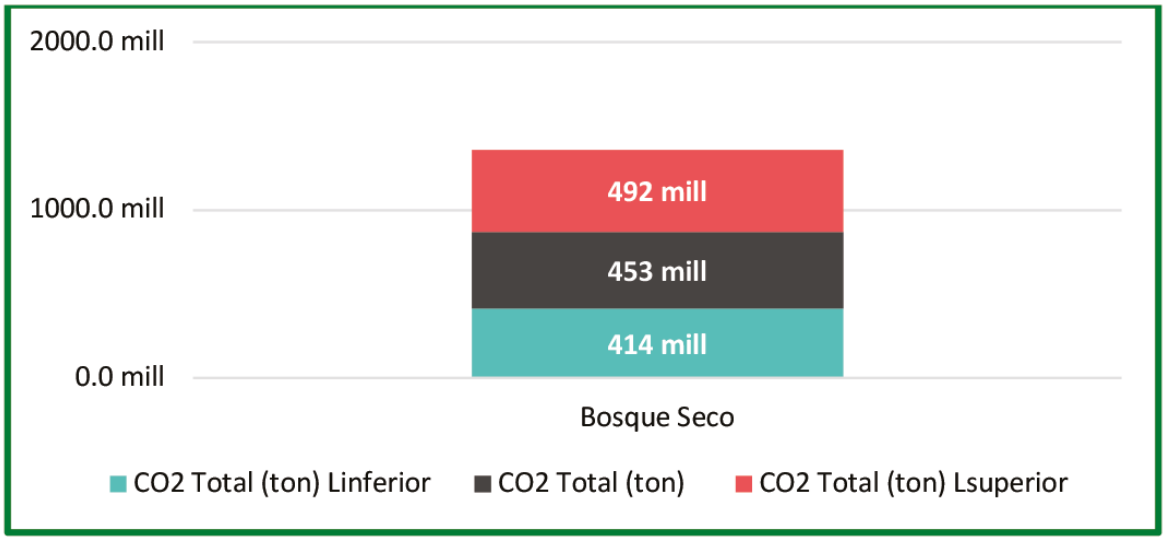


Figura 102. Existencias de CO_2 y sus límites para el *Bosque Seco.*

Se muestra, además, la participación de los diferentes componentes vegetales y de suelo relacionado con el stock total de CO_2 calculado para el estrato. El depósito suelo y árboles son los que presentan la mayor cantidad de captura de CO_2. En la Figura 103 se observan las proporciones para cada depósito.

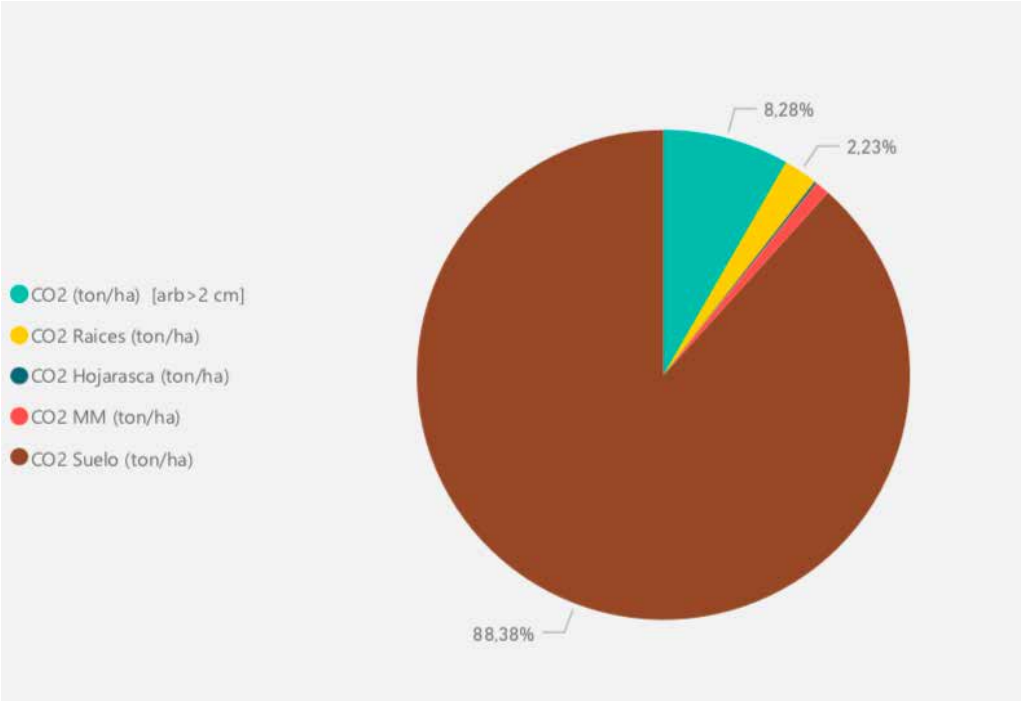


Figura 103. Proporción de CO_2 por componente vegetal y de suelo para el *Bosque Seco.*

4.8 INFORMACIÓN GENERAL DEL INF-RD

La superficie que considera el INF-RD asciende a 1,814,503 hectáreas y se determina que se logra fijar 1,833,252,290 toneladas de CO_2 equivalente, estimado con un error de muestreo del 5.1 %. En el Cuadro 72 se indica la cantidad de parcelas, superficie, existencia de carbono por hectárea y total, y las proporciones de participación de cada estrato en base a los totales del inventario para la superficie, el número de parcelas realizadas y total de CO_2 equivalente.

Cuadro 72. Información general determinada a través del INF-RD.

Tipo de Bosque	Parcelas Fase I	Parcelas Fase II	Total Parcelas	Superficie (Ha)	Proporcion superficie (%)	CO2 Total (con suelo) (ton/ha)	Error de muestreo (%)	CO2 eq Total (ton)
INF-RD	129	275	404	1,814,503	100	982.5	5.1	1,833,252,290

4.8.1 Proporción de componentes vegetales para los estratos agrupados

El inventario está compuesto por 404 unidades de muestreo, la proporción del total de individuos de especies arbóreas de los componentes vegetales es de 1.26 % para las especies ≥ 10 cm de DAP, 9.7 % para las que tienen un DAP entre 2 cm y 9.9 cm y para la regeneración natural DAP < 2 cm es de 89.1 % (Figura 104).

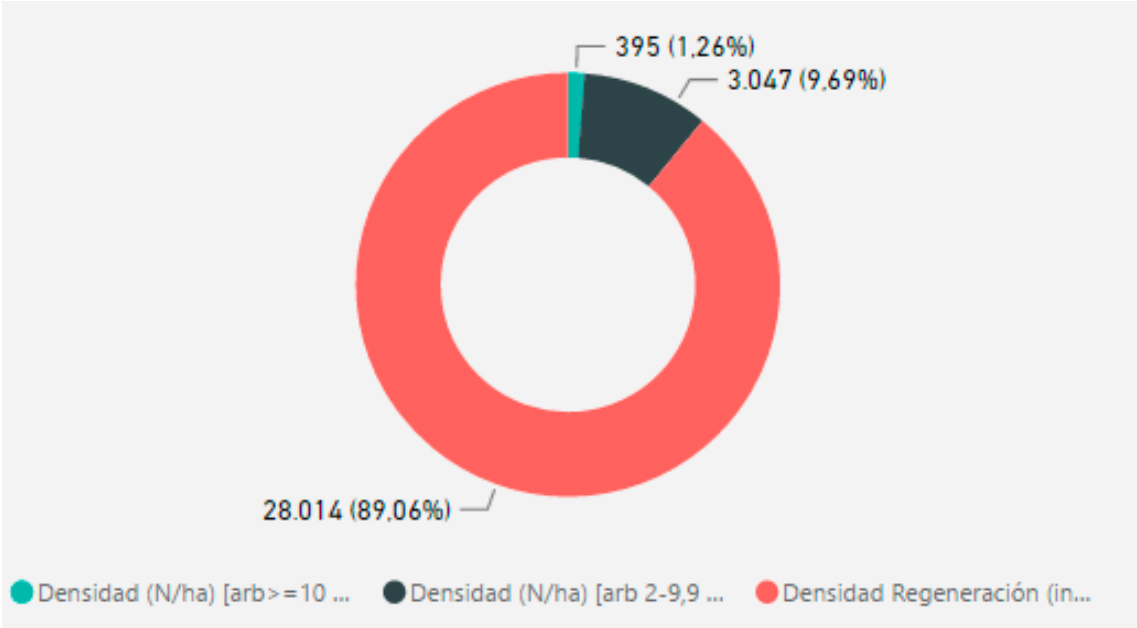


Figura 104. Proporción de componentes vegetales determinados a través del INF-RD.

4.8.2 Dasometría y existencias para los estratos agrupados por componentes vegetales

El muestreo aplicado (Fase I y II) permite estimar para los bosques de la República Dominicana, que los árboles ≥ 10 cm de DAP presentan valores medios de DAP de 18.1 cm, altura total promedio de 10.0 m, un área basal de 13.3 m^2/ha y existencias de volumen de 90.1 m^3/ha y de CO_2 de 122.8 ton/ha. En tanto, los árboles de entre 2 y 9.9 cm de DAP presentan valores medios de DAP de 4.5 cm, altura total de 4.8 m, área basal de 5.3 m^2/ha y existencias de volumen de 15.3 m^3/ha y de CO_2 de 28.8 ton/ha.

La combinación de los dos componentes anteriores permite observar las características de la vegetación desde los 2 cm de DAP para los bosques de República Dominicana. Dado que las existencias obtenidas para el volumen para

el componente arbóreo son de 105.4 m³/ha y para CO_2 es de 151.6 ton/ha, los árboles mayores a 10 cm aportan en promedio, considerando todos los tipos de bosques en su conjunto, el 43.3 % de la cobertura de copa, el 85.5 % del volumen y el 81 % del CO_2 equivalente. En el Cuadro 73 se muestra en detalle los valores de dasometría y existencias analizados.

Cuadro 73. Dasometría a y existencias a través del INF-RD para el estrato arbóreo, según componentes en las Fases I y II.

Resultados F1 + F2			
Variable	Árboles		
	> 2 cm	(2 - 9.9 cm)	>10 cm
DAP (cm)	11.9	4.5	18.1
DCM (cm)	7.6	4.8	20.0
Altura (m)	7.7	4.8	10.0
Cobertura copa (m²/ha)	170.4	90.5	82.3
AB (m²/ha)	18.5	5.3	13.3
Densidad (N/ha)	3,442	3,047	395
Vol (m³/ha)	105.4	15.3	90.1
Biomasa (ton/ha)	82.7	15.7	67.0
Carbono (ton/ha)	41.4	7.9	33.5
CO_2 (ton/ha)	151.6	28.8	122.8

4.8.3 Densidad en árboles o individuos por hectárea por componente vegetal

En el Cuadro 74 se indica los valores de densidad en número de árboles o individuos por hectárea para todos los componentes vegetales medidos, con su respectivo intervalo de confianza (Límite inferior y Límite superior). Para las especies mayores (≥ 10 cm de DAP), la densidad es de 395 árboles/ha, siendo el componente con menor cantidad de individuos. Las especies herbáceas son las que poseen mayor cantidad de individuos con 51,399 ind/ha, seguido de la regeneración arbórea con 28,014 ind/ha y la vegetación compuesta por lianas, bambú o arbustos (ALB) con 12,018 ind/ha.

Cuadro 74. Densidad de árboles por hectárea para cada componente vegetal en el estrato *Bosque Seco* (media e intervalo de confianza).

Nombre Variable	INF-RD 2018 [F1+F2]
Densidad (N/ha) [arb>10 cm]	395
Densidad (N/ha) [arb>10 cm]LInferior	369
Densidad (N/ha) [arb>10 cm]LSuperior	421
Densidad (N/ha) [arb 2-10 cm]	3.047
Densidad (N/ha) [arb 2-10 cm]LInferior	2.791
Densidad (N/ha) [arb 2-10 cm]LSuperior	3.303
Densidad Regeneración (ind/ha)	28.014
Densidad Regeneración (ind/ha)LInferior	22.831
Densidad Regeneración (ind/ha)LSuperior	33.196
Densidad ALB (ind/ha)	12.018
Densidad ALB (ind/ha)LInferior	10.747
Densidad ALB (ind/ha)LSuperior	13.288
Densidad Herbáceas (ind/ha)	51.399
Densidad Herbáceas (ind/ha)LInferior	39.884
Densidad Herbáceas (ind/ha)LSuperior	62.914

ALB: arbustos, lianas y bambúes.

En la Figura 105 se muestra la densidad media acumulada para las especies arbóreas, herbáceas y arbustos, lianas y bambúes para el bosque de República Dominicana (árboles o individuos por hectárea, según corresponda). Se incluyen las mediciones en Unidad de Muestreo Principal y todas las subparcelas.

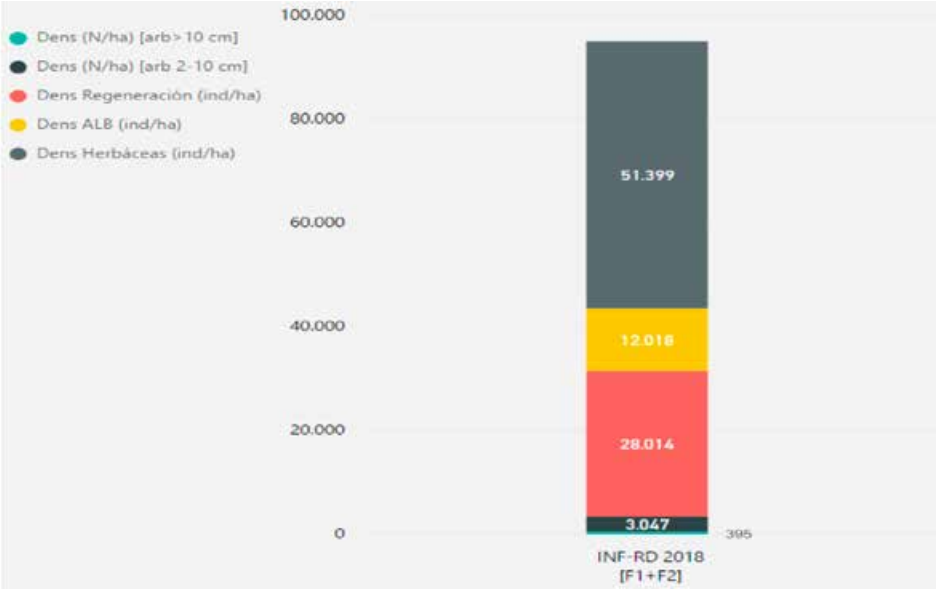


Figura 105. Número promedio de individuos por componente vegetal para el bosque de República Dominicana.

4.8.4 Promedio de especies de los bosques de República Dominicana

En el Cuadro 75 y Figura 106 se muestra el número promedio de especies que participan en los diferentes componentes vegetales para el bosque de República Dominicana. La mayor diversidad se presenta para el componente arbóreo, ya que tanto en las especies arbóreas con DAP entre 2 y 9.9 cm y las especies arbóreas con DAP ≥ 10 cm se establece que, en promedio, se logra identificar del orden de 8 especies distintas.

Cuadro 75. Número de especies promedio por componente vegetal para el bosque de República Dominicana.

Tipo Bosque	Especies Arbóreas [> 10 cm]	Especies Arbóreas [2-10 cm]	Especies RAN	Especies ALB	Especies UVH	Especies Totales
INF-RD 2018 [F1 + F2]	8	8	4	4	1	18

RAN: regeneración. ALB: arbustos, lianas y bambúes. UVH: herbáceas

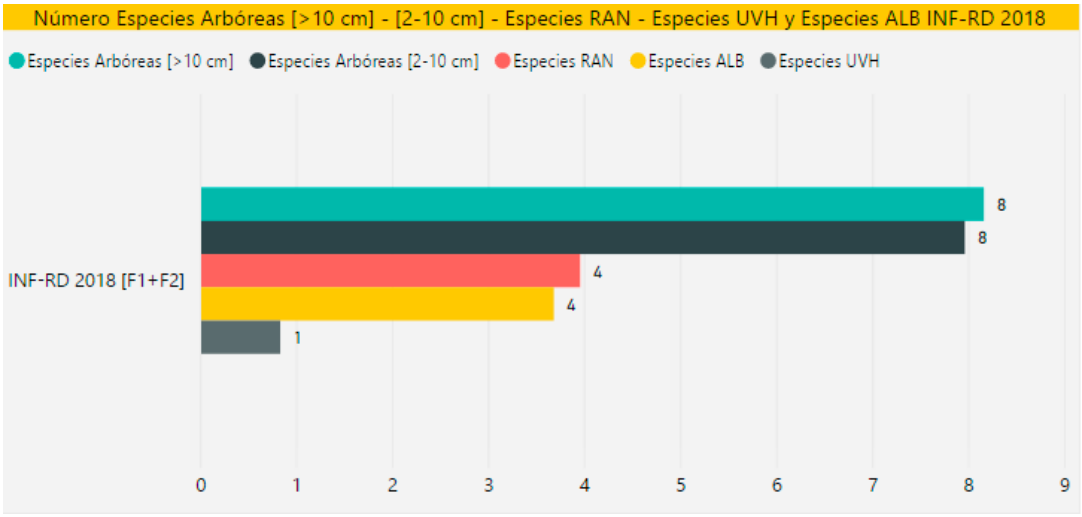


Figura 106. Número de especies promedio por componente vegetal para el bosque de la República Dominicana.

4.8.5 Carbono por hectárea por componente vegetal y suelo

Se muestra a continuación los resultados promedios del stock de CO2 para cada uno de los depósitos vegetales y de suelo obtenidos en la agregación de todos los estratos arbóreos del INF-RD (Cuadro 76).

Cuadro 76. Stock de CO para los depósitos considerados (ton/ha).

Estrato	CO_2 arb>10 cm	CO_2 arb 2-10 cm	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Total [sin suelo]	CO_2 Suelo	CO_2 Total con suelo
Total general del INF-RD	122.8	28.8	40.9	3.4	14.8	210.7	771.8	982.5
	12.5 %	*2.9 %*	*4.2 %*	*0.3 %*	*1.5 %*	*21.4 %*	*78.6 %*	*100 %*

Los mayores valores de CO2 se encuentran en el componente suelo con 771.8 ton/ha, seguido por el componente arbóreo con 192.6 ton/ha (incluido raíces), entre ambos aportan un 98.2 % del total. El menor aporte de CO2 corresponde a los depósitos de hojarasca y maderas muertas, con 3.4 ton/ha y 14.8 ton/ha respectivamente. En la Figura 107 se muestran graficados y agrupados los componentes principales (árboles, raíces, hojarasca, maderas muertas y suelo).

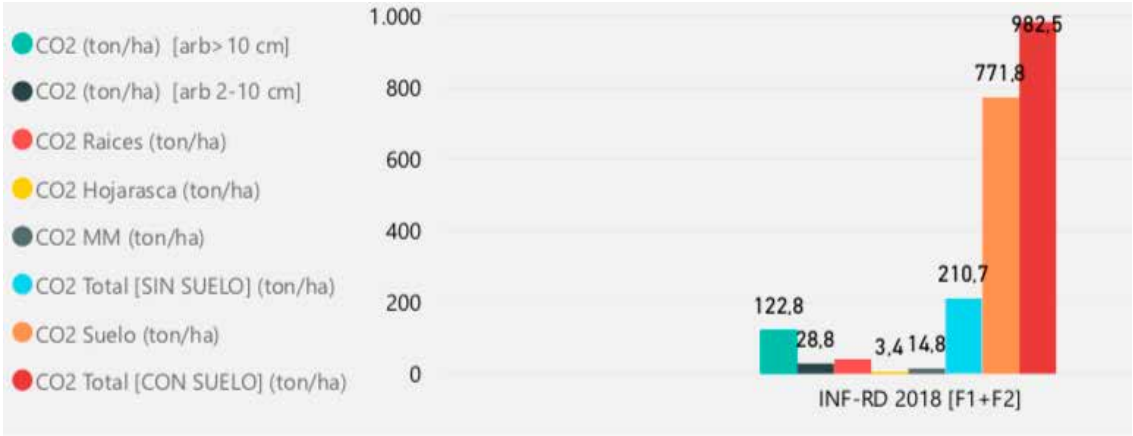


Figura 107. Valores medios de stock de CO_2 por componentes vegetales y de suelo para el bosque de República Dominicana.

4.8.6 Carbono total de todos los estratos agrupados

El stock total de CO_2 para el bosque de República Dominicana fluctúa entre 1,739 millones de toneladas y 1,926 millones de toneladas. Esto considera todos los componentes vegetales y de suelo medidos en el INF-RD (Figura 108).

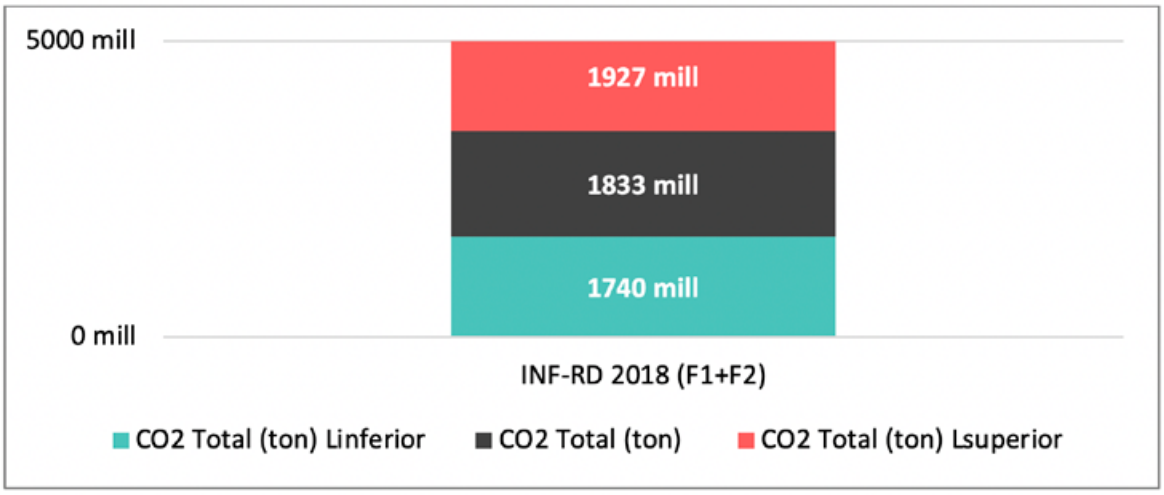


Figura 108. Existencias de CO_2 y sus límites para el bosque de República Dominicana.

Se muestra, además, la participación de los diferentes componentes vegetales y de suelo relacionado con el stock total de CO_2 calculado para el estrato. El depósito suelo, árboles y raíces son los que presentan la mayor cantidad de captura de CO_2 (Figura 109).

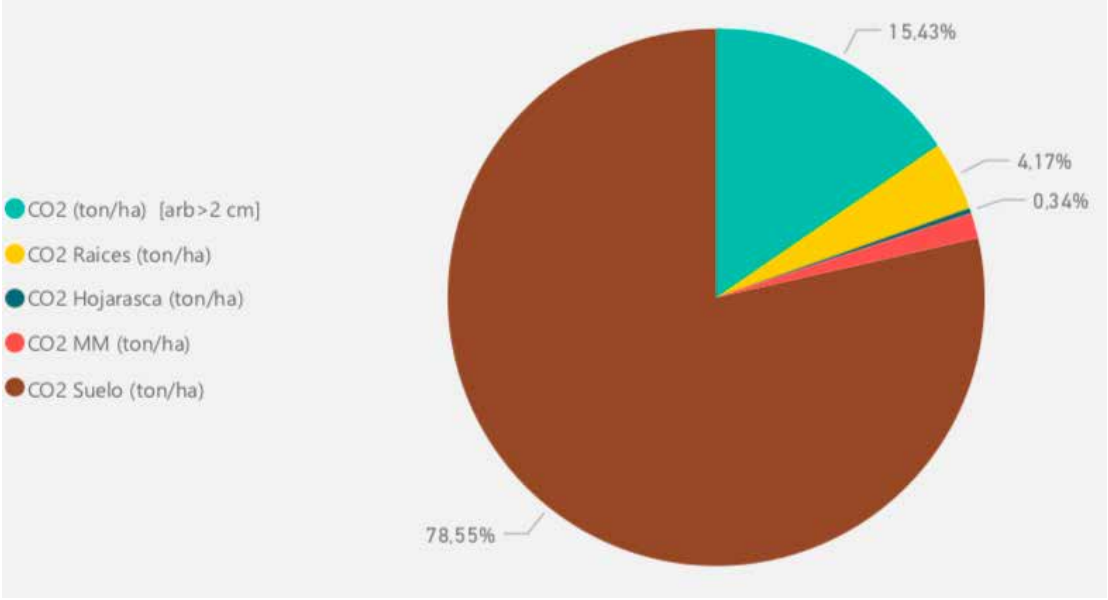


Figura 109. Proporción de CO_2 por componente vegetal y de suelo para el bosque de República Dominicana.

En el Cuadro 77 se presenta el resumen de CO2 promedio para cada sumidero y tipo de bosque del INF-RD.

Cuadro 77. Promedio de stock de CO_2 para los depósitos considerados por cada tipo de bosque (ton/ha).

Tipo de Bosque	CO_2 arb>10 cm	CO_2 arb 2-10 cm	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Total sin suelo	CO_2 Suelo	CO_2 Total con suelo
Bosque Conífero Denso	190.1	22.8	57.5	9.6	9.6	289.4	461.2	750.6
Bosque Conífero Disperso	130.8	16.3	39.7	5.2	12.2	204.3	595	799.3
Bosque de Mangle	155.2	35.4	51.5	0.9	10.1	253.1	1,119.1	1,372.2
Bosque Latifoliado Húmedo	155.8	20.3	47.5	3	12.8	239.4	665.9	905.3
Bosque Latifoliado Nublado	210.3	25.4	63.6	1.4	66.9	367.6	637	1,004.6
Bosque Latifoliado Semihúmedo	72.2	34.4	28.8	2.9	7.6	145.9	987.5	1,133.4
Bosque Seco	47.5	44.1	24.7	2.1	10.2	128.7	978.3	1,106.9
Total general	**122.8**	**28.8**	**40.9**	**3.4**	**14.8**	**210.7**	**771.8**	**982.5**



CAPÍTULO

5

Inventario de la vegetación mayor INF-RD



BOSQUE LATIFOLIADO NUBLADO EN LA RESERVA CIENTÍFICA ÉBANO VERDE
Foto tomada por: Tomás Montilla

El INF-RD consta de 404 unidades de muestreo válidas, distribuidas en los distintos tipos de bosques. Se presentan a continuación los principales resultados obtenidos para los árboles o especies ≥ 2 cm de DAP; estas incluyen las mediciones en la parcela principal (UMP especies ≥ 10 cm de DAP) y la parcela secundaria (BAM especies entre 2 cm y 9.9 cm de DAP). Los resultados consideran las variables DAP, altura total (HT), área basal (AB) y densidad (N) y las existencias obtenidas en volumen (V), biomasa (B) y carbono (CO_2).

5.1 DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO

La variable DAP es la más importante medida cuantitativa utilizada para evaluar recursos vegetacionales boscosos en pie, de manera tal de poder obtener la caracterización y desarrollo de los árboles individuales y, por ende, de las masas boscosas. Es de fácil medición, por lo que se obtiene mayor precisión con su utilización. A su vez, por relación, se puede obtener otros parámetros de gran importancia, como volumen, biomasa, diámetros de copa, crecimiento, etc.

A. DAP para especies arbóreas ≥ 10 cm por estrato

Para este componente arbóreo, el DAP medio es de 18.1 cm ± 0.5 cm, lo que implica que la estimación se realiza con un error de muestreo del 2.5 %. Los mayores diámetros se encuentran en los estratos ***Bosque Conífero Disperso*** (21.0 ± 1.6 cm; 7.5 % de error) y ***Bosque Conífero Denso*** (20.6 ± 1.6 cm; 7.5 % de error). Luego siguen el ***Bosque Latifoliado Húmedo*** (19.8 ± 0.8 cm; 4.1% de error), ***Bosque Latifoliado Nublado*** (19.5 ± 1.7 cm; 8.9 % de error), ***Bosque Latifoliado Semihúmedo*** (16.5 ± 0.6 cm; 3.6 % de error) y ***Bosque de Mangle*** (16.6 ± 1.0 cm; 6.2 % de error). El menor DAP promedio se encuentra en el estrato ***Bosque Seco*** con 14.7 cm ± 0.4 cm, vale decir, estimado con un 2.5 % de error de muestreo (Cuadro 78). En la Figura 110 se muestran los valores del DAP promedio y los errores de muestreo asociados a cada estrato del inventario así como los respectivos límites para el intervalo de confianza del 95 %.

Cuadro 78. DAP de los árboles mayores a 10 cm, media y error de muestreo por Estrato.

Tipo de Bosque	Proporción (%)	Superficie (ha)	Unidad de Muestreo	DAP (cm)	Error Muestreo (cm)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífero Denso	9.2	167,533	19	20.6	1.6	7.5
Bosque Conífero Disperso	4.6	83,340	40	21.0	1.3	6.4
Bosque de Mangle	1.5	26,991	70	16.6	1	6.2
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8	721,853	76	19.8	0.8	4.1
Bosque Latifoliado Nublado	7.1	129,548	11	19.5	1.7	8.9
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2	275,646	117	16.5	0.6	3.6
Bosque Seco	22.6	409,593	71	14.7	0.4	2.5
Promedio general	**100**	**1,814,503**	**404**	**18.1**	**0.5**	**2.5**

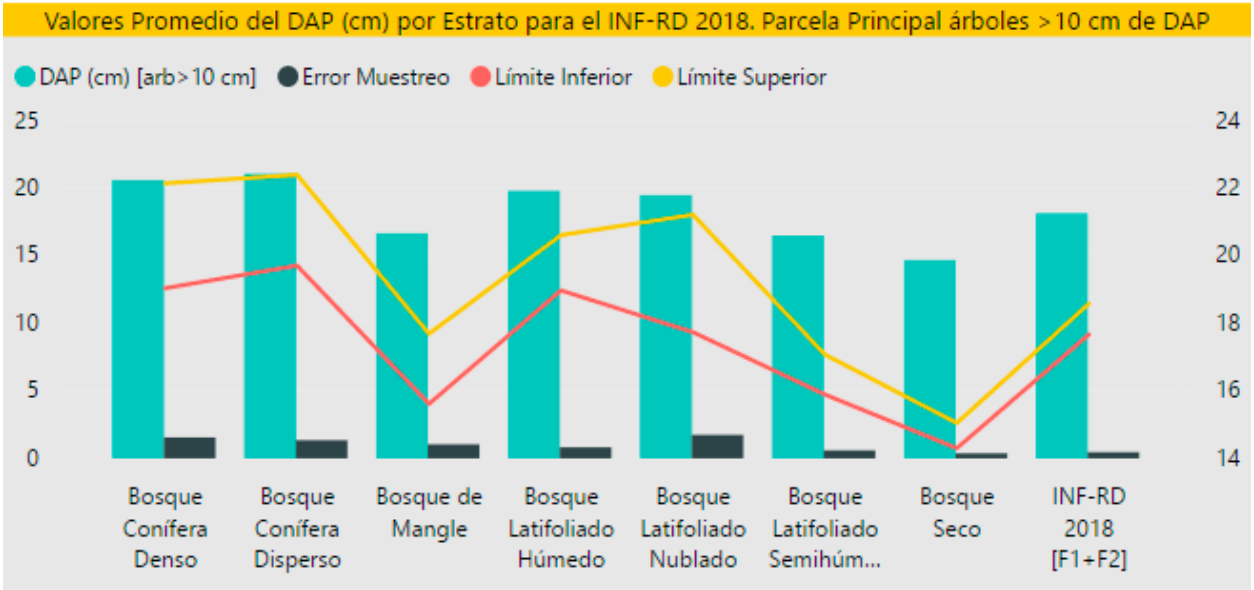


Figura 110. Variable DAP (cm) para parcela principal (especies ≥ 10 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable.

B. DAP para especies arbóreas entre 2 cm y 9.9 cm por estrato o tipo de bosque

El DAP medio que se determinó para este componente arbóreo es de 4.5 cm ± 0.1 cm (2.5% de error en la estimación). El bajo error de muestreo es indicativo de que la variabilidad del DAP promedio de los árboles entre 2 y 9.9 cm entre los distintos tipos de bosque es baja, lo cual queda evidenciado en valores medios relativamente similares con un mínimo de 4.2 cm (± 0.3 cm) en el *Bosque Conífero Disperso* y un máximo de 4.8 cm (± 0.4 cm) para el *Bosque Latifoliado Nublado.* El más alto error de muestreo, indicativo de una mayor variabilidad en los DAP registrados, corresponde al *Bosque Conífero Denso* con un 9.5%, lo que lleva a que el DAP promedio se encuentre en un intervalo de confianza que oscila desde 4.1 cm a 4.9 cm (Cuadro 79). En la Figura 111 se muestran los valores del DAP y los errores de muestreo asociados a cada estrato del inventario, así como los respectivos límites para el intervalo de confianza del 95%.

Cuadro 79. DAP de los árboles entre 2 y 10 cm de DAP. Media y error de muestreo por estrato.

Tipo de Bosque	Proporción (%)	Superficie (ha)	Unidad de Muestreo	DAP (cm)	Error Muestreo (cm)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífero Denso	9.2	167,533	19	4.5	0.4	9.5
Bosque Conífero Disperso	4.6	83,340	40	4.2	0.3	6.9
Bosque de Mangle	1.5	26,991	70	4.6	0.3	5.7
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8	721,853	76	4.6	0.2	3.9
Bosque Latifoliado Nublado	7.1	129,548	11	4.8	0.4	8.1
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2	275,646	117	4.4	0.1	2.8
Bosque Seco	22.6	409,593	71	4.3	0.2	3.6
Promedio general	**100**	**1,814,503**	**404**	**4.5**	**0.1**	**2.5%**

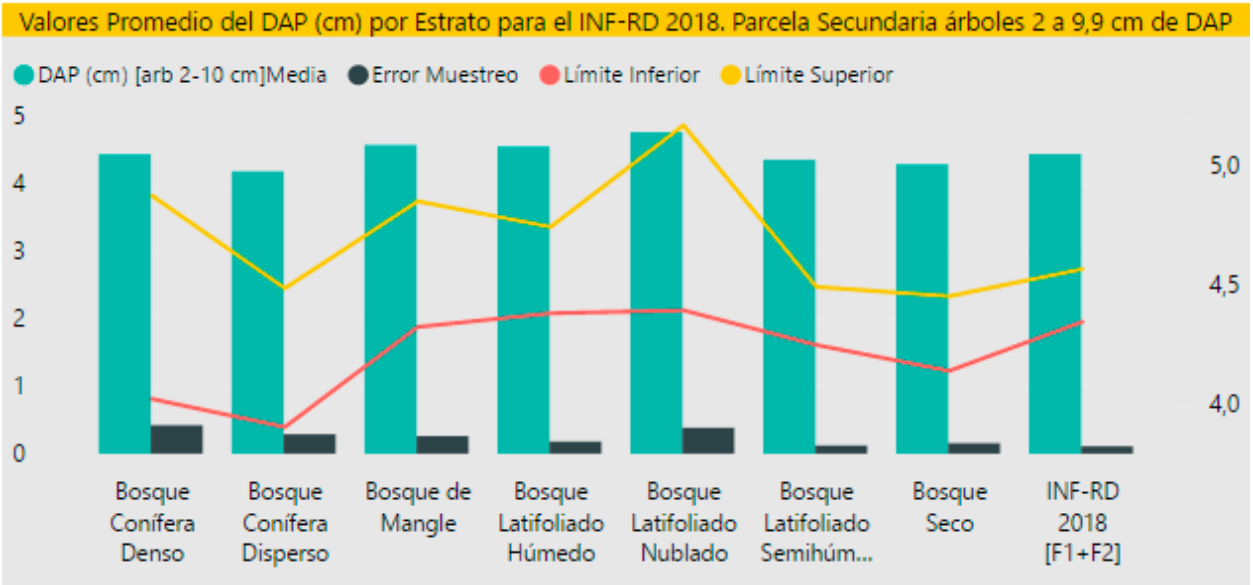


Figura 111. Variable DAP (cm) para parcela secundaria (especies entre 2 cm y 9.9 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable

C. DAP para especies arbóreas ≥ 2 cm por estrato o tipo de bosque

El DAP medio que se determinó para la agrupación de ambos componentes arbóreos es de 11.9 cm (± 4.4 %). Dada la relativa similitud del DAP promedio en el componente de árboles de entre 2 y 9.9 cm, el comportamiento de valores mínimos y máximos para esta variable por cada tipo de bosque, así como el error en la estimación del promedio, es similar a la del DAP de árboles mayores a 10 cm (Cuadro 80). En la Figura 112 se muestran los valores del DAP y los errores de muestreo asociados a cada estrato del inventario, así como los respectivos límites para el intervalo de confianza del 95 %.

Cuadro 80. DAP de los árboles mayores a 2 cm, media y error de muestreo por Estrato.

Tipo de Bosque	Proporción	Superficie (ha)	Unidad de Muestreo	DAP (cm)	Error Muestreo (cm)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífero Denso	9.2	167,533	19	14.5	1.2	8.4
Bosque Conífero Disperso	4.6	83,340	40	15.3	1.8	11.8
Bosque de Mangle	1.5	26,991	70	10.7	1.3	11.8
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8	721,853	76	13.9	0.9	6.8
Bosque Latifoliado Nublado	7.1	129,548	11	13.8	2.3	17.0
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2	275,646	117	9.8	0.6	6.1
Bosque Seco	22.6	409,593	71	8	0.6	7.0
Promedio general	**100**	**1,814,503**	**404**	**11.9**	**0.5**	**4.4%**

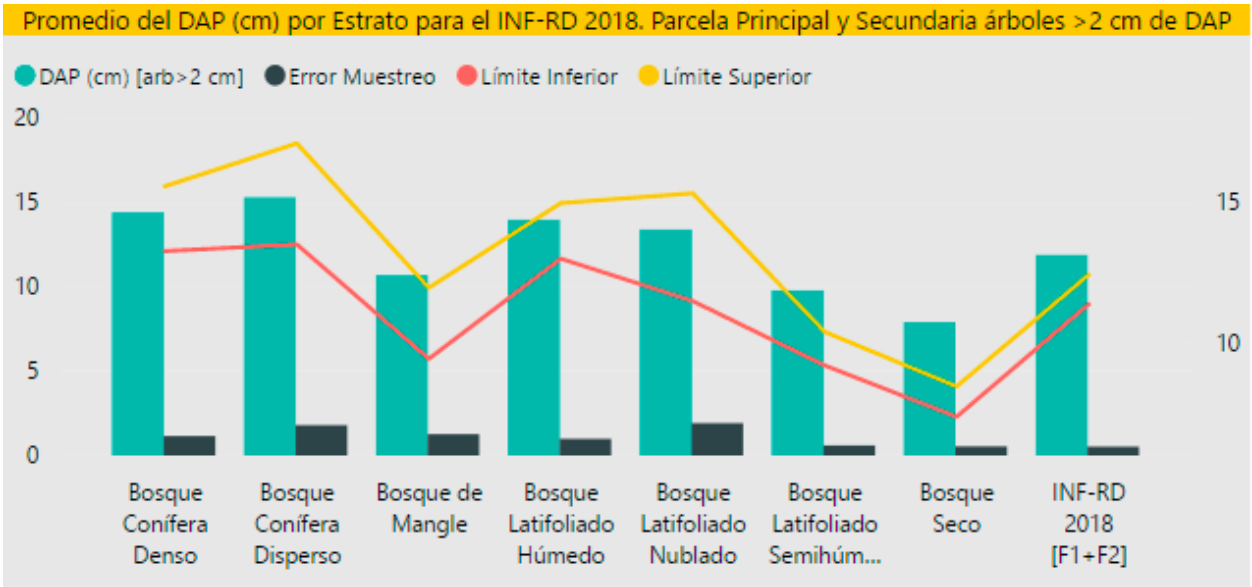


Figura 112. Variable DAP (cm) para parcela primaria y secundaria (especies ≥ 2 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable

5.2 ALTURA TOTAL

La altura total es otra de las variables utilizadas para determinar las existencias, incrementos o desarrollo de las masas boscosas. La desventaja que tiene es que no es de fácil medición, sobre todo en lugares donde existe alta densidad de árboles, sotobosque y regeneración natural por la dificultad de poder ver las puntas o ápices de los árboles. Por lo mismo, muchas veces en los inventarios es estimada visualmente con ciertos métodos de referencias, lo que no asegura la precisión y, por ende, la calidad en la estimación de variables relacionadas.

A. Altura total para especies arbóreas ≥ 10 cm por estrato o tipo de bosque

Para este componente arbóreo, la altura total promedio obtenida es de 10.0 m ± 0.2 m, lo que implica que la estimación se realiza con un error de muestreo del 1.7 %. Al igual que los DAP, las mayores alturas totales se encuentran en los estratos *Bosque Conífero Disperso* (13.2 ± 0.8 m; 6.3 % de error) y *Bosque Conífero Denso* (12.8 ± 0.6 m; 4.5 % de error); esto refleja que en los bosques de conífera del país es el tipo de cobertura boscosa en donde es posible identificar los árboles de mayor tamaño. Luego siguen el *Bosque Latifoliado Húmedo* (10.8 ± 0.3 m; 2.5 % de error), el *Bosque Latifoliado Nublado* (10.9 ± 0.6 m; 5.4 % de error), el *Bosque de Mangle* (10.0 ± 0.6 m; 6.2 % de error) y el *Bosque Latifoliado Semihúmedo* (8.6 ± 0.1 m; 1.7 % de error). La menor altura total promedio se encuentran en el estrato *Bosque Seco* con 7.5 m ± 0.2 m, vale decir, estimado con un 3.1 % de error de muestreo. Dado que es, también, en el *Bosque Seco* donde se obtiene el menor DAP promedio, se infiere que en este tipo de cobertura es donde se encuentran los individuos de la vegetación arbórea de República Dominicana con un menor tamaño (Cuadro 81). En la Figura 113 se muestran los valores de la altura total y los errores de muestreo asociados a cada estrato del inventario, así como los respectivos límites para el intervalo de confianza del 95 %.

Cuadro 81. Altura de los árboles mayores a 10 cm de DAP, media y error de muestreo por Estrato.

Tipo de Bosque	Proporción	Superficie (ha)	Unidad de Muestreo	Altura (m)	Error Muestreo (cm)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífero Denso	9.2	167,533	19	12.8	0.6	4.5
Bosque Conífero Disperso	4.6	83,340	40	13.2	0.8	6.3
Bosque de Mangle	1.5	26,991	70	10	0.6	6.2
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8	721,853	76	10.8	0.3	2.5
Bosque Latifoliado Nublado	7.1	129,548	11	10.9	0.6	2.4
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2	275,646	117	8.6	0.1	1.7
Bosque Seco	22.6	409,593	71	7.5	0.2	3.1
Promedio general	**100**	**1,814,503**	**404**	**10**	**0.2**	**1.7%**

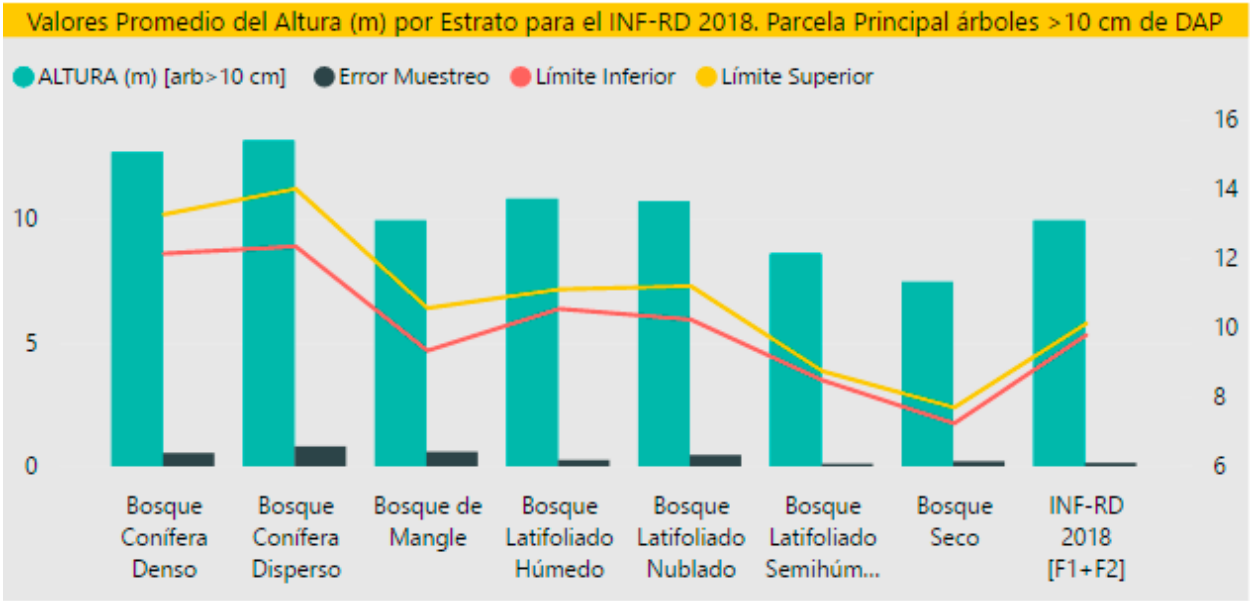


Figura 113. Variable altura total (m) para parcela principal (especies ≥ 10 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable

B. Altura total para especies arbóreas entre 2 cm y 9.9 cm por estrato o tipo de bosque

Para este componente arbóreo, la altura total promedio obtenida es de 4.8 m ± 0.1 m (2.4 % de error en la estimación). Similar al caso del DAP promedio, el bajo error de muestreo es indicativo de que la variabilidad de la altura total de los árboles entre 2 y 9.9 cm entre los distintos tipos de bosque es baja, lo cual queda evidenciado en valores medios relativamente similares con un mínimo de 4.4 m (± 0.1 m) en el *Bosque Seco* y un máximo de 5.0 m para el *Bosque Latifoliado Húmedo* (± 0.1 m). El más alto error de muestreo, indicativo de una mayor variabilidad en las alturas totales registradas, corresponde a *Bosque Conífero Denso* con un 6.8 %, lo que lleva a que la altura total promedio se encuentre en un intervalo de confianza que oscila desde 4.4 m a 5 m (Cuadro 82). En la Figura 114 se muestran los valores de la altura total y los errores de muestreo asociados a cada estrato del inventario, así como los respectivos límites para el intervalo de confianza del 95 %.

Cuadro 82. Altura de los árboles entre 2 y 10 cm de DAP, media y error de muestreo por Estrato.

Tipo de Bosque	Proporción	Superficie (ha)	Unidad de Muestreo	Altura (m)	Error Muestreo (m)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífero Denso	9.2	167,533	19	4.7	0.3	6.8
Bosque Conífero Disperso	4.6	83,340	40	4.7	0.2	5.1
Bosque de Mangle	1.5	26,991	70	4.8	0.3	5.2
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8	721,853	76	5	0.1	2.6
Bosque Latifoliado Nublado	7.1	129,548	11	4.9	0.3	5.6
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2	275,646	117	4.7	0.1	1.8
Bosque Seco	22.6	409,593	71	4.4	0.1	1.7
Promedio general	**100**	**1,814,503**	**404**	**4.8**	**0.1**	**1.6**

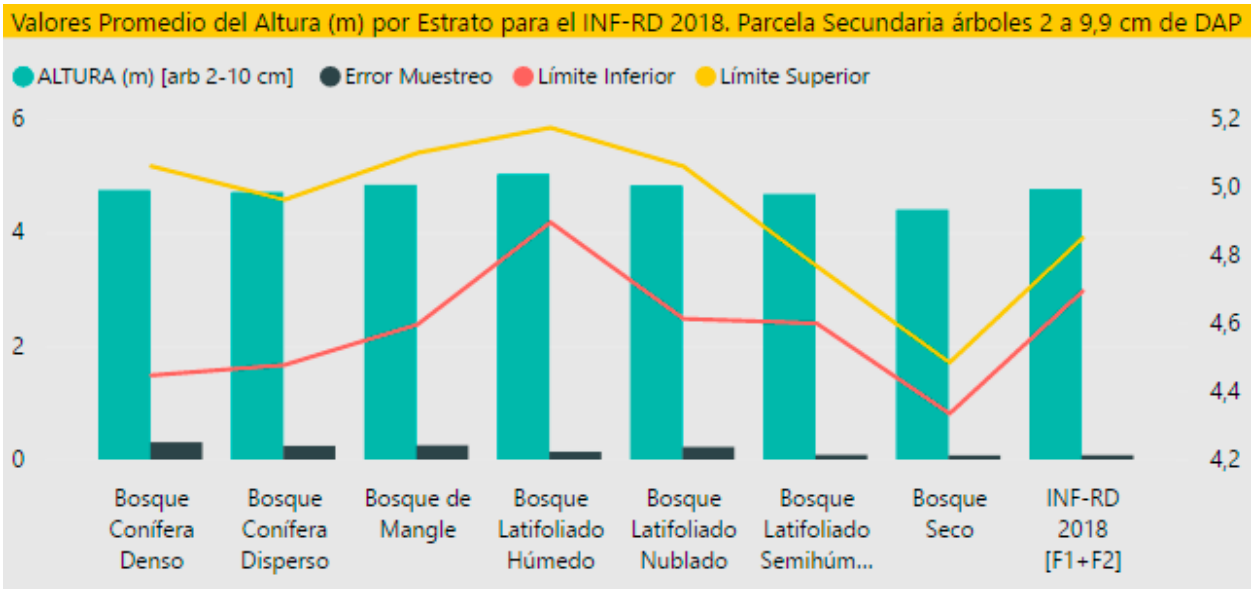


Figura 114. Variable altura total (m) para parcela secundaria (especies entre 2 cm y 9.9 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable.

C. Altura total para especies arbóreas ≥ 2 cm por estrato o tipo de bosque

La altura total promedio que se determinó para la agregación de ambos componentes arbóreos, es de 7.7 m (± 2.5%). Dada la homogeneidad de la altura total promedio en el componente de árboles de entre 2 y 9.9 cm, el comportamiento de valores mínimos y máximos para esta variable por cada tipo de bosque, así como el error en la estimación del promedio, es similar a la de la altura total de árboles mayores a 10 cm (Cuadro 83). En la Figura 115 se muestran los valores de altura total y los errores de muestreo asociados a cada estrato del inventario, así como los respectivos límites para el intervalo de confianza del 95%.

Cuadro 83. Altura de los árboles mayores a 2 cm de DAP, media y error de muestreo por Estrato.

Tipo de Bosque	Proporción (%)	Superficie (ha)	Unidades de Muestreo	Altura (m)	Error Muestreo (m)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífero Denso	9.2	167,533	19	9.9	0.7	6.7
Bosque Conífero Disperso	4.6	83,340	40	10.3	1.1	10.3
Bosque de Mangle	1.5	26,991	70	7.6	0.6	8.2
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8	721,853	76	8.5	0.3	3.8
Bosque Latifoliado Nublado	7.1	129,548	11	8.5	0.9	10.4
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2	275,646	117	6.4	0.2	2.8
Bosque Seco	22.6	409,593	71	5.5	0.2	3.3
Promedio general	**100**	**1,814,503**	**404**	**7.7**	**0.2**	**2.5**

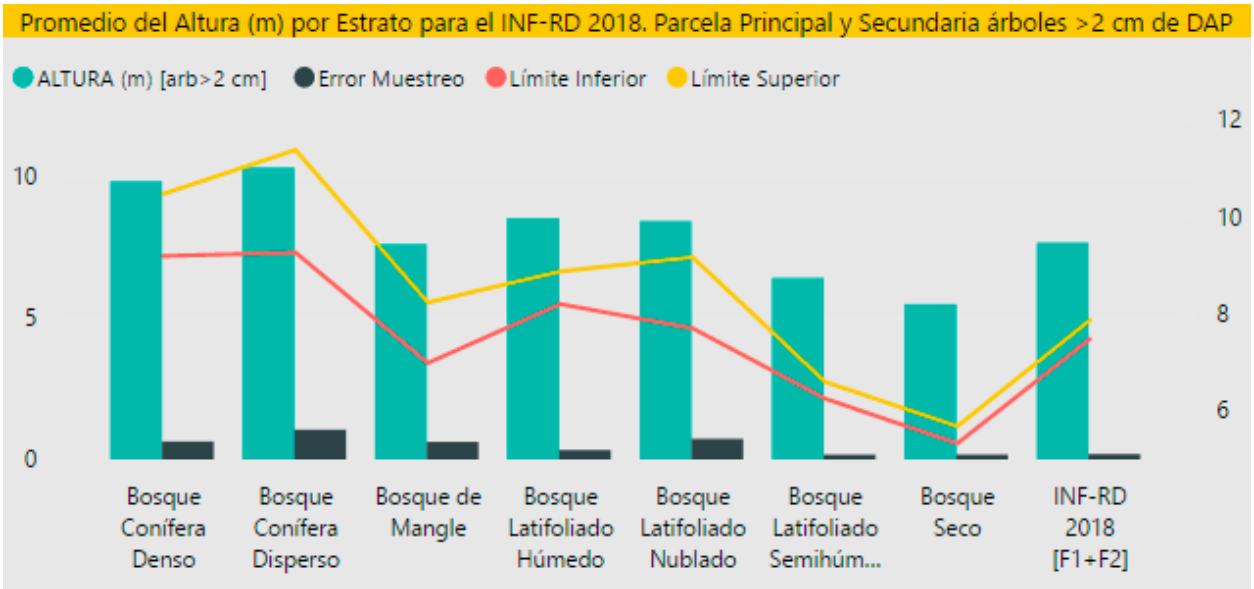


Figura 115. Variable altura total (m) para parcela primaria y secundaria (especies ≥ 2 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable.

5.3 DENSIDAD DE ÁRBOLES

Se muestra, a continuación, los valores de densidad por hectárea obtenida para los distintos estratos (tipos de bosques) y los principales componentes arbóreos (UMP y BAM) a través del inventario aplicado a las superficies en evaluación.

A. Densidad para especies arbóreas ≥ 10 cm de DAP por tipo de bosque

Para este componente arbóreo, la densidad promedio obtenida es de 395 árb/ha ± 26 árb/ha, lo que implica que la estimación se realiza con un error de muestreo del 6.5 %. Las mayores densidades se encuentran en los estratos *Bosque Conífero Denso* (513 árb/ha ± 98 árb/ha; 19.1 % de error) y *Bosque Latifoliado Nublado* (479 árb/ha ± 79 árb/ha; 16.6 % de error). La menor cantidad de árboles por hectárea se encuentra en los estratos *Bosque Conífero Disperso* (322 árb/ha ± 48 árb/ha) y *Bosque Seco* (328 árb/ha ± 40 árb/ha), vale decir, estimados con un 14.9 % y 12.2 % de error

de muestreo respectivamente (Cuadro 84). En función de lo establecido para las variables DAP promedio y Altura total promedio se ratifica que el ***Bosque Seco*** es el tipo de cobertura forestal con menor cantidad de individuos por unidad de superficie y que estos presentan, además, los menores tamaños registrados en el INF-RD. En la Figura 116 se muestran los valores de la densidad promedio y los errores de muestreo asociados a cada estrato del inventario, así como los respectivos límites para el intervalo de confianza del 95 %.

Cuadro 84. Densidad de los árboles mayores a 10 cm DAP, media y error de muestreo por estrato.

Tipo de Bosque	Proporción (%)	Superficie (ha)	Unidades de Muestreo	Densidad (N/ha)	Error Muestreo (N/ha)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífera Denso	9.2	167,533	19	513.2	97.9	19.1
Bosque Conífera Disperso	4.6	83,340	40	321.5	48	14.9
Bosque de Mangle	1.5	26,991	70	453.7	75.5	16.6
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8	721,853	76	413.8	41.8	10.1
Bosque Latifoliado Nublado	7.1	129,548	11	479.1	79.4	16.6
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2	275,646	117	357.2	30.7	8.6
Bosque Seco	22.6	409,593	71	328.2	40.2	12.2
Promedio general	**100**	**1,814,503**	**404**	**394.8**	**25.8**	**6.5**

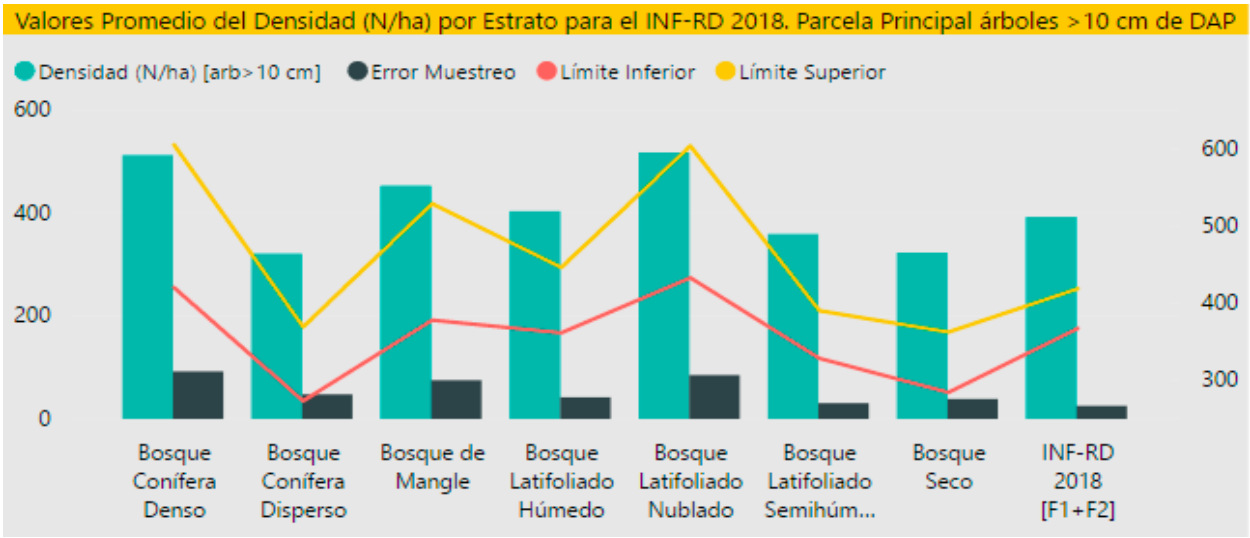


Figura 116. Variable densidad (árboles/ha) para parcela principal (especies ≥ 10 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable

B. Densidad para especies arbóreas entre 2 y 9.9 cm de DAP por tipo de bosque

Para este componente arbóreo la densidad promedio obtenida es de 3,047 árb/ha ± 256 árb/ha (8.4 % de error en la estimación). El mayor número de árboles se encuentra en el estrato ***Bosque Seco*** con 4,685 árb/ha (± 594 árb/ha), seguido del ***Bosque Latifoliado Semihúmedo*** (3,814 árb/ha ± 419 árb/ha) y ***Bosque de Mangle*** (3,657 árb/ha ± 654 árb/ha). Los menores valores de densidad se encuentran en los estratos ***Bosque Conífero Disperso y Bosque Conífero Denso,*** con 1,675 árb/ha (± 504 arb/ha) y 2,046 árb/ha (± 571 arb/ha) respectivamente. El más alto error de muestreo, indicativo de una mayor variabilidad en la cantidad de árboles contabilizados por parcela, corresponde al ***Bosque***

Latifoliado Nublado con un 43.5%, lo que lleva a que la densidad promedio se encuentre en un intervalo de confianza que oscila desde 1,475 a 3,750 árb/ha (Cuadro 85). En la Figura 117 se muestran los valores de la densidad por hectárea y los errores de muestreo asociados a cada estrato del inventario así como los respectivos límites para el intervalo de confianza del 95%.

Cuadro 85. Densidad de los árboles entre 2 y 10 cm de DAP, media y error de muestreo por estrato.

Tipo de Bosque	Proporción (%)	Superficie (ha)	Unidades de Muestreo	Densidad (N/ha)	Error Muestreo (N/ha)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífera Denso	9.2	167,533	19	2,046	571	27.9
Bosque Conífera Disperso	4.6	83,340	40	1,675	504	30.1
Bosque de Mangle	1.5	26,991	70	3,657	654	17.9
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8	721,853	76	2,178	312	14.3
Bosque Latifoliado Nublado	7.1	129,548	11	2,612	1,138	43.5
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2	275,646	117	3,814	419	11.0
Bosque Seco	22.6	409,593	71	4,685	594	12.7
Promedio general	**100**	**1,814,503**	**404**	**3,047**	**256**	**8.4**

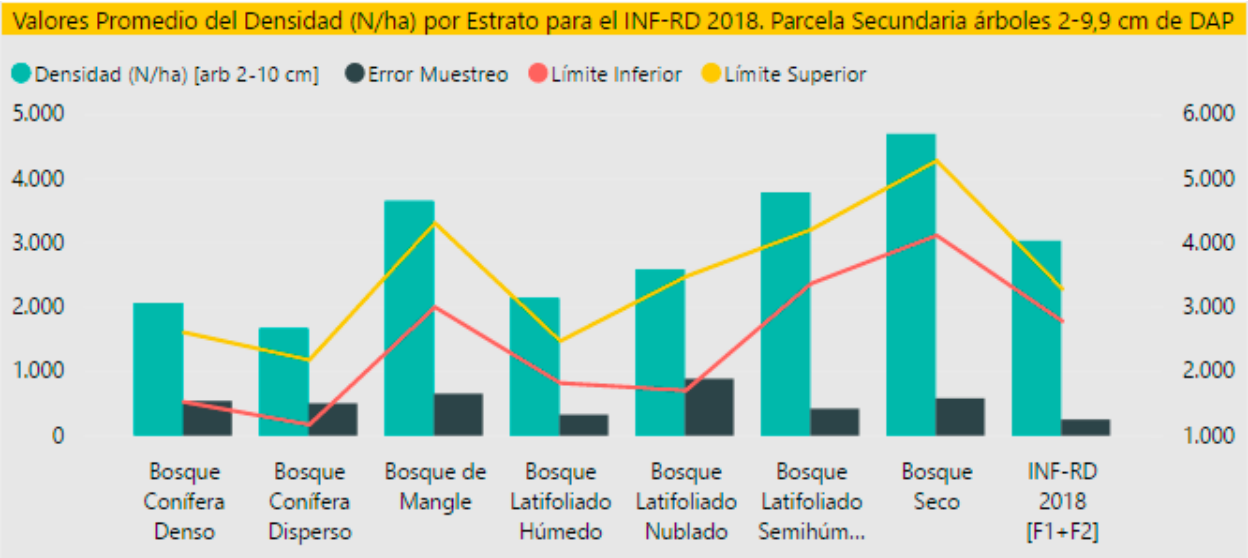


Figura 117. Variable densidad (árboles/ha) para parcela secundaria (especies entre 2 cm y 9.9 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable

C. Densidad para especies arbóreas ≥ 2 cm por tipo de bosque

La densidad promedio que se determinó para la agregación de los componentes arbóreos es de 3,442.1 árboles por hectárea (7,6 % de error de muestreo). En este caso, son los estratos *Bosque Seco, Bosque Latifoliado Semihúmedo y Bosque de Mangle* los que poseen mayor densidad con 5,014 árb/ha (12.0 % de error), 4,171 árb/ha (10.1 % de error) y 4111 árb/ha (15 % de error), respectivamente. Los estratos con menores valores para esta variable son *Bosque Conífero Disperso y Bosque Conífero Denso* con 1,997 árb/ha (25.7% de error) y 2,559 árb/ha (22.8 % de error), respectivamente (Cuadro 86).

Cuadro 86. Densidad de los árboles mayores a 2 cm de DAP, media y error de muestreo por Estrato.

Tipo de Bosque	Proporción (%)	Superficie (ha)	Unidades de Muestreo	Densidad (N/ha)	Error Muestreo (N/ha)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífero Denso	9.2	167,533	19	2,559	584	22.8
Bosque Conífero Disperso	4.6	83,340	40	1,997	513	25.7
Bosque de Mangle	1.5	26,991	70	4,111	616	15.0
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8	721,853	76	2,592	327	12.6
Bosque Latifoliado Nublado	7.1	129,548	11	3,091	1,135	36.7
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2	275,646	117	4,171	422	10.1
Bosque Seco	22.6	409,593	71	5,014	600	12.0
Promedio general	**100**	**1,814,503**	**404**	**3,442**	**261**	**7.6**

En la Figura 118 se muestran los valores de densidad y los errores de muestreo asociados a cada estrato del inventario, así como los respectivos límites para el intervalo de confianza del 95 %.

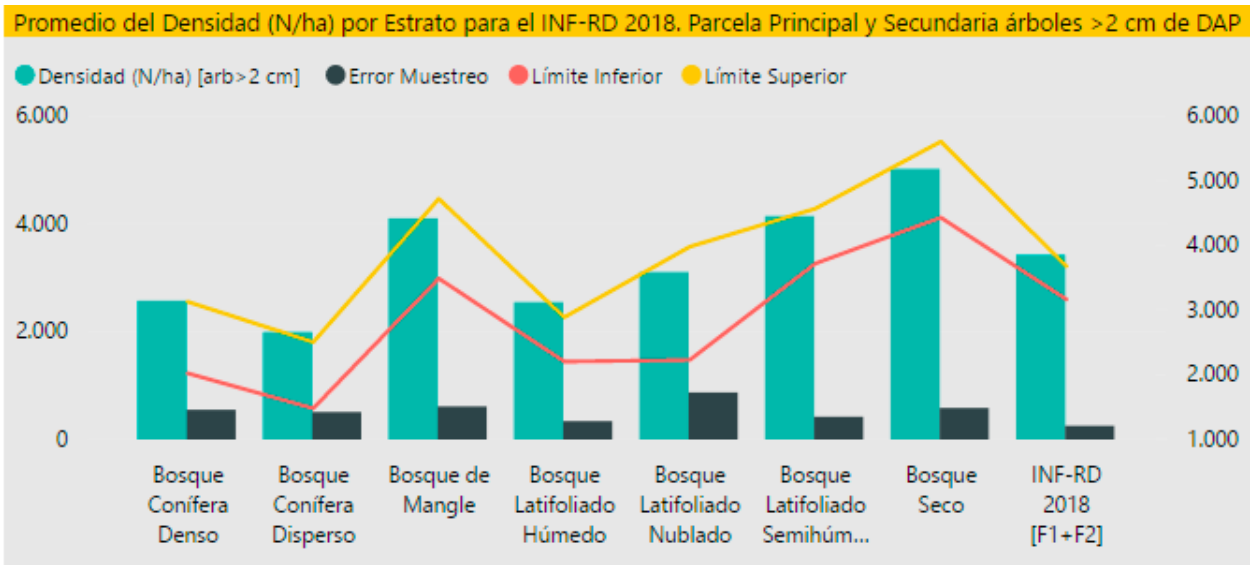


Figura 118. Variable densidad (árboles/ha) para parcela primaria y secundaria (especies ≥ 2 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable.

5.4 ÁREA BASAL

Se muestra a continuación los valores de área basal, en m² por hectárea, obtenida para los distintos estratos y los principales componentes arbóreos (UMP y UMS), a través del inventario aplicado a las superficies en evaluación. Esta variable relaciona el DAP con la densidad (árb/ha) de los árboles, reflejando el grado de ocupación de estos en la superficie.

A. Área basal para especies arbóreas ≥ 10 cm de DAP por tipo de bosque

Para este componente arbóreo, el área basal por hectárea promedio obtenida es de 13.3 m²/ha ± 1.1 m²/ha, lo que implica que la estimación se realiza con un error de muestreo del 8.6 %. El mayor grado de ocupación del sitio se

presenta para el *Bosque Latifoliado Nublado* (19.8 ± 6.6 m²/ha; 33.4 % de error) seguido del *Bosque Conífero Denso* (18.2 ± 2.0 m²/ha; 11.1 % de error). Luego siguen el *Bosque Latifoliado Húmedo* (16.7 ± 2.1 m²/ha; 12.5 % de error), *Bosque de Mangle* (13.3 ± 2.9 m²/ha; 21.8 % de error), *Bosque Conífero Disperso* (12.6 ± 1.8 m²/ha; 14.2 % de error) y *Bosque Latifoliado Semihúmedo* (9.5 ± 1.0 m²/ha; 10.8 % de error). La menor ocupación del sitio se encuentra en el estrato *Bosque Seco* con 6.6 m²/ha ± 1.0 m²/ha, vale decir, estimado con un 14.8 % de error de muestreo (Cuadro 87). En la Figura 119 se muestran los valores para el área basal en m² por hectárea y los errores de muestreo asociados a cada estrato del inventario, así como los respectivos límites para el intervalo de confianza del 95 %.

Cuadro 87. Área basal de los árboles mayores a 10 cm de DAP, media y error de muestreo por estrato.

Tipo de Bosque	Proporción (%)	Superficie (ha)	Unidades de Muestreo	Area basal (m²/ha)	Error Muestreo (m²/ha)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífera Denso	9.2	167,533	19	18.2	2.0	11.1
Bosque Conífera Disperso	4.6	83,340	40	12.6	1.8	14.2
Bosque de Mangle	1.5	26,991	70	13.3	2.9	21.8
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8	721,853	76	16.7	2.1	12.5
Bosque Latifoliado Nublado	7.1	129,548	11	19.8	6.6	33.4
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2	275,646	117	9.5	1.0	10.8
Bosque Seco	22.6	409,593	71	6.6	1.0	14.8
Total general	**100**	**1,814,503**	**404**	**13.3**	**1.1**	**8.6**

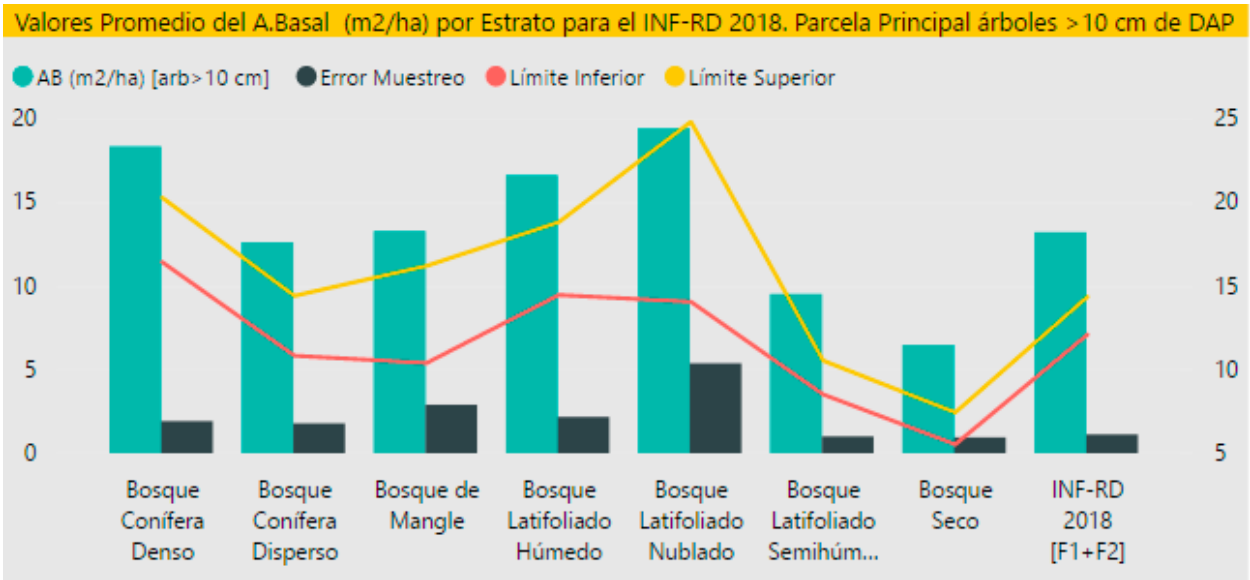


Figura 119. Variable Área Basal (m2/ha) para parcela principal (especies ≥ 10 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable.

B. Área basal para especies arbóreas entre 2 y 9.9 cm de DAP por tipo de bosque

Para este componente arbóreo, el área basal promedio obtenida es de 5.3 ± 0.5 m²/ha (8.8 % de error en la estimación). Los mayores valores de área basal para los árboles entre 2 cm y 9.9 cm de DAP se encuentran en el estrato *Bosque Seco* y el estrato *Bosque Latifoliado Semihúmedo,* con 7.9 m²/ha (± 1.2 m²/ha) y 6.4 m²/ha (± 0.6 m²/ha), respectivamente. Asimismo, los menores valores de área basal se encuentran en el estrato *Bosque Conífero Disperso* (2.6 ± 0.7 m²/ha)

y *Bosque Conífero Denso* (3.7 ± 1.1 m²/ha). El más alto error de muestreo corresponde al *Bosque Latifoliado Nublado* con un 43.2 %, lo que lleva a que el área basal promedio se encuentre en un intervalo de confianza que oscila desde 2.9 a 7.3 m²/ha (Cuadro 88). En la Figura 120 se muestran los valores del área basal por hectárea y los errores de muestreo asociados a cada estrato del inventario, así como los respectivos límites para el intervalo de confianza del 95 %.

Cuadro 88. Área basal de los árboles entre 2 y 10 cm de DAP, media y error de muestreo por estrato.

Tipo de Bosque	Proporción (%)	Superficie (ha)	Unidades de Muestreo	Area Basal (m²/ha)	Error Muestreo (m²/ha)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífero Denso	9.2	167,533	19	3.7	1.1	28.6
Bosque Conífero Disperso	4.6	83,340	40	2.6	0.7	25.3
Bosque de Mangle	1.5	26,991	70	5.9	0.8	14.1
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8	721,853	76	3.8	0.5	12.9
Bosque Latifoliado Nublado	7.1	129,548	11	5.1	2.2	43.2
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2	275,646	117	6.4	0.6	9.5
Bosque Seco	22.6	409,593	71	7.9	1.2	14.8
Promedio general	**100**	**1,814,503**	**404**	**5.3**	**0.5**	**8.8**

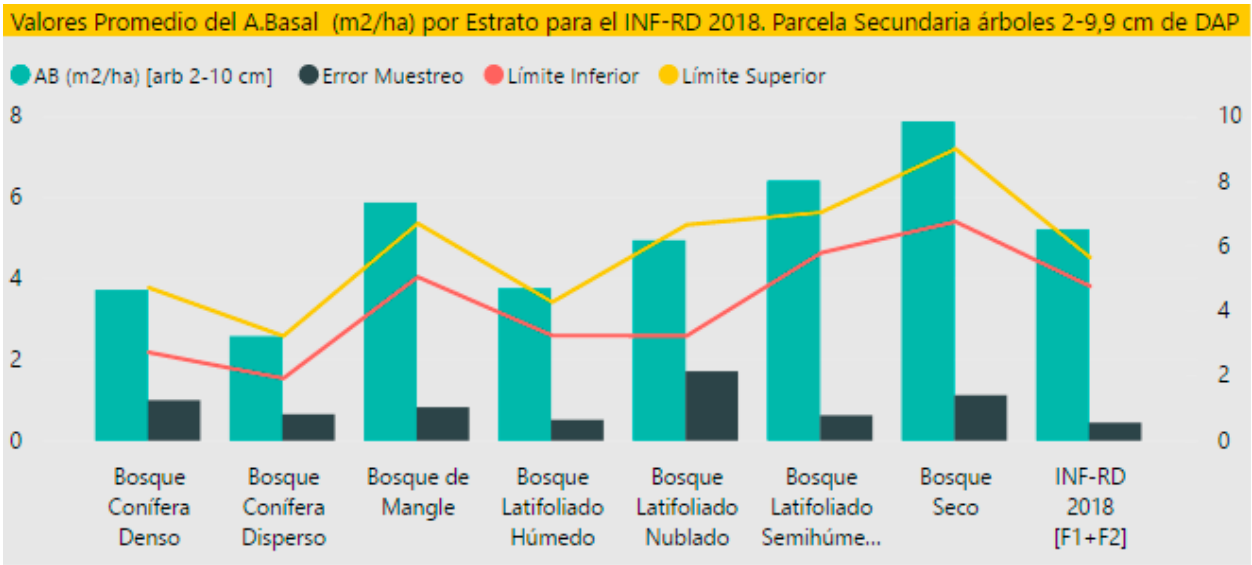


Figura 120. Variable área basal (m2/ha) para parcela secundaria (especies entre 2 cm y 9.9 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable.

C. Área basal para especies arbóreas ≥ 2 cm por tipo de bosque

El valor promedio del área basal, determinado para la agregación de los componentes arbóreos, es de 18.5 m²/ha (± 6.4 %). Al igual que para el componente de árboles mayores a 10 cm de DAP, son los estratos *Bosque Latifoliado Nublado y Bosque Conífero Denso* los que poseen mayores áreas basales, con 24.9 m²/ha (± 26 %) y 21.9 m²/ha (± 11 %), respectivamente. Los estratos con menores valores para esta variable son el *Bosque Seco y el Bosque Conífero Disperso* con 14.5 m²/ha (± 10.8 %) y 15.2 m²/ha (± 12.9 %), respectivamente (Cuadro 89).

Cuadro 89. Área basal de los árboles mayores a 2 cm de DAP, media y error de muestreo por estrato.

Tipo de Bosque	Proporción (%)	Superficie (ha)	Unidades de Muestreo	Area basal (m^2/ha)	Error Muestreo (m^2/ha)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífero Denso	9.2	167,533	19	21.9	2.4	11.0
Bosque Conífero Disperso	4.6	83,340	40	15.2	2.0	12.9
Bosque de Mangle	1.5	26,991	70	19.2	2.7	13.9
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8	721,853	76	20.5	2.1	10.1
Bosque Latifoliado Nublado	7.1	129,548	11	24.9	6.5	26.1
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2	275,646	117	15.9	1.1	7.0
Bosque Seco	22.6	409,593	71	14.5	1.6	10.8
Promedio general	**100**	**1,814,503**	**404**	**18.5**	**1.2**	**6.4**

En la Figura 121 se muestran los valores de área basal y los errores de muestreo asociados a cada estrato arbóreo, así como los respectivos límites para el intervalo de confianza del 95s%.

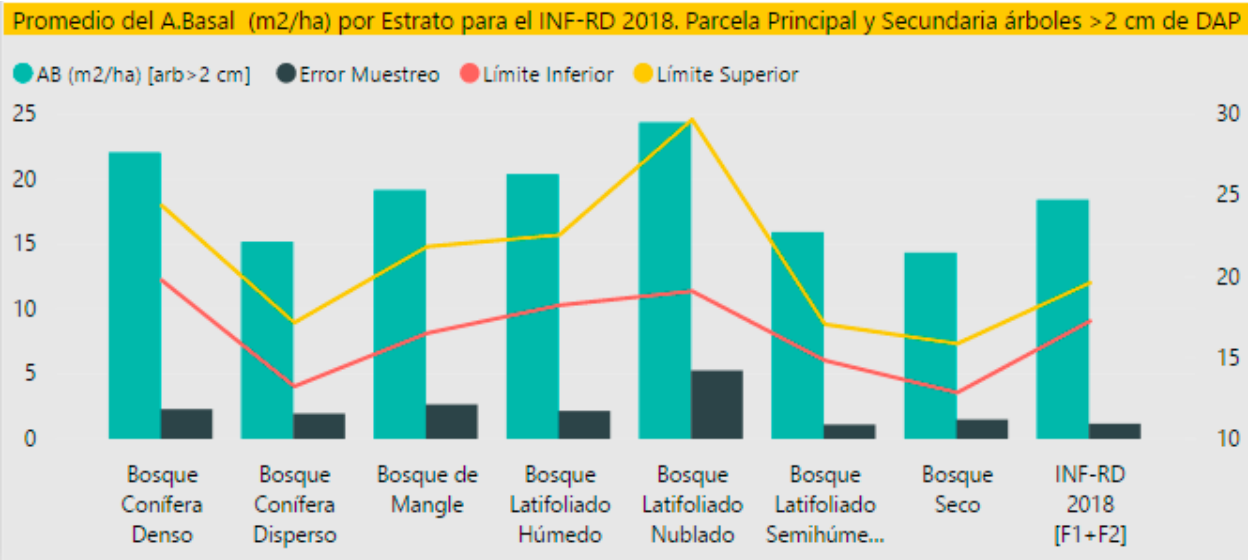


Figura 121. Variable Área Basal (m2/ha) para parcela primaria y secundaria (especies ≥ 2 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable

5.5 EXISTENCIA DE VOLUMEN

Se muestra a continuación las existencias de volumen obtenido para los distintos estratos y los principales componentes arbóreos y su combinación (UMP y BAM) a través del inventario aplicado a las superficies en evaluación.

A. Volumen para especies arbóreas ≥ 10 cm de DAP por tipo de bosque

Para el componente de árboles de mayor tamaño el volumen promedio obtenido es de 90.1 m^3/ha (± 11.4 %). El más alto volumen promedio se presenta en el estrato *Bosque Latifoliado Nublado* con 154.5 m^3/ha (67.3 m^3/ha de diferencia entre el límite inferior y superior) y lo sigue el *Bosque Conífero Denso* con 142.9 m^3/ha (19.2 m^3/ha de diferencia entre límites). Los menores valores por hectárea se encuentran en los estratos *Bosque Seco* y *Bosque Latifoliado Semihúmedo*

con 29.1 m3/ha (± 16.8 %) y 48.5 m3/ha (± 12.8%) respectivamente (Cuadro 90). En la Figura 122 se muestran los valores para el volumen en m3 por hectárea y los errores de muestreo asociados a cada estrato del inventario, así como los respectivos límites para el intervalo de confianza del 95 %.

Cuadro 90. Volumen de los árboles mayores a 10 cm de DAP, media y error de muestreo por estrato.

Tipo de Bosque	Proporción (%)	Superficie (ha)	Unidades de Muestreo	Volumen (m³/ha)	Error Muestreo (m³/ha)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífero Denso	9.2	167,533	19	142.9	19.2	13.5
Bosque Conífero Disperso	4.6	83,340	40	100.3	16.1	16
Bosque de Mangle	1.5	26,991	70	97.1	28.6	29.4
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8	721,853	76	119	18.8	15.8
Bosque Latifoliado Nublado	7.1	129,548	11	154.5	67.3	43.6
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2	275,646	117	48.5	6.2	12.8
Bosque Seco	22.6	409,593	71	29.1	4.9	16.8
Promedio general	**100**	**1,814,503**	**404**	**90.1**	**10.2**	**11.4**

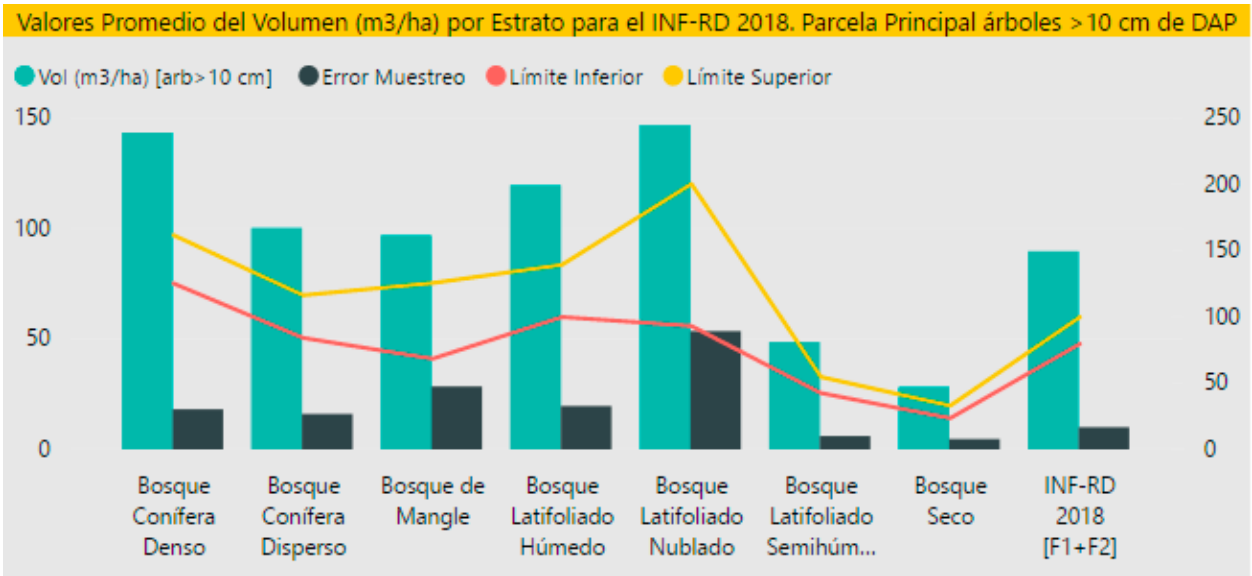


Figura 122. Variable Volumen (m3/ha) para parcela principal (especies ≥ 10 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable.

B. Volumen para especies arbóreas entre 2 cm y 9.9 cm de DAP por tipo de bosque

Para este componente arbóreo el volumen promedio obtenido es de 15.3 m3 por hectárea (± 12.8 %). La mayor existencia de volumen de los árboles más pequeños se encuentra en el estrato *Bosque Seco y Bosque Latifoliado Semihúmedo,* sumando 22.2 m3/ha (± 6.0 m3/ha) y 18.3 m3/ha (± 1.7 m3/ha) respectivamente. Los menores valores de volumen se encuentran en el estrato *Bosque Conífero Disperso* (7.6 ± 1.9 m3/ha) y *Bosque Conífero Denso* (11.2 ± 3.3 m3/ha); la más alta variabilidad en la estimación está dada para el estrato *Bosque Latifoliado Nublado* con un error de muestreo del 41.6 % en la determinación del volumen promedio de 14.9 m3/ha (Cuadro 91). En la Figura 123 se muestra el volumen en m3 por hectárea y los errores de muestreo asociados a cada estrato del inventario así como los respectivos límites para el intervalo de confianza del 95 %.

Cuadro 91. Volumen de los árboles entre 2 y 10 cm de DAP. Media y error de muestreo por estrato.

Tipo de Bosque	Proporción (%)	Superficie (ha)	Unidades de Muestreo	Volumen (m^3/ha)	Error Muestreo (m^3/ha)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífero Denso	9.2	167,533	19	11.2	3.3	29.5
Bosque Conífero Disperso	4.6	83,340	40	7.6	1.9	24.6
Bosque de Mangle	1.5	26,991	70	16.6	2.3	13.8
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8	721,853	76	11.8	1.5	13.0
Bosque Latifoliado Nublado	7.1	129,548	11	14.9	6.2	41.6
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2	275,646	117	18.3	1.7	9.5
Bosque Seco	22.6	409,593	71	22.2	6.0	27.1
Total general	**100**	**1,814,503**	**404**	**15.3**	**2.0**	**12.8**

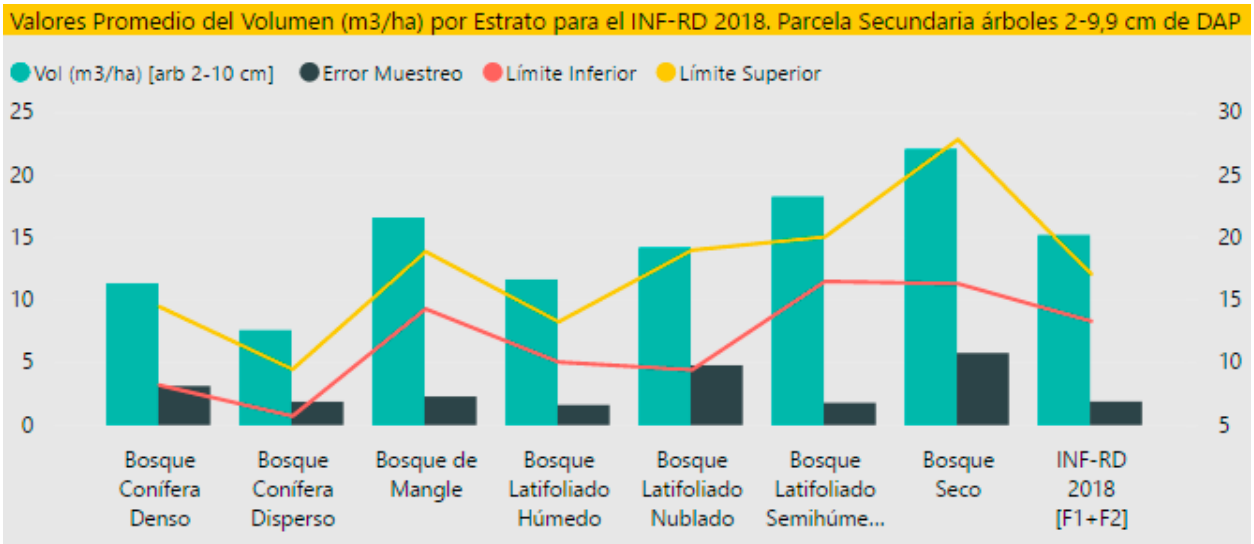


Figura 123. Variable volumen (m3/ha) para parcela secundaria (especies entre 2 cm y 9.9 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable.

C. Volumen para especies arbóreas ≥ 2 cm por tipo de bosque

El valor promedio del volumen, determinado para la agregación de los componentes arbóreos, es de 105.4 m^3 por hectárea (± 10.3 %). Son los estratos ***Bosque Latifoliado Nublado y Bosque Conífero Denso*** los que poseen el mayor volumen, con 169.4 m^3/ha (± 39.4 %) y 154.1 m^3/ha (± 13.1 %). Al igual que para el componente árboles mayores a 10 cm los estratos con menor valor para esta variable nuevamente son el ***Bosque Seco y Bosque Latifoliado Semihúmedo*** con 51.3 m^3/ha (± 15.5 %) y 66.8 m^3/ha (± 9.2 %), respectivamente (Cuadro 92). En la Figura 124 se muestran los valores de volumen promedio y los errores de muestreo asociados a cada estrato del inventario, así como los respectivos límites para el intervalo de confianza del 95 %.

Cuadro 92. Volumen de los árboles mayores a 2 cm de DAP, media y error de muestreo por estrato.

Tipo de Bosque	Proporción (%)	Superficie (ha)	Unidades de Muestreo	Volumen (m^3/ha)	Error Muestreo (m^3/ha)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífero Denso	9.2	167,533	19	154.1	20.1	13.1
Bosque Conífero Disperso	4.6	83,340	40	107.9	16.3	15.1
Bosque de Mangle	1.5	26,991	70	113.7	28.0	24.6
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8	721,853	76	130.7	18.6	14.2
Bosque Latifoliado Nublado	7.1	129,548	11	169.4	66.8	39.4
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2	275,646	117	66.8	6.1	9.2
Bosque Seco	22.6	409,593	71	51.3	8.0	15.5
Promedio general	**100**	**1,814,503**	**404**	**105.4**	**10.3**	**9.8**

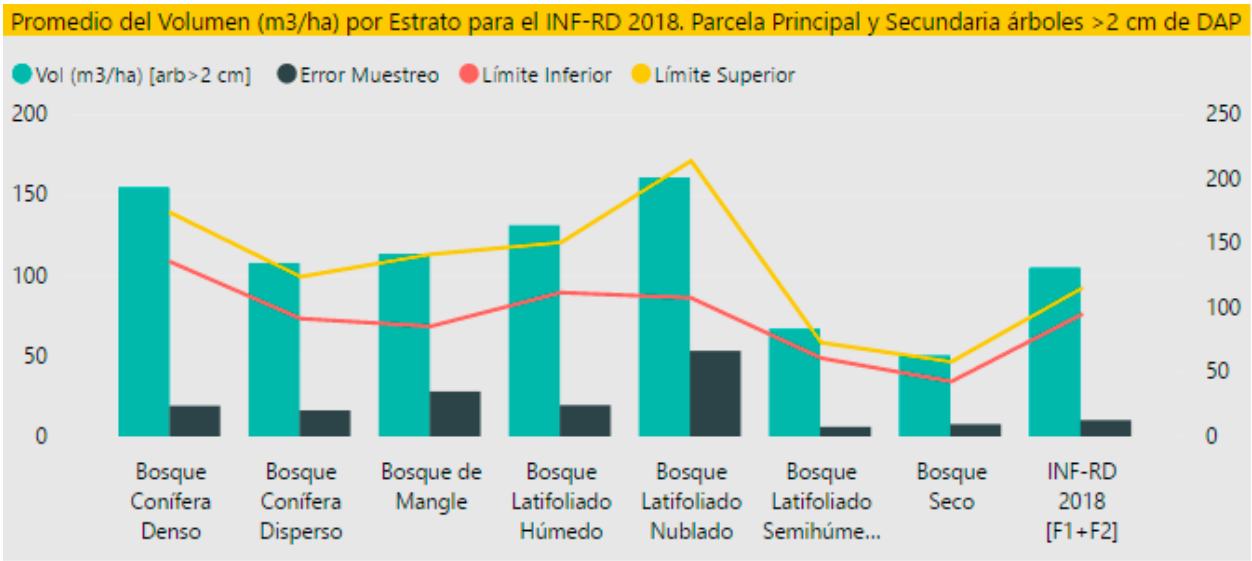


Figura 124. Variable Volumen (m3/ha) para parcela primaria y secundaria (especies ≥ 2 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable

5.6 EXISTENCIA DE BIOMASA

Se muestra a continuación las existencias de biomasa (en toneladas por hectárea) obtenida para los distintos estratos y los principales componentes arbóreos y su combinación (UMP y BAM) a través del inventario aplicado a las superficies en evaluación.

A. Biomasa para especies arbóreas ≥ 10 cm de DAP por tipo de bosque

Para el componente de árboles mayores a 10 cm de DAP, la biomasa por hectárea promedio obtenida es de 67 ± 7.3 ton/ha, lo que implica que la estimación se realiza con un error de muestreo del 10.9 %. La existencia de biomasa se concentra principalmente en el estrato ***Bosque Latifoliado Nublado,*** con 114.7 ton/ha (94.3 ton/ha de diferencia entre el límite inferior y superior) y le sigue el estrato ***Bosque Conífero Denso*** con 103.7 ton/ha (24.1 ton/ha de diferencia entre límites). Al igual que para el caso del volumen, los menores valores por hectárea se encuentran en el estrato ***Bosque Seco y Bosque Latifoliado Semihúmedo,*** con 26 ton/ha y 39.4 ton/ha respectivamente. La mayor variabilidad

en la estimación de esta variable está dada para el *Bosque Latifoliado Nublado,* con un 41.1 % de error de muestreo y la menor variabilidad para el *Bosque Conífero Denso* con un 11.6 % de error de muestreo (Cuadro 93). En la Figura 125 se muestran los valores para la biomasa en toneladas por hectárea y los errores de muestreo asociados a cada estrato del inventario, así como los respectivos límites para el intervalo de confianza del 95 %.

Cuadro 93. Biomasa de los árboles mayores a 10 cm de DAP, media y error de muestreo por estrato.

Tipo de Bosque	Proporción (%)	Superficie (ha)	Unidad de Muestreo	Biomasa (Ton/ha)	Error Muestreo (Ton/ha)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífera Denso	9.2%	167,533	19	103.7	12.0	11.6
Bosque Conífera Disperso	4.6%	83,340	40	71.4	10.1	14.1
Bosque de Mangle	1.5%	26,991	70	84.7	19.9	23.5
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8%	721,853	76	85.0	13.4	15.8
Bosque Latifoliado Nublado	7.1%	129,548	11	114.7	47.1	41.1
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2%	275,646	117	39.4	5.0	12.7
Bosque Seco	22.6%	409,593	71	26.0	4.0	15.2
Promedio general	**100**	**1,814,503**	**404**	**67.0**	**7.3**	**10.9**

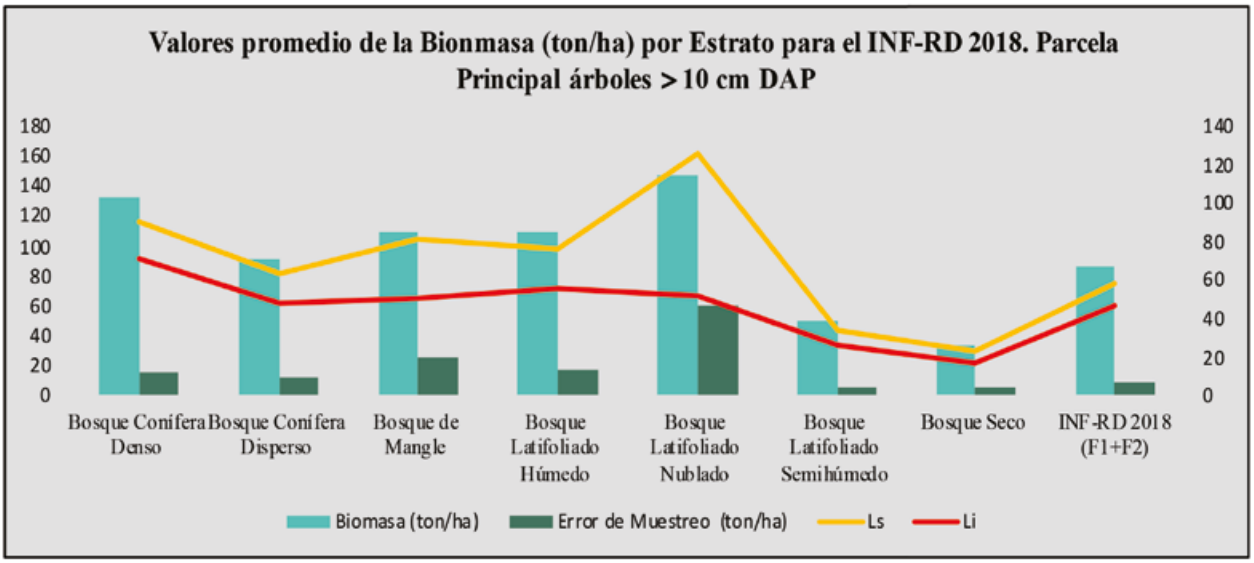


Figura 125. Variable Biomasa (ton/ha) para parcela Principal (especies ≥ 10 cm) por Estrato. Promedio, Error de Muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable.

B. Biomasa para especies arbóreas entre 2 cm y 9.9 cm de DAP por tipo de bosque

Para este componente arbóreo, la biomasa promedio obtenida es de 15.7 toneladas por hectárea (± 1.8 %). La mayor existencia de biomasa se encuentra en los estratos *Bosque Seco y Bosque de Mangle,* con 24.1 ton/ha y 19.3 ton/ha, respectivamente. Los menores valores de biomasa se encuentran en los estratos *Bosque Conífero Disperso* (8.9 ± 1.8 ton/ha) y *Bosque Latifoliado Húmedo* (11.1 ± 1.5 ton/ha). La más alta variabilidad en la estimación está dada para el estrato *Bosque Latifoliado Nublado,* con un error de muestreo del 42 % en la determinación de la biomasa promedio de 13.9 ton/ha (Cuadro 94).

En la Figura 126 se muestra la biomasa en toneladas por hectárea y los errores de muestreo asociados a cada estrato arbóreo, así como los respectivos límites para el intervalo de confianza del 95 %.

Cuadro 94. Biomasa de los árboles entre 2 y 10 cm de DAP, media y error de muestreo por estrato.

Tipo de Bosque	Proporción (%)	Superficie (ha)	Unidad de Muestreo	Biomasa (ton/ha)	Error Muestreo (ton/ha)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífera Denso	9.2%	167,533	19	12.4	3.5	28.5
Bosque Conífera Disperso	4.6%	83,340	40	8.9	2.4	26.8
Bosque de Mangle	1.5%	26,991	70	19.3	2.9	14.8
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8%	721,853	76	11.1	1.5	13.6
Bosque Latifoliado Nublado	7.1%	129,548	11	13.9	5.8	42.0
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2%	275,646	117	18.8	1.9	10.1
Bosque Seco	22.6%	409,593	71	24.1	5.4	22.3
Promedio general	**100**	**1,814,503**	**404**	**15.7**	**1.8**	**10.9**

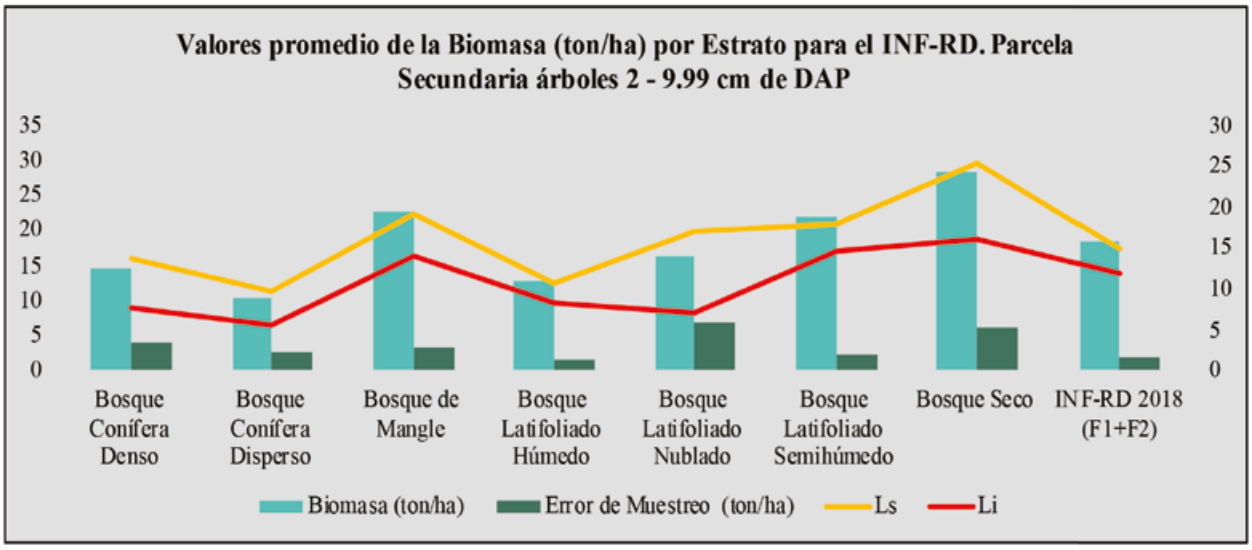


Figura 126. Variable Biomasa (ton/ha) para parcela Secundaria (especies entre 2 cm y 9.99 cm) por Estrato. Promedio, Error de Muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable.

C. Biomasa para especies arbóreas ≥ 2 cm por tipo de bosque

La media de la biomasa obtenida para la suma de los componentes arbóreos es de 82.7 toneladas por hectárea (± 9.0 ton/ha). Es el estrato *Bosque Latifoliado Nublado* el que posee la mayor existencia de biomasa con 128.6 ton/ha (± 47.3 ton/ha) y luego el *Bosque Conífero Denso* con 116.1 ton/ha (± 13 ton/ha). Los estratos con menor valor para esta variable son el de *Bosque Seco y Bosque Latifoliado Semihúmedo,* con 50.0 ton/ha y 58.2 ton/ha respectivamente; en ambos casos las estimaciones no superan el 13.3 % de error de muestreo (13.2 % y 8.8 %, respectivamente). La más alta variabilidad en la estimación está dada para el estrato *Bosque Latifoliado Nublado* con un 36.8 % de error de muestreo (Cuadro 95). En la Figura 127 se muestran los valores promedios de biomasa y los errores de muestreo asociados a cada estrato del inventario, así como los respectivos límites para el intervalo de confianza del 95 %.

Cuadro 95. Biomasa de los árboles mayores a 2cm de DAP, media y error de muestreo por estrato.

Tipo de Bosque	Proporción (%)	Superficie (ha)	Unidades de Muestreo	Biomasa (ton/ha)	Error Muestreo (ton/ha)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífero Denso	9.2	167,533	19	116.1	12.9	11.2
Bosque Conífero Disperso	4.6	83,340	40	80.2	10.3	12.8
Bosque de Mangle	1.5	26,991	70	104	19.0	18.3
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8	721,853	76	96.1	13.3	13.9
Bosque Latifoliado Nublado	7.1	129,548	11	128.6	47.3	36.8
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2	275,646	117	58.2	5.1	8.8
Bosque Seco	22.6	409,593	71	50	6.6	13.2
Promedio general	**100**	**1,814,503**	**404**	**82.7**	**7.4**	**9.0**

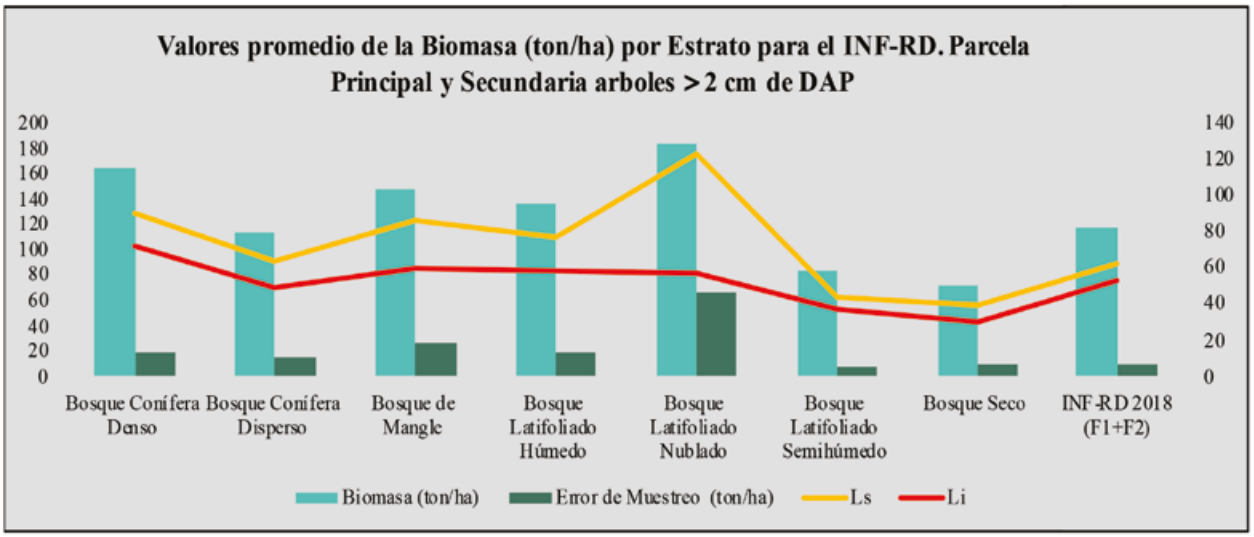


Figura 127. Variable Biomasa para parcela Primaria y Secundaria (especies ≥ 2 cm) por Estrato. Promedio (ton/ha), Error de Muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable.

5.7 EXISTENCIAS DE CO_2 PROMEDIO

Se muestra, a continuación, las existencias de CO_2 en toneladas por hectárea obtenida para los distintos estratos y los principales componentes arbóreos y su combinación (UMP y BAM), a través del inventario aplicado a las superficies en evaluación.

A. Existencia de CO_2 para especies arbóreas ≥ 10 cm de DAP por tipo de bosque

Para el componente de árboles mayores, el CO_2 por hectárea promedio obtenido es de 122.8 ton/ha, estimado con un 10.9 % de error de muestreo. La existencia de CO_2 se concentra, principalmente, en el estrato *Bosque Latifoliado Nublado* con 210.3 ton/ha (con 86.4 ton/ha de diferencia entre el límite inferior y superior) y lo sigue el estrato *Bosque Conífero Denso* con 190.1 ton/ha (con 22 ton/ha de diferencia entre límites). Los menores valores por hectárea se encuentran en el estrato *Bosque Seco y Bosque Latifoliado Semihúmedo,* con 47.5 ton/ha y 72.2 ton/ha, respectivamente. Si bien el mayor promedio de almacenamiento de CO_2 está dado para el *Bosque Latifoliado Nublado,* es también este estrato

para el cual se tiene la mayor variabilidad en la estimación, con un error de muestreo del 41.1 %, no así para el *Bosque Conífero Denso,* en el cual el error de muestreo es del 11.6 %, constituyéndose en el de menor variabilidad (Cuadro 96).

En la Figura 128 se muestran los valores para el CO2 en toneladas por hectárea y los errores de muestreo asociados a cada estrato del inventario, así como los respectivos límites para el intervalo de confianza del 95 %.

Cuadro 96. Stock de CO2 de los árboles mayores a 10 cm de DAP, media y error de muestreo por estrato.

Tipo de Bosque	Proporción (%)	Superficie (ha)	Unidades de Muestreo	CO_2 (ton/ha)	Error Muestreo (ton/ha)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífero Denso	9.2	167,533	19	190.1	22.0	11.6
Bosque Conífero Disperso	4.6	83,340	40	130.8	18.5	14.1
Bosque de Mangle	1.5	26,991	70	155.2	36.4	23.5
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8	721,853	76	155.8	24.6	15.8
Bosque Latifoliado Nublado	7.1	129,548	11	210.3	86.4	41.1
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2	275,646	117	72.2	9.2	12.7
Bosque Seco	22.6	409,593	71	47.5	7.2	15.2
Promedio general	**100**	**1,814,503**	**404**	**122.8**	**13.3**	**10.9**

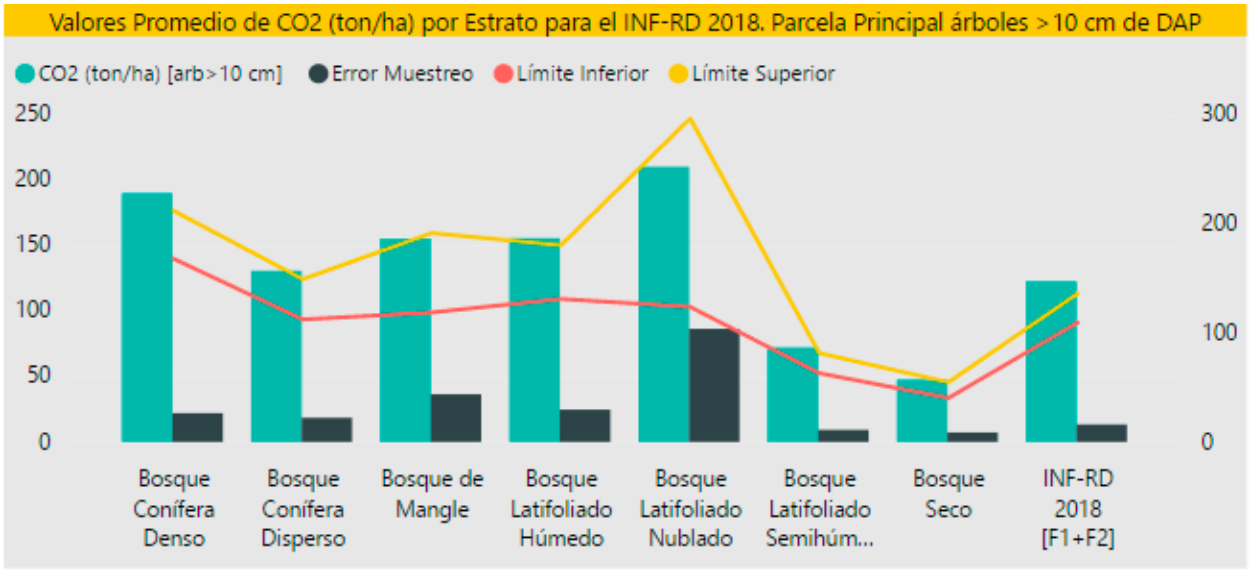


Figura 128. Variable CO2 (ton/ha) para parcela principal (especies ≥ 10 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable

B. Existencia de CO2 para especies arbóreas entre 2 cm y 9.9 cm de DAP por tipo de bosque

Para este componente de árboles de menor tamaño la existencia de CO2 promedio obtenida es de 28.8 toneladas por hectárea (± 11.4 %). En este caso, la mayor existencia de CO2 se encuentran en los estratos *Bosque Seco y Bosque de Mangle,* con 44.1 ton/ha (± 22.3 %) y 35.4 ton/ha (± 14.8 %), respectivamente. Los menores valores de biomasa se encuentran en los estratos *Bosque Conífero Disperso* (16.3 ± 4.4 ton/ha) y *Bosque Latifoliado Húmedo* (20.3 ± 2.8 ton/ha). La más alta variabilidad en la estimación está dada para el estrato *Bosque Latifoliado Nublado* con un error de muestreo del 42% en la determinación de la biomasa promedio de 25.4 ton/ha, en tanto que el menor error de muestreo

se logra en la estimación realizada para el *Bosque Latifoliado Semihúmedo* (10 %) (Cuadro 97). En la Figura 129 se muestra el CO2 en toneladas por hectárea y los errores de muestreo asociados a cada estrato arbóreo, así como los respectivos límites para el intervalo de confianza del 95 %.

Cuadro 97. Stock de CO2 de los árboles entre 2 y 10 cm de DAP, media y error de muestreo.

Tipo de Bosque	Proporción (%)	Superficie (ha)	Unidades de Muestreo	CO_2 (ton/ha)	Error Muestreo (ton/ha)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífero Denso	9.2	167,533	19	22.8	6.5	28.5
Bosque Conífero Disperso	4.6	83,340	40	16.3	4.4	26.8
Bosque de Mangle	1.5	26,991	70	35.4	5.2	14.8
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8	721,853	76	20.3	2.8	13.6
Bosque Latifoliado Nublado	7.1	129,548	11	25.4	10.7	42.0
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2	275,646	117	34.4	3.5	10.1
Bosque Seco	22.6	409,593	71	44.1	9.8	22.3
Promedio general	**100**	**1,814,503**	**404**	**28.8**	**3.3**	**11.4**

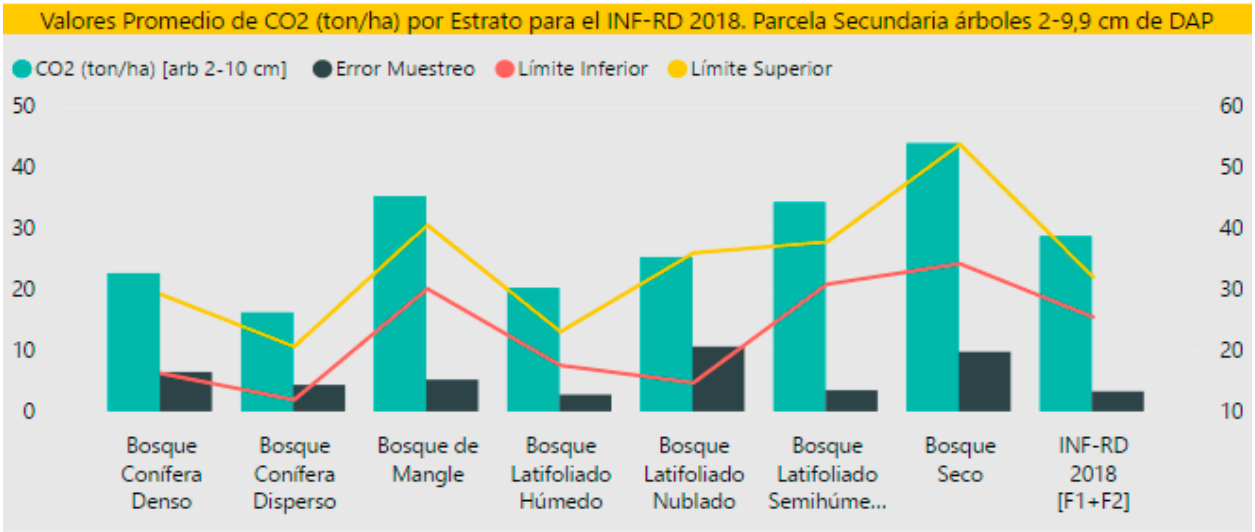


Figura 129. Variable CO2 (ton/ha) para parcela secundaria (especies entre 2 cm y 9.9 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable.

C. Existencia de CO2 para especies arbóreas ≥ 2 cm por tipo de bosque

La existencia de CO2 para la agregación de los componentes arbóreos, que constituye el stock de CO2 de la biomasa viva sobre el suelo, alcanza un promedio de 151.6 ton/ha estimado, con un error de muestreo del 9.0 % (± 13.6 ton/ha). Es el estrato *Bosque Latifoliado Nublado* el que posee la mayor existencia promedio de CO2 con 235.7 ton/ha y luego le sigue el *Bosque Conífero Denso* con 212.8 ton/ha; es importante hacer notar la diferencia en la variabilidad de ambas estimaciones, ya que mientras el promedio del *Bosque Conífero Denso* se estima con un error de muestreo del 11.2 % la estimación del *Bosque Latifoliado Nublado* presenta una variabilidad claramente mayor con un error de muestreo del 36.8 %. Los estratos con menor valor para esta variable son el *Bosque Seco y Bosque Latifoliado Semihúmedo,* con 91.6 ton/ha (± 13.2 %) y 106.6 ton/ha (± 8.8 %), respectivamente; es precisamente para este último estrato para el cual se tiene el menor error en la estimación del promedio de existencia de CO2 (Cuadro 98). En la Figura 130 se muestran los valores de CO2 en toneladas y los errores de muestreo asociados a cada estrato del inventario, así como los respectivos límites para el intervalo de confianza del 95 %.

Cuadro 98. Stock de CO2 de los árboles mayores a 2cm de DAP, media y error de muestreo por estrato.

Tipo de Bosque	Proporción (%)	Superficie (ha)	Unidades de Muestreo	CO_2 (ton/ha)	Error Muestreo (ton/ha)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífero Denso	9.2	167,533	19	212.8	23.7	11.2
Bosque Conífero Disperso	4.6	83,340	40	147.1	18.8	12.8
Bosque de Mangle	1.5	26,991	70	190.6	34.8	18.3
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8	721,853	76	176.1	24.4	13.9
Bosque Latifoliado Nublado	7.1	129,548	11	235.7	86.7	36.8
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2	275,646	117	106.6	9.4	8.8
Bosque Seco	22.6	409,593	71	91.6	12.1	13.2
Promedio general	**100**	**1,814,503**	**404**	**151.6**	**13.6**	**9.0**

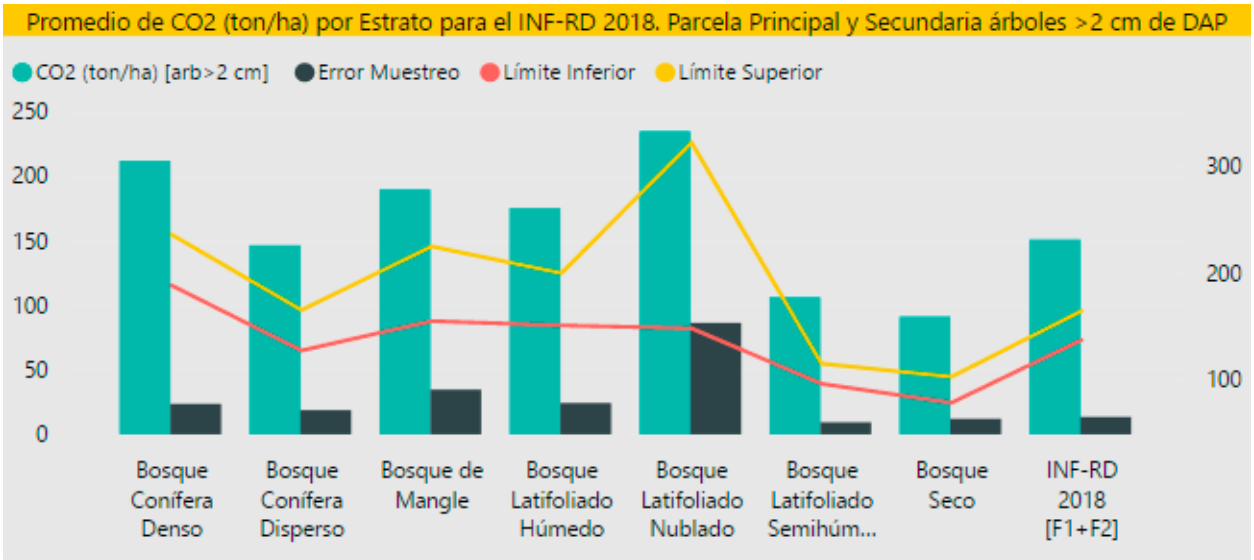


Figura 130. Variable CO2 (ton/ha) para parcela primaria y secundaria (especies ≥ 2 cm) por estrato. Promedio, error de muestreo asociado y límites inferior y superior para la variable.

D. Existencia de CO2 en la hojarasca por tipo de bosque

La existencia de CO2 de la hojarasca alcanza un promedio de 3.4 ton/ha estimado con un error de muestreo del 20.2 % (± 0.7 ton/ha). Es el estrato ***Bosque Conífero Denso*** el que posee la mayor existencia promedio de CO2 en este sumidero, con 9.6 ton/ha y luego le sigue el ***Bosque Conífero Disperso*** con 5.2 ton/ha; es importante hacer notar la diferencia en la variabilidad de ambas estimaciones, ya que mientras el promedio del ***Bosque Conífero Denso*** se estima, con un error de muestreo del 60 %, la estimación del ***Bosque Conífero Disperso*** presenta una variabilidad menor con un error de muestreo del 26.1 %. Los estratos con menor valor para esta variable son el ***Bosque de Mangle y el Bosque Latifoliado Nublado,*** con 0.9 ton/ha (± 40.0 %) y 1.4 ton/ha (± 34.9 %), respectivamente. Es para el estrato ***Bosque Latifoliado Semihúmedo*** para el cual se tiene la menor variabilidad en la estimación del promedio de existencia de CO2, con un error de muestreo de 13.4 %, seguido del ***Bosque Latifoliado Húmedo,*** con un error de 17 % (Cuadro 99).

Cuadro 99. Stock de CO2 en la hojarasca, media y error de muestreo por estrato.

Tipo de Bosque	Proporción (%)	Superficie (ha)	Unidades de Muestreo	CO_2 (ton/ha)	Error Muestreo (ton/ha)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífero Denso	9.2	167,533	19	9.6	5.7	60.0
Bosque Conífero Disperso	4.6	83,340	40	5.2	1.4	26.1
Bosque de Mangle	1.5	26,991	70	0.9	0.4	40.0
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8	721,853	76	3.0	0.5	17.1
Bosque Latifoliado Nublado	7.1	129,548	11	1.4	0.5	34.9
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2	275,646	117	2.9	0.4	13.4
Bosque Seco	22.6	409,593	71	2.1	0.3	13.9
Promedio general	**100**	**1,814,503**	**404**	**3.4**	**0.7**	**20.2**

E. Existencia de CO2 en las maderas muertas por tipo de bosque

En las maderas muertas, la acumulación de existencia de CO2 alcanza un promedio de 14.8 ton/ha estimado, con un error de muestreo del 49.9 % (± 7.4 ton/ha). Es el estrato ***Bosque Latifoliado Nublado*** el que posee la mayor existencia promedio de CO2 para este componente, con 66.9 ton/ha y luego, con un stock bastante inferior, le sigue el ***Bosque Latifoliado Húmedo,*** con 12.8 ton/ha; destaca la diferencia en la variabilidad de ambas estimaciones, ya que mientras el promedio del ***Bosque Latifoliado Húmedo*** se estima con un error de muestreo del 32.1%, la estimación del ***Bosque Latifoliado Nublado*** presenta una variabilidad claramente mayor, con un error de muestreo del 138.6 %. Los estratos con menor valor para esta variable son el ***Bosque Latifoliado Semihúmedo y el Bosque Conífero Denso,*** con 7.6 ton/ha (± 18.8 %) y 9.6 ton/ha (± 51.1 %), respectivamente; es precisamente para este primer estrato para el cual se tiene el menor error en la estimación del promedio de existencia de CO2 en las maderas muertas (Cuadro 100).

Cuadro 100. Stock de CO2 en las maderas muertas, media y error de muestreo por estrato.

Tipo de Bosque	Proporción (%)	Superficie (ha)	Unidades de Muestreo	CO_2 (ton/ha)	Error Muestreo (ton/ha)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífera Denso	9.2	167,533	19	9.6	4.9	51.1
Bosque Conífera Disperso	4.6	83,340	40	12.2	6.1	50.0
Bosque de Mangle	1.5	26,991	70	10.1	3.3	32.5
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8	721,853	76	12.8	4.1	32.1
Bosque Latifoliado Nublado	7.1	129,548	11	66.9	92.7	138.6
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2	275,646	117	7.6	1.4	18.8
Bosque Seco	22.6	409,593	71	10.2	2.4	23.7
Promedio general	**100**	**1,814,503**	**404**	**14.8**	**7.4**	**49.9**

F. Existencia de CO2 en el suelo por tipo de bosque

La existencia de CO2 en el suelo alcanza un promedio de 771.8 ton/ha estimado con un error de muestreo del 6.1 % (± 47.3 ton/ha). El estrato ***Bosque de Mangle*** es el que posee la mayor existencia promedio de CO2 en el suelo, con 1,119 ton/ha (9.7 % de error de muestreo), y luego le sigue el ***Bosque Latifoliado Semihúmedo,*** con 987.5 ton/ha

(6.5 % de error de muestreo). Los estratos con menor valor para esta variable son el *Bosque Conífero Denso y el Bosque Latifoliado Nublado,* con 461.2 ton/ha (± 11.5 %), y 595 ton/ha (± 14.0 %), respectivamente. La menor variabilidad en la estimación, indicativo de una mayor homogeneidad en los valores estimados en cada una de las parcelas evaluadas, se da para el *Bosque Latifoliado Semihúmedo* (6.5 %), en tanto que el mayor error de muestreo en la estimación del promedio de existencia de CO2 en el suelo está dado para el *Bosque Latifoliado Nublado* (23.7 %) (Cuadro 101).

Cuadro 101. Stock de CO2 en el suelo, media y error de muestreo por estrato.

Tipo de Bosque	Proporción (%)	Superficie (ha)	Unidades de Muestreo	CO_2 (ton/ha)	Error Muestreo (ton/ha)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífero Denso	9.2	167,533	19	461.2	53.1	11.5
Bosque Conífera Disperso	4.6	83,340	40	595	83.2	14.0
Bosque de Mangle	1.5	26,991	70	1,119.1	109	9.7
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8	721,853	76	665.9	79.7	12.0
Bosque Latifoliado Nublado	7.1	129,548	11	637	150.7	23.7
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2	275,646	117	987.5	64.1	6.5
Bosque Seco	22.6	409,593	71	978.3	90.3	9.2
Promedio general	**100**	**1,814,503**	**404**	**771.8**	**47.3**	**6.1**

G. Existencia de CO2 total (sobre y bajo el suelo) por tipo de bosque

Para la existencia de CO2 total, que constituye el stock de CO2 de la biomasa sobre el suelo y el CO2 del suelo, se estima en un promedio de 982.5 ton/ha, con un error de muestreo del 5.1 % (± 50.3 ton/ha). La mayor existencia promedio de CO2 se encuentra en el *Bosque de Mangle,* con 1,372 ton/ha y luego le sigue el *Bosque Latifoliado Semihúmedo* con 1,133.4 ton/ha; en ambos casos, las estimaciones presentan los más bajos errores de muestreo, con 8.2 % y 5.6 % respectivamente. Los estratos con menor valor para esta variable son el *Bosque Conífero Denso y Bosque Conífero Disperso,* con 750.7 ton/ha (± 9.4 %) y 799.3 ton/ha (± 9.6 %), respectivamente; el estrato para el cual se tiene el mayor error en la estimación del promedio de existencia de CO2, con un error de muestreo de ± 179.6 ton/ha, es el *Bosque Latifoliado Nublado* (Cuadro 102).

Cuadro 102. Stock de CO2 total (incluido suelo), media y error de muestreo por estrato.

Tipo de Bosque	Proporción	Superficie (ha)	Unidades de Muestreo	CO_2 (ton/ha)	Error Muestreo (ton/ha)	Error Muestreo (%)
Bosque Conífero Denso	9.2	167,533	19	750.7	70.8	9.4
Bosque Conífero Disperso	4.6	83,340	40	799.3	76.6	9.6
Bosque de Mangle	1.5	26,991	70	1,372.10	112.7	8.2
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8	721,853	76	905.4	84.3	9.3
Bosque Latifoliado Nublado	7.1	129,548	11	1,004.60	179.6	17.9
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2	275,646	117	1,133.40	63.7	5.6
Bosque Seco	22.6	409,593	71	1,106.90	95.1	8.6
Promedio general	**100**	**1,814,503**	**404**	**982.5**	**50.3**	**5.1**





CAPÍTULO

6

Carbono - CO_2 determinado en el INF-RD

BOSQUE LATIFOLIADO SEMIHÚMEDO EN LAS PIEDRAS, LA ROMANA
Foto tomada por: Tomás Montilla

En el capítulo precedente se proporcionaron las existencias promedio de CO2 (ton/ha) para la agregación de los componentes arbóreos (UMP y BAM), lo cual constituye el stock de CO2 de la biomasa viva sobre el suelo. En los subcapítulos siguientes se analizará la variable existencias de CO2, considerando todos los sumideros evaluados en la realización del INF-RD; estos son: árboles, raíces, hojarasca, madera muerta y suelo, y cuya agregación corresponde al stock total de CO2 existente en cada cobertura forestal y para el total de los bosques de la República Dominicana.

6.1 EXISTENCIAS DE CO2 POR TIPO DE BOSQUE

6.1.1 Bosque Conífero Denso

Se estima para este estrato un stock total de 125,750,083 toneladas de CO2 y, dado que el error de muestreo de la estimación es del 9.4 %, este stock varía de un mínimo de 137,570,590 toneladas a un máximo de 113,929,575 toneladas (con un 95 % de confianza). En el Cuadro 103 y Figura 131 se muestran las existencias de CO_2 para el estrato arbóreo *Bosque Conífero Denso* por cada uno de los sumideros evaluados. Es el componente Suelo el que aporta la mayor cantidad de CO2 fijado, con 77,266,105 toneladas (61.4 %), y le siguen los árboles mayores a 10 cm de DAP con 31,847,976 toneladas equivalentes al 25.3 %; el estrato arbóreo (incluido raíces) aporta 45,300,856 toneladas (36 %) en tanto que Hojarasca y Maderas muertas aportan en conjunto 3,216,629 toneladas de CO_2 (2.6 %).

Cuadro 103. Existencias de CO2 por componente para el estrato *Bosque Conífero Denso* (ton).

Estrato	CO_2 Arb>10 cm	CO_2 Arb 2-10 cm	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Suelo	CO_2 Total
Bosque Conífero Denso	31,847,976	3,819,747	9,633,133	1,608,314	1,608,314	77,266,105	125,750,083
	25.3 %	3.0 %	7.7 %	1.3 %	1.3 %	61.4 %	100 %

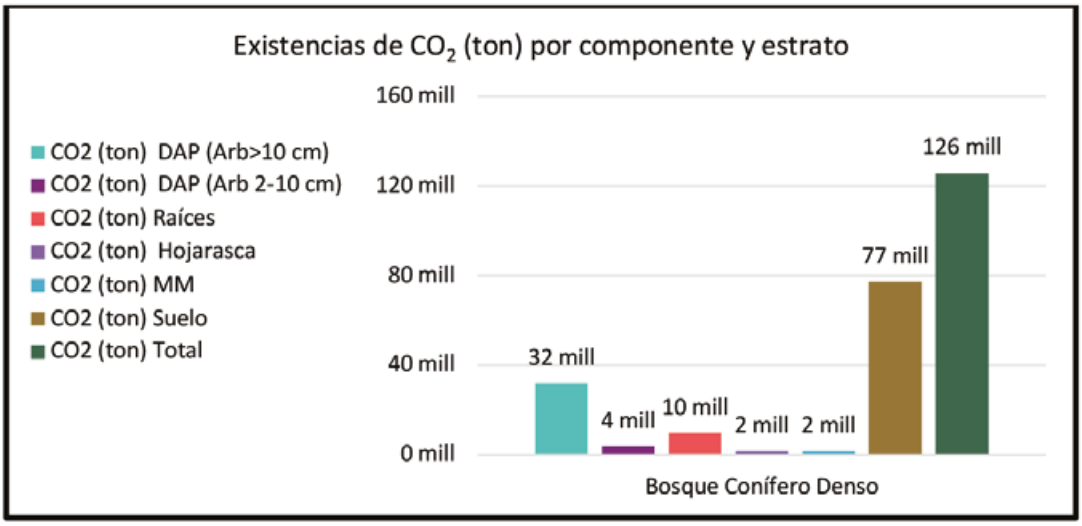


Figura 131. Existencias de CO_2 por componente para el estrato *Bosque Conífero Denso.*

En el Cuadro 104 y Figura 132 se muestra el error de muestreo (incertidumbre) obtenido para el estrato *Bosque Conífero Denso* para cada uno de los componentes medidos. El error total es de un 9.4 % para este estrato, lo que equivale a 11,820,507 toneladas de CO_2. En relación a los errores de muestreo de cada una de las estimaciones realizadas, la mayor variabilidad corresponde a los componentes Hojarasca y Maderas muertas, con un error del 60 % y 51 % respectivamente; la menor variabilidad se presenta en el componente Suelo con un error de muestreo del 11.5 %.

Cuadro 104. Errores de muestreo para las existencias de CO2 para el *Bosque Conífero Denso,* por componente (ton).

Error de muestreo	CO_2 Arb>10 cm	CO_2 Arb 2-10 cm	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Suelo	CO_2 Total
Unidades (ton)	3,694,365	1,088,628	1,078,911	964,989	821,849	8,885,602	11,820,508
Error porcentual	11.6 %	28.5 %	11.2 %	60.0 %	51.1 %	11.5 %	9.4 %

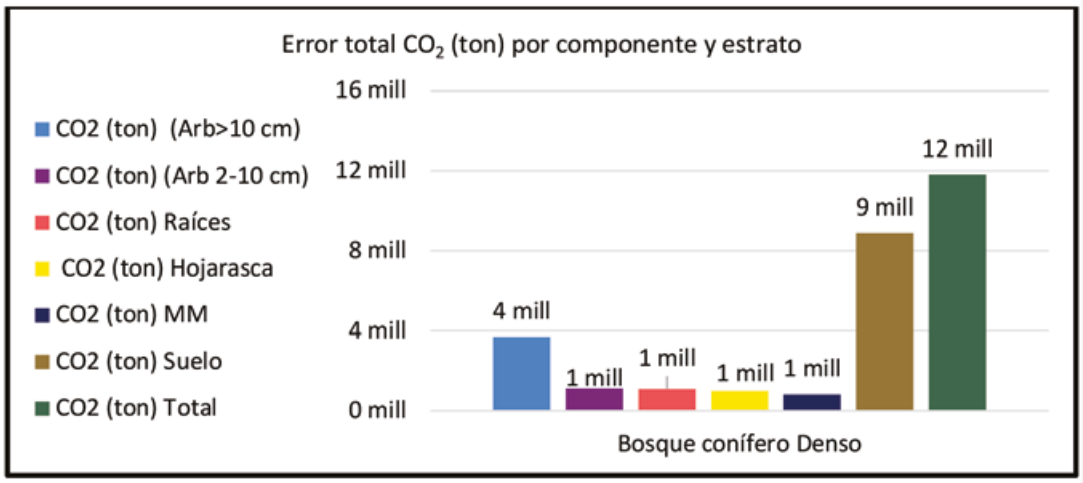


Figura 132. Errores de muestreo para las existencias de CO2 para el *Bosque Conífero Denso* (por componente).

6.1.2 *Bosque Conífero Disperso*

Para este estrato se estima un stock total de 66,605,242 toneladas de CO2 y, dado que el error de muestreo de la estimación es del 9.6 %, este stock varía de un mínimo de 60,211,138 toneladas a un máximo de 72,999,345 toneladas (con un 95 % de confianza). En el Cuadro 105 y Figura 133 se muestran las existencias de CO2 para el estrato arbóreo *Bosque Conífero Disperso* por cada uno de los sumideros evaluados. Es el componente Suelo el que aporta la mayor cantidad de CO2 fijado, con 49,587,236 toneladas (74.4 %), y le siguen los árboles mayores a 10 cm de DAP, con 10,900,958 toneladas equivalentes al 16.4 %; el estrato arbóreo (incluido raíces) aporta 15,567,892 toneladas (23.4 %), en tanto que Hojarasca y Maderas muertas aportan en conjunto solo 1,450,114 toneladas de CO2 (2.2 %).

En el Cuadro 106 y Figura 134 se muestra el error de muestreo obtenido para el estrato *Bosque Conífero Disperso* para cada uno de los componentes medidos. El error total es de un 9.6 % para este estrato, lo que corresponde a 6,394,103 toneladas de CO2. En relación a los errores de muestreo de cada una de las estimaciones realizadas, la mayor variabilidad corresponde a los componentes Maderas muertas y Árboles entre 2 y 9.9 cm, con un error del 50% y 26.8%, respectivamente; la menor variabilidad se presenta en el componente Raíces, con un error de muestreo del 12.8%.

Cuadro 105. Existencias de CO2 por componente para el *Bosque Conífero Disperso* (ton).

Estrato	CO_2 Arb>10 cm	CO_2 Arb 2-10 cm	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Suelo	CO_2 Total
Bosque Conífero Disperso	10,900,858	1,358,440	3,308,594	433,367	1,016,747	49,587,236	66,605,242
	16.4 %	2.0 %	5.0 %	0.7%	1.5 %	74.4 %	100 %

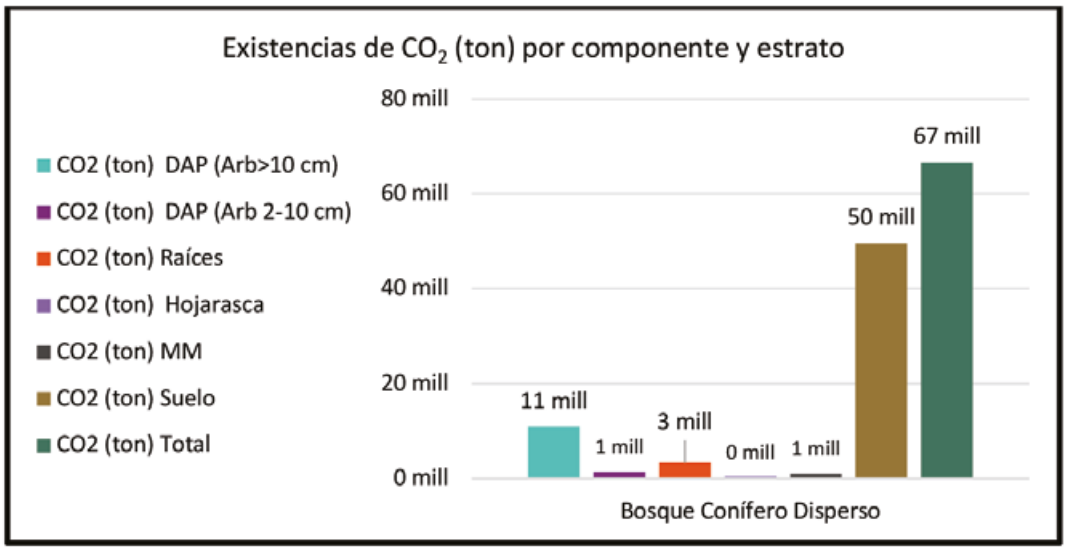


Figura 133. Existencias de CO2 por componente para el *Bosque Conífero Disperso.*

Cuadro 106. Errores de muestreo para las existencias de CO2 para el estrato *Bosque Conífero Disperso* (por componente) (ton).

Error de muestreo	CO_2 Arb>10 cm	CO_2 Arb 2-10 cm	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Suelo	CO_2 Total
Unidades (ton)	1,537,021	364,062	423,500	113,109	508,373	6,942,213	6,394,103
Error porcentual	14.1 %	26.8 %	12.8 %	26.1 %	50 %	14.0 %	9.6 %

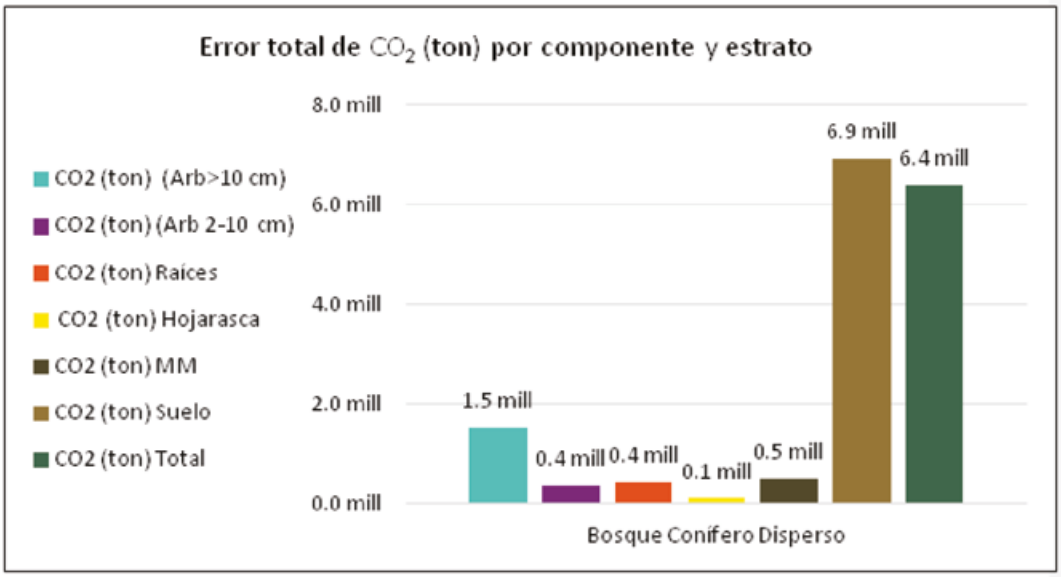


Figura 134. Errores de muestreo para las existencias de CO2 para el *Bosque Conífero Disperso* (por componente).

6.1.3 *Bosque de Mangle*

Para este estrato se estima un stock total de 37,036,615 toneladas de CO2, estimado con un error de muestreo del 8.2 %, por lo que este stock varía de un mínimo de 33,999,613 toneladas a un máximo de 40,073,618 toneladas (con un 95 % de confianza). En el Cuadro 107 y Figura 135 se muestran las existencias de CO2 para este estrato por cada uno de los sumideros evaluados. Es el componente Suelo el que aporta la mayor cantidad de CO2 fijado, con 30,205,274 toneladas (81.6 %), y le siguen los árboles mayores a 10 cm de DAP, con 4,188,954 toneladas, equivalentes al 11.3 %; el estrato arbóreo (incluido raíces) aporta 6,534,444 toneladas (17.6 %), en tanto que Hojarasca y Maderas muertas aportan en conjunto solo 296,898 toneladas de CO2 (0.8 %).

Cuadro 107. Existencias de CO2 por componente para el *Bosque de Mangle* (ton).

Estrato	CO_2 Arb>10 cm	CO_2 Arb 2-10 cm	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Suelo	CO_2 Total
Bosque de Mangle	4,188,954	955,470	1,390,020	24,292	272,606	30,205,274	37,036,615
	11.3 %	2.6 %	3.8 %	0.1 %	0.7 %	81.6 %	100 %

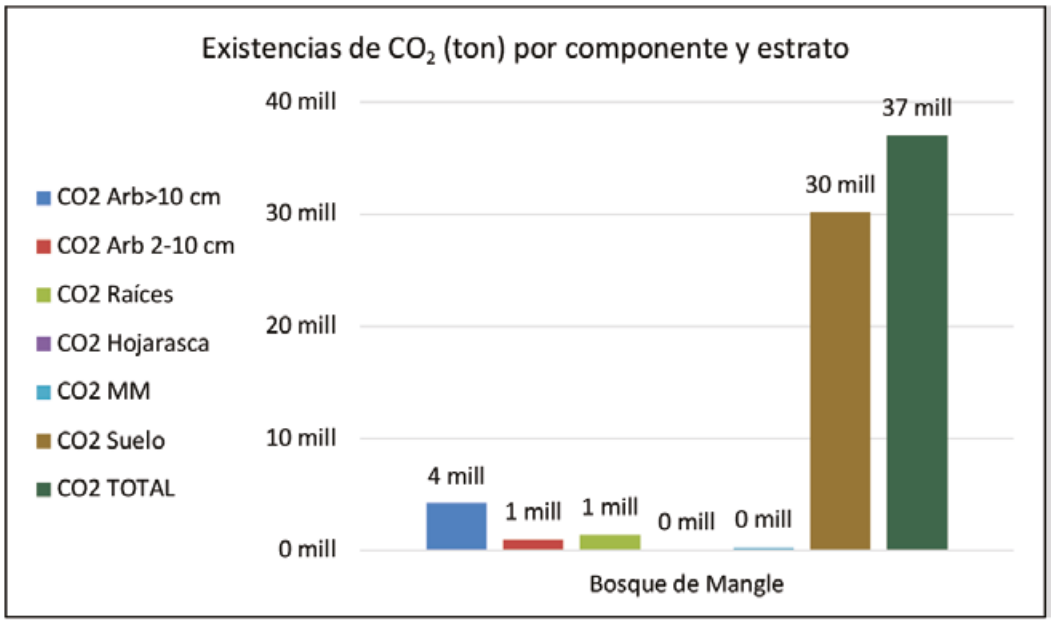


Figura 135. Existencias de CO2 por componente para el *Bosque de Mangle.*

En el Cuadro 108 y Figura 136 se muestra el error de muestreo (incertidumbre) obtenido para el estrato ***Bosque de Mangle*** para cada uno de los componentes medidos. El error total es de un 8.2 % para lo que corresponde a 3,037,002 toneladas de CO2. En relación a los errores de muestreo de cada una de las estimaciones realizadas, la mayor variabilidad corresponde al componente Hojarasca, con un error del 40 %, seguido de Maderas muertas, con un error del 32.5 %; por su parte, la menor variabilidad se presenta en el componente Suelo, con un error de muestreo del 9.7 %.

Cuadro 108. Error de muestreo para las existencias de CO para el *Bosque de Mangle* por componente.

Error de muestreo	CO_2 Arb>10 cm	CO_2 Arb 2-10 cm	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Suelo	CO_2 Total
Unidades (Ton)	984,404	141,410	254,374	9,717	88,597	2,929,912	3,037,002
Error porcentual	23.5 %	14.8 %	18.3 %	40 %	32.5 %	9.7 %	8.2 %

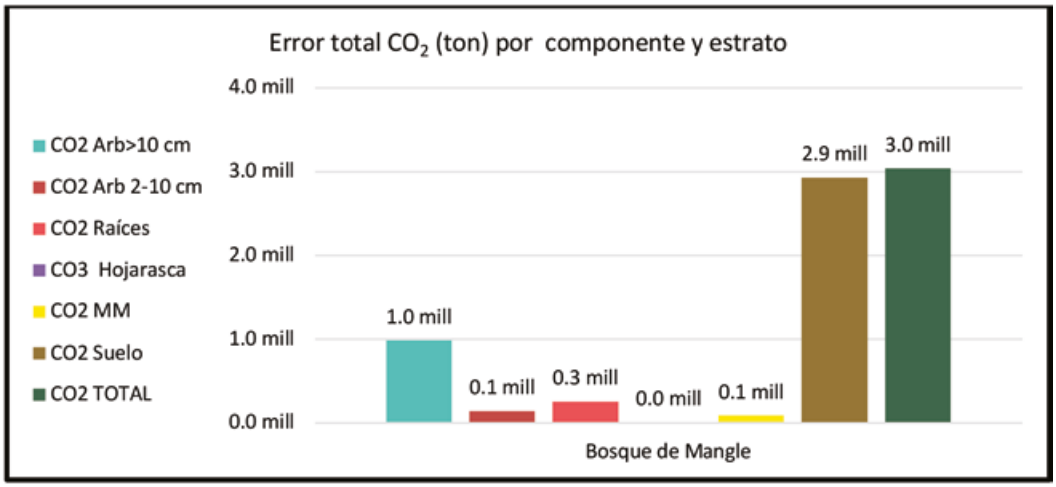


Figura 136. Error de muestreo para las existencias de CO2 para el estrato *Bosque de Mangle* por componente.

6.1.4 *Bosque Latifoliado Húmedo*

Para este estrato se estima un stock total de 653,493,100 toneladas de CO2 y, dado que el error de muestreo de la estimación es del 9.3 %, este stock varía de un mínimo de 592,718,242 toneladas a un máximo de 714,267,958 toneladas (con un 95 % de confianza). En el Cuadro 109 y Figura 137 se muestran las existencias de CO2 para este estrato por cada uno de los sumideros evaluados. Es el componente Suelo el que aporta la mayor cantidad de CO2 fijado, con 480,681,603 toneladas (73.6 %), y le siguen los árboles mayores a 10 cm de DAP con 112,464,625 toneladas equivalentes al 17.2 %; el estrato arbóreo (incluido raíces) aporta 161,406,227 toneladas (24.7 %), en tanto que Hojarasca y Maderas muertas aportan en conjunto solo 11,405,270 toneladas de CO2 (1.7 %).

Cuadro 109. Existencias de CO2 por componente para el *Bosque Latifoliado Húmedo.*

Estrato	CO_2 Arb>10 cm	CO_2 Arb 2-10 cm	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Suelo	CO_2 Total
Bosque Latifoliado Húmedo	112,464,625	14,653,606	34,287,995	2,165,558	9,239,712	480,681,603	653,493,100
	17.2 %	2.2 %	5.2 %	0.3 %	1.4 %	73.6 %	100 %

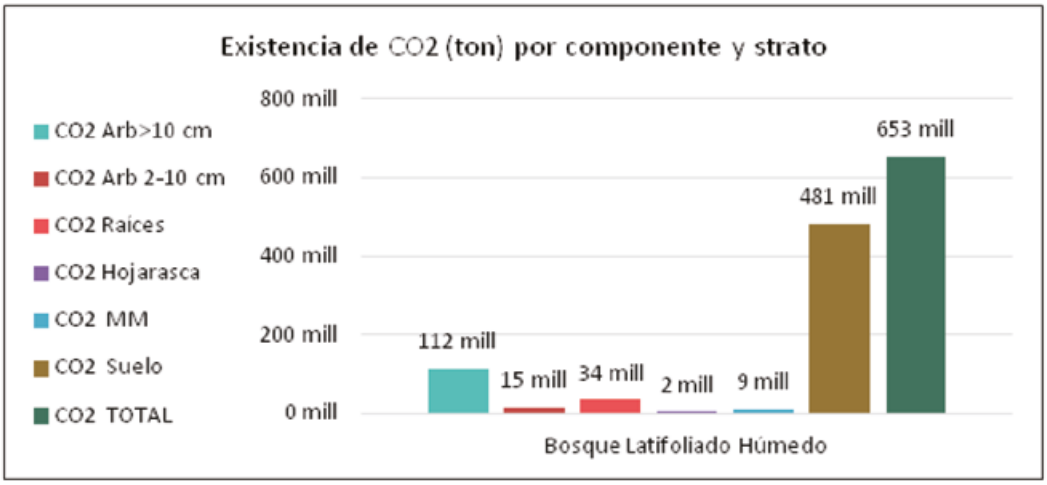


Figura 137. Existencias de CO2 por componente para el estrato *Bosque Latifoliado Húmedo.*

En el Cuadro 110 y Figura 138 se muestra el error de muestreo (incertidumbre) obtenido para el estrato *Bosque Latifoliado Húmedo* para cada uno de los componentes medidos. El error total es de un 9.3 % equivalente a 60,774,858 toneladas de CO2. En relación a los errores de muestreo de cada una de las estimaciones realizadas, la mayor variabilidad corresponde a los componentes Maderas muertas y Hojarasca, con un error del 32 % y 17 % respectivamente; la menor variabilidad se presenta en el componente Suelo, con un error de muestreo del 12 %.

Cuadro 110. Error de muestreo para las existencias de CO2 para el *Bosque Latifoliado Húmedo* (por componente) (ton).

Error de muestreo	CO_2 Arb>10 cm	CO_2 Arb 2-10 cm	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Suelo	CO_2 Total
Unidades (ton)	17,769,411	1,992,890	4,766,031	370,310	2,965,948	57,681,792	60,774,858
Error porcentual	15.8 %	13.6 %	13.9 %	17.1 %	32.1 %	12.0 %	9.3 %

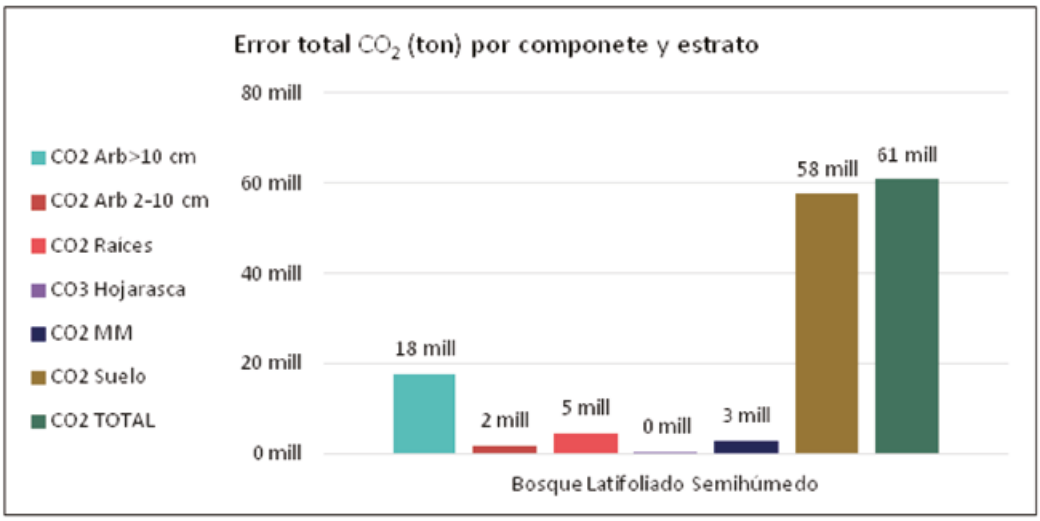


Figura 138. Error de muestreo para las existencias de CO2 para el *Bosque Latifoliado Húmedo* (por componente).

6.1.5 *Bosque Latifoliado Nublado*

Se estima para este estrato un stock total de 130,144,266 toneladas de CO2 y, dado que el error de muestreo de la estimación es del 17.9 %, este stock varía de un mínimo de 106,848,442 toneladas a un máximo de 153,440,090 toneladas (con un 95% de confianza). En el Cuadro 111 y Figura 139 se muestran las existencias de CO2 para el estrato arbóreo *Bosque Latifoliado Nublado* por cada uno de los sumideros evaluados. Es el componente Suelo el que aporta la mayor cantidad de CO2 fijado, con 82,522,295 toneladas (63.4 %), y le siguen los árboles mayores a 10 cm de DAP con 27,244,017 toneladas, equivalentes al 20.9 %; el estrato arbóreo (incluido raíces) aporta 38,773,819 toneladas (29.8 %) en tanto que Hojarasca y Maderas muertas aportan en conjunto solo 8,848,152 toneladas de CO2 (6.8 %).

Cuadro 111. Existencias de CO2 por componente para el *Bosque Latifoliado Nublado* (ton).

Estrato	CO_2 Arb>10 cm	CO_2 Arb 2-10 cm	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Suelo	CO_2 Total
Bosque Latifoliado Nublado	27,244,017	3,290,528	8,239,275	181,368	8,666,784	82,522,295	130,144,266
	20.9 %	2.5 %	6.3 %	0.1 %	6.7 %	63.4 %	100 %

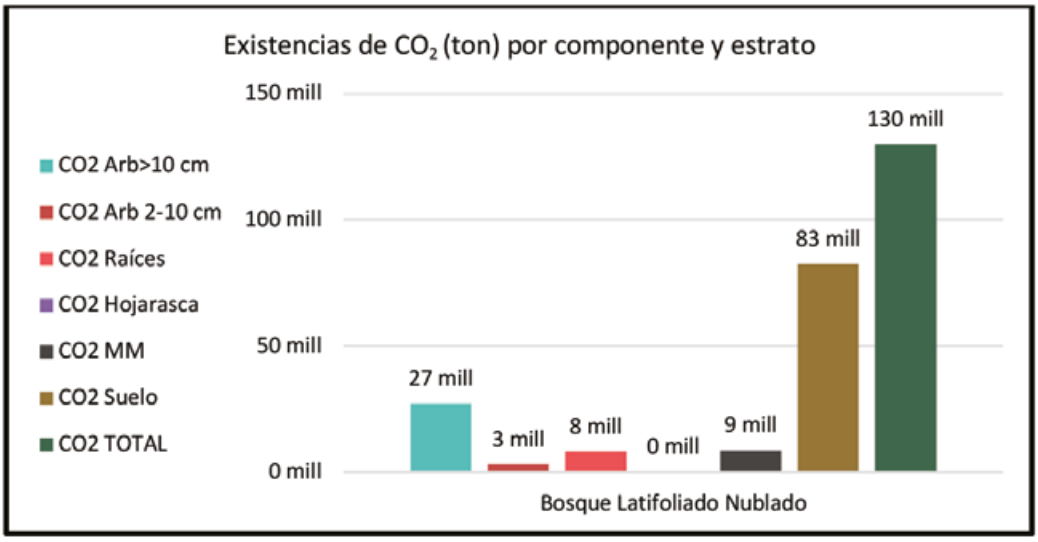


Figura 139. Existencias de CO2 por componente para el *Bosque Latifoliado Nublado.*

En el Cuadro 112 y Figura 140 se muestra el error de muestreo (incertidumbre) obtenido para el estrato ***Bosque Latifoliado Nublado*** para cada uno de los componentes medidos. El error total es de un 17.9 % para este estrato, equivalente a 23,295,824 toneladas de CO2. En relación a los errores de muestreo de cada una de las estimaciones realizadas, la mayor variabilidad corresponde al componente Maderas muertas, con un error del 138.6 %; por su parte, la menor variabilidad se presenta en el componente Suelo, con un error de muestreo del 23.7 %.

Cuadro 112. Errores de muestreo de las existencias de CO2 en el *Bosque Latifoliado Nublado* (ton).

Error de muestreo	CO_2 Arb>10 cm	CO_2 Arb 2-10 cm	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Suelo	CO_2 Total
Unidades (Ton)	11,197,291	1,382,022	3,032,053	63,297	12,012,163	19,557,784	23,295,824
Error porcentual	41.1 %	42 %	36.8 %	34.9 %	138.6 %	23.7 %	17.9 %

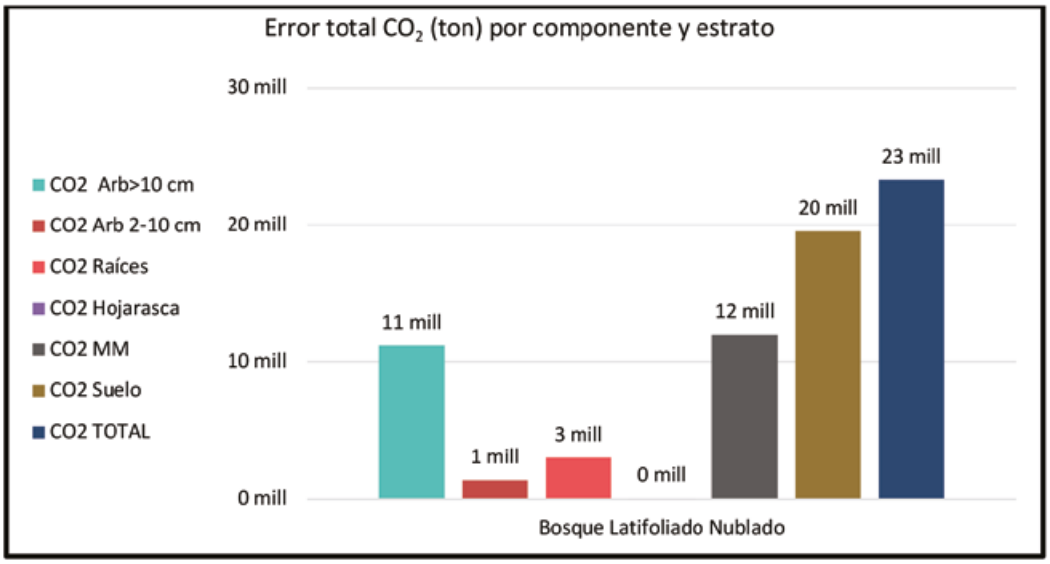


Figura 140. Errores de muestreo para las existencias de CO2 para el *Bosque Latifoliado Nublado.*

6.1.6 *Bosque Latifoliado Semihúmedo*

Se estima para este estrato un stock total de 366,844, toneladas de CO2 y, dado que el error de muestreo de la estimación es del 5.6 %, este stock varía de un mínimo de 346,300,854 toneladas a un máximo de 387,387,396 toneladas (con un 95 % de confianza). En el Cuadro 113 y Figura 141 se muestran las existencias de CO2 para el estrato arbóreo *Bosque Latifoliado Semihúmedo* por cada uno de los sumideros evaluados. Es el componente Suelo el que aporta la mayor cantidad de CO2 fijado, con 272,200,255 toneladas (87 %), y le siguen los árboles mayores a 10 cm de DAP con 19,901,629 toneladas equivalentes al 6.4 %; el estrato arbóreo (incluido raíces) aporta 43,828,931 toneladas (11.9 %), en tanto que Hojarasca y Maderas muertas aportan en conjunto solo 3,402,484 toneladas de CO2 (0.9 %).

Cuadro 113. Existencias de CO2 por componente para el *Bosque Latifoliado Semihúmedo* (ton).

Estrato	CO_2 Arb>10 cm	CO_2 Arb 2-10 cm	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Suelo	CO_2 Total
Bosque Latifoliado Semihúmedo	19,901,629	9,482,216	7,938,600	799,373	2,094,908	272,200,255	312,416,982
	6.4 %	3.0 %	2.5 %	0.3 %	0.7 %	87.1 %	100 %

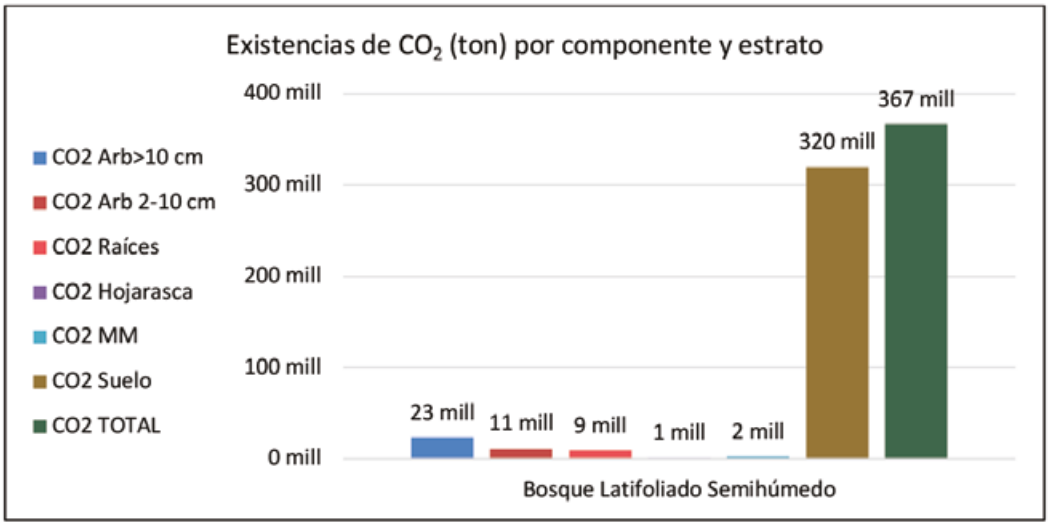


Figura 141. Existencias de CO2 por componente para el *Bosque Latifoliado Semihúmedo* (ton).

En el Cuadro 114 y Figura 142 se muestra el error de muestreo (incertidumbre) obtenido para el estrato *Bosque Latifoliado Semihúmedo* para cada uno de los componentes medidos. El error total es de un 5.6 % para este estrato, lo que equivale a 20,543,271 toneladas de CO2. En relación a los errores de muestreo de cada una de las estimaciones realizadas, la mayor variabilidad corresponde a los componentes Maderas muertas y Hojarasca, con un error del 18.8 % y 13.4 % respectivamente; la menor variabilidad se presenta en el componente Suelo, con un error de muestreo del 6.5 %.

Cuadro 114. Error de muestreo para las existencias de CO2 para el *Bosque Latifoliado Semihúmedo* (por componente) (ton).

Error de muestreo	CO_2 Arb>10 cm	CO_2 Arb 2-10 cm	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Suelo	CO_2 Total
Unidades (Ton)	2,968,741	1,124,641	819,981	125,566	463,500	20,774,826	20,543,271
Error porcentual	12.7 %	10.1 %	8.8 %	13.4 %	18.8 %	6.5 %	5.6 %

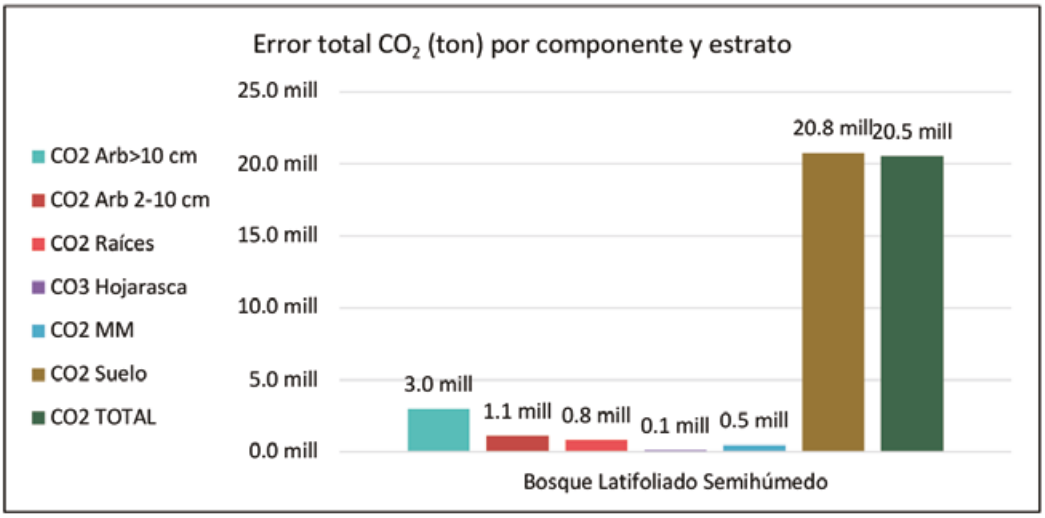


Figura 142. Error de muestreo para las existencias de CO_2 para el estrato *Bosque Latifoliado Semihúmedo* (por componente).

6.1.7 *Bosque Seco*

Para este estrato se estima un stock total de 453,378,859 toneladas de CO_2 y dado que el error de muestreo de la estimación es del 8.6%, este stock varía de un mínimo de 414,388,277 toneladas a un máximo de 492,369,441 toneladas (con un 95 % de confianza). En el Cuadro 115 y Figura 143 se muestran las existencias de CO_2 para el estrato arbóreo *Bosque Seco* por cada uno de los sumideros evaluados. Es el componente Suelo el que aporta la mayor cantidad de CO_2 fijado, con 400,705,157 toneladas (88.4 %), y le sigue el estrato arbóreo (incluido raíces), con 47,635,705 toneladas (10.5 %); Hojarasca y Maderas muertas aportan en conjunto 5,037,998 toneladas de CO_2 (1.1 %).

Cuadro 115. Existencias de CO2 por componente para el *Bosque Seco* (ton).

Estrato	CO_2 Arb >10 cm	CO_2 arb 2-10 cm	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Suelo	CO_2 Total
Bosque Seco	19,455,683	18,063,066	10,116,955	860,146	4,177,852	400,705,157	453,378,859
	4.3 %	4.0 %	2.2 %	0.2 %	0.9 %	88.4 %	100 %

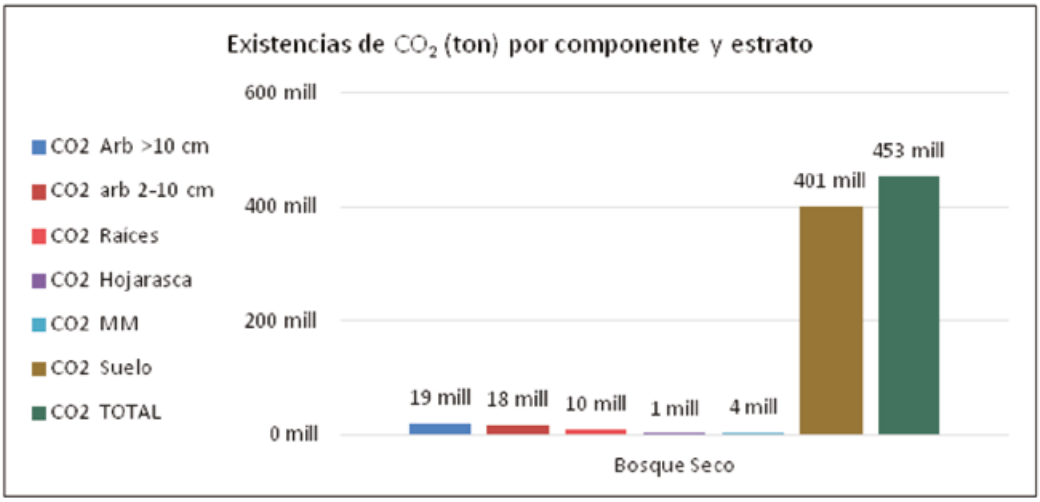


Figura 143. Existencias de CO_2 por componente para el *Bosque Seco.*

En el Cuadro 116 y Figura 144 se muestra el error de muestreo obtenido para el estrato *Bosque Seco* para cada uno de los componentes medidos. El error total es de un 8.6 % para este estrato, equivalente a 38,990,582 toneladas de CO_2. En relación a los errores de muestreo de cada una de estas estimaciones, la mayor variabilidad corresponde al componente Maderas muertas, con un error del 23.7 %, seguido de los árboles de entre 2 y 9.9 cm de DAP, con un error del 22.3 %; la menor variabilidad se presenta en el componente Suelo, con un error de muestreo de 9.2 %.

Cuadro 116. Errores de muestreo para la estimación de CO_2 para el *Bosque Seco* (por componente).

Error de muestreo	CO_2 Arb>10 cm	CO_2 Arb 2-10 cm	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Suelo	CO_2 Total
Unidades (ton)	2,957,264	4,028,064	1,335,438	119,560	990,151	36,864,874	38,990,582
Error porcentual	15.2 %	22.3 %	13.2 %	13.9 %	23.7 %	9.2 %	8.6 %

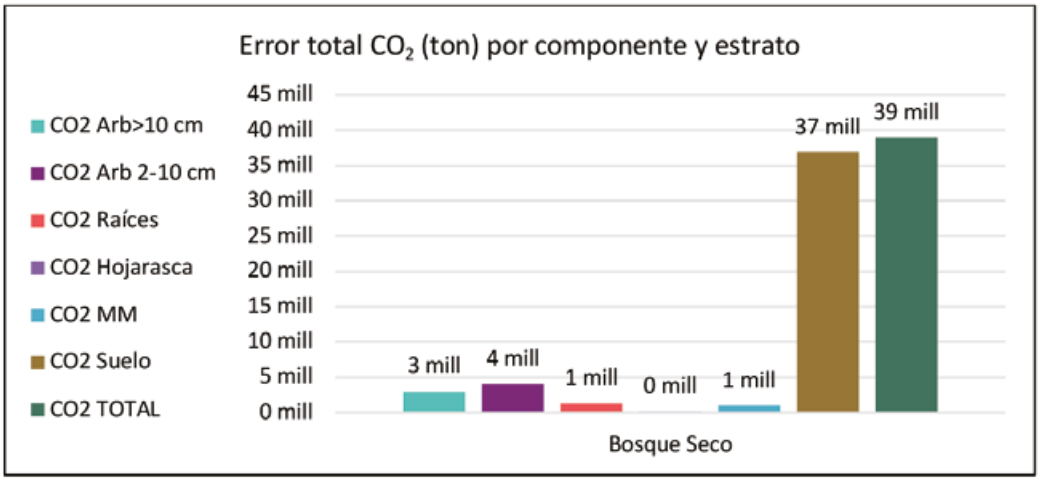


Figura 144. Errores de muestreo para la estimación de CO_2 para el *Bosque Seco.*

6.2 EXISTENCIAS DE CO2 TOTALES PARA EL INF-RD

El stock total de CO_2 que se logra determinar a través del INF-RD, considerando los distintos componentes vegetales y de suelo medidos y relacionado con los distintos estratos arbóreos definidos, asciende a 1,833,252,290 toneladas. El error de muestreo asociado es de un 5.1%, por lo que se podría esperar que el stock total de CO_2 varíe entre 1,739,756,423 toneladas como límite inferior y 1,926,748,127 toneladas como límite superior. A nivel del inventario completo es el componente Suelo el que aporta la mayor cantidad de CO_2 fijado, con 1,440,580,380 toneladas (78.6%), y le siguen los árboles mayores a 10 cm de DAP con 229,478,024 toneladas, equivalentes al 12.5 %; el estrato arbóreo (incluido raíces) aporta 359,047,874 toneladas (19.6 %), en tanto que Hojarasca y Maderas muertas aportan en conjunto solo 33,657,044 toneladas de CO_2 (1.8 %).

En el Cuadro 117 se especifica por estratos arbóreos las existencias de CO_2, en tanto que en el Cuadro 118, para los mismos estratos arbóreos, se muestran los valores de error de muestreo alcanzados, resultando el mayor error para el estrato *Bosque Latifoliado Nublado,* con un 17.9 % como consecuencia de la alta variabilidad y bajo número de unidades muestrales evaluadas para ese estrato.

Cuadro 117. Existencias totales de CO2 por estrato arbóreo y componente (ton).

Tipo de Bosque	CO_2 Arb>10 cm	CO_2 Arb 2-10 cm	CO_2 Raíces*	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 Suelo	CO_2 Total
Bosque Conífera Denso	31,847,976	3,819,747	9,633,133	1,608,314	1,608,314	77,266,105	125,750,083
Bosque Conífera Disperso	10,900,858	1,358,440	3,308,594	433,367	1,016,747	49,587,236	66,605,242
Bosque de Mangle	4,188,954	955,470	1,390,020	24,292	272,606	30,205,274	37,036,615
Bosque Latifoliado Húmedo	112,464,625	14,653,606	34,287,995	2,165,558	9,239,712	480,681,603	653,493,100
Bosque Latifoliado Nublado	27,244,017	3,290,528	8,239,275	181,368	8,666,784	82,522,295	130,144,266
Bosque Latifoliado Semihúmedo	23,375,911	11,135,058	9,317,962	937,056	2,465,428	319,612,711	366,844,125
Bosque Seco	19,455,683	18,063,066	10,116,955	860,146	4,177,852	400,705,157	453,378,859
Total general	**229,478,024**	**53,275,915**	**76,293,934**	**6,210,101**	**27,447,444**	**1,440,580,380**	**1,833,252,290**
	12.5 %	**2.9 %**	**4.2 %**	**0.3 %**	**1.5 %**	**78.6 %**	**100 %**

(*) Determinado utilizando el factor 0.27 (IPCC, 1997) aplicado al stock de CO2 de los árboles mayores a 2 cm de DAP.

A nivel de tipo de bosque, es el ***Bosque Latifoliado Húmedo*** el que concentra la mayor proporción del stock de CO2 fijado por los bosques de República Dominicana con 653,493,100 toneladas (35.6 %), seguido por el Bosque Seco con 453,378,859 toneladas (24.7 %). Los bosques latifoliados representan el 62.8 % del stock de CO2, en tanto que los bosques de coníferas concentran el 10.5 % de este stock.

Cuadro 118. Error de muestreo de las existencias de CO2

Tipo de Bosque	Error de muestreo	
	(Ton CO_2 eq)	(%)
Bosque Conífero Denso	11,820,508	9.4
Bosque Conífero Disperso	6,394,103	9.6
Bosque de Mangle	3,037,002	8.2
Bosque Latifoliado Húmedo	60,774,858	9.3
Bosque Latifoliado Nublado	23,295,824	17.9
Bosque latifoliado semihúmedo	20,543,271	5.6
Bosque Seco	38,990,582	8.6
INF-RD 2018 (F I + F II)	**93,495,867**	**5.1**

En términos de cada uno de los componentes analizados, el resumen de CO2eq que aporta cada sumidero considerado en el inventario al stock total estimado se presenta en el Cuadro 119. En este sentido, sin considerar el aporte de CO2 del suelo, el mayor stock de CO2 eq está dado por los Árboles mayores a 10 cm de DAP que representan un 58.4 % del CO2 total, seguido de los componentes Raíces (19.4 %) y Árboles de entre 2 y 9.9 cm (13.6 %). Cuando se incorpora en el análisis como sumidero el Suelo (a 30 cm de profundidad), este componente por sí solo representa el 78.6 % del CO2 Total, seguido de los árboles mayores a 10 cm (12.5 %)

Cuadro 119. Existencias de CO2 y participación porcentual por componente respecto al stock total

Unidad	Componente							
	CO_2 DAP>10 cm	CO_2 DAP 2-9.9 cm	CO_2 Raíces	CO_2 Hojarasca	CO_2 MM	CO_2 total s/ suelo	CO_2 Suelo	CO_2 Total c/ suelo
(Ton)	229,478,024	53,275,915	76,293,934	6,210,101	27,447,444	392,705,418	1,440,580,380	1,833,252,290
CO_2 c/s (%)	12.5 %	2.9 %	4.2 %	0.3 %	1.5 %	21.4 %	78.6 %	100
CO_2 s/s (%)	58.4 %	13.6 %	19.4 %	1.6 %	7.0 %	100		

En el Cuadro 120 se presentan los errores de muestreo para cada uno de los componentes analizados.

Cuadro 120. Error de muestreo para las existencias de CO2 por componente.

Componente	Error de muestreo (Ton CO_2 eq)	(%)
CO_2 DAP>10 cm	25,013,105	10.9
CO_2 DAP 2-9.9 cm	6,073,454	11.4
CO_2 Raíces	6,790,160	8.9
CO_2 Hojarasca	1,254,440	20.2
CO_2 Maderas Muertas	13,696,274	49.9
CO_2 Suelo	87,875,403	6.1
CO_2 TOTAL c/suelo	93,495,867	5.1





CAPÍTULO

7

Diversidad de especies Arbóreas en los Bosques de República Dominicana

BOSQUE SECO EN LA SIERRA MARTÍN GARCÍA
Foto tomada por: Tomás Montilla

La diversidad de especies corresponde al número de especies en una unidad de área. Esta se compone de: riqueza, número de especies pertenecientes a un determinado grupo (plantas, animales, bacterias, hongos, mamíferos, árboles, etc.) existentes en una determinada área; y abundancia, número de individuos de cada especie existente en un determinado lugar (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

La diversidad es el resultado de un complejo proceso evolutivo, con una variabilidad entre los organismos vivos, así como en los complejos ecológicos de los que forman parte (Magurran, 1988).

La diversidad ha sido descrita como indicadora de un conjunto de aspectos del funcionamiento de los ecosistemas, tales como la cantidad e intensidad de las interacciones poblacionales que tienen lugar al interior del sistema (Margalef, 1980) o la calidad y cantidad del flujo energético disponible (Odum, 1980). Desde un punto de vista aplicativo, ha sido y es utilizada tanto en el campo de la biología de la conservación como en el de la supervisión ambiental, como un índice de salud del ecosistema. La diversidad basada en el número de especies es la expresión más generalizada de este parámetro, pero tal como lo señala Margalef (1991), esta plantea por lo menos dos dificultades: primero, es impensable dar un censo completo, porque continuamente se descubren especies nuevas y, segundo, no es posible convocar a los expertos necesarios para censar especies de todos los grupos de organismos. Por lo tanto, ambas dificultades conducen, generalmente, a restringir las evaluaciones de diversidad a colectivos limitados.

Desde hace ya bastante tiempo, la mayoría de los ecólogos han coincidido en que la diversidad de especies debe ser distinguida en al menos tres niveles: la diversidad local (o diversidad alfa), la diferenciación de la diversidad entre áreas (o diversidad beta) y la diversidad regional (o diversidad gama) (Smith & Smith, 2001).

Una de las principales aplicaciones forestales de estos estudios es la obtención de criterios para poder gestionar los bosques conservando la biodiversidad. Según Groombridge y Jenkins (1996), la cuantificación de la biodiversidad biológica es un objetivo importante para el manejo de los recursos no maderables de los bosques, como lo es el almacenamiento de carbono. En los ecosistemas forestales pueden ser determinados tres componentes de la biodiversidad (Schulze y Mooney, 1994): composición, estructura y funcionalidad. En la mayoría de los inventario forestales nacionales, la captura de información se centra en la obtención de indicadores relativos a la composición y a la estructura, debido a la facilidad de medición y a la objetividad de los datos obtenidos. Aunque el estudio de la funcionalidad no se está abordando específicamente, algunos de los indicadores estructurales pueden ser estimadores de índices funcionales, como es el caso de la madera muerta (indicador estructural) que es un buen estimador del proceso de descomposición (Ferris y Humphrey, 1999). Para realizar una aproximación práctica a la biodiversidad a nivel de ecosistema, tal y como describen Finegan et al. (2001), se determinan distintos tipos de «hábitat» en lugar de centrarse en las especies.

La diversidad de un ecosistema depende del número de especies presente y el equilibrio demográfico entre ellas. Es así como, si dos ecosistemas tienen el mismo número de individuos, se consideraría más diverso al que presentara un número mayor de especies. Por otra parte, si dos ecosistemas tienen el mismo número de especies, se consideraría más diverso al que presentara menos diferencias en el número de individuos de unas y otras especies (Smith & Smith, 2001).

Para la estimación de diversidad, en las evaluaciones biológicas se usan índices que responden a la riqueza de especies y a la distribución de los individuos entre las especies (Orellana, 2009). Los índices mencionados en este informe son los más utilizados en el análisis comparativo y descriptivo de la vegetación. Para el INF-RD se han utilizado los siguientes índices:

A. De Berguer-Parker, mide la dominancia de la especie o taxón más abundante. Para obtener el valor de diversidad se debe obtener el inverso de la dominancia.

$$D_{B-P} = 1 - \frac{N_{máx}}{N}$$

En donde:

D_{B-P}: Diversidad de Berguer-Parker

Nmáx: Número de individuos del taxón más abundante.

N: Número total de individuos de la muestra.

Este corresponde a un índice de dominancia y adquiere valores entre 0 y 1. Cuanto más se acerca al valor a 1, mayor es la diversidad y menor es la dominancia en el área.

B. De Margalef, es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad en base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies, en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

$$D_{Mg} = \frac{(S-1)}{Ln\ N}$$

En donde:

D_{Mg}: Biodiversidad de Margalef

S: Es el número de especies presentes

N: Número total de individuos encontrados (pertenecientes a todas las especies)

El mínimo valor que puede adoptar es 0, y ocurre cuando solo existe una especie en la muestra (S = 1, por lo que S – 1 = 0). Valores inferiores a 2 son considerados con zonas de baja diversidad (resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5 son considerados como indicativos de alta biodiversidad (Margalef, 1995).

C. De Menhinick, al igual que el índice de Margalef, se basa en la relación entre el número de especies y el número total de individuos observados, que aumenta al aumentar el tamaño de la muestra. A mayor valor del índice, mayor diversidad o riqueza específica.

$$D_{Mn} = S / \sqrt{N} \qquad D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

En donde:

D_{Mn}: Diversidad de Menhinick

S: Especies recolectadas

N: Número total de individuos sumando todos los de las S especies.

D. De Simpson, es un índice de dominancia que permite medir la riqueza de organismos. En ecología, es usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Considera un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. Este índice representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, y seleccionados al azar, pertenezcan a la misma especie. Al igual que con el índice de Berger-Parker, el valor de la diversidad es el inverso del valor de dominancia.

$$D_s = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^{s} n_i(n_i - 1)}{N(N-1)}\right]$$

En donde:

D_S: diversidad de Simpson

S: es el número de especies

n: número de ejemplares por especie

N: es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas)

Si el valor se acerca a 1 la diversidad es mayor y menor la dominancia.

E. De Shannon-Wiener se usa en ecología y otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica. Este índice se expresa con un número positivo, que varía entre 2 y 3, donde valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. Aunque en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. La ventaja de este tipo de índice es que no es necesario identificar las especies presentes, pues solo que se deben distinguir las especies para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total.

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} pi \times ln(pi)$$

En donde:

H': Diversidad de Shannon-Wiener

S: Número de especies (la riqueza de especies)

pi: Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): ni\ N)

ni: Número de individuos de la especie i

N: Número de todos los individuos de todas las especies

ln: Logaritmo natural

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

F. Índice de Equidad de Shannon-Wiener, la equitabilidad describe cómo se distribuye la abundancia (el número de individuos, biomasa, cobertura, etc.) entre las especies que integran la comunidad. Por ejemplo, en una comunidad con 10 especies, si el 90 % de los individuos pertenecen a una sola especie y el restante 10 % se distribuye entre las otras 9, la equitabilidad será baja. En cambio, si cada una de las 10 especies cuenta con el 10 % del total de los individuos, la equitabilidad será máxima.

$$E = H' \times ln(S)$$

En donde:

E: equidad

H': diversidad de Shannon-Wiener

S: número total de especies existentes dentro de la parcela

ln: logaritmo natural

7.1 DIVERSIDAD ARBÓREA PARA ESPECIES ≥ 2 CM DE DAP

En Anexo 1 se presenta el listado de las especies arbóreas identificadas, considerando todos los individuos con DAP mayor o igual a 2 cm. De todas estas especies solo hay dos que se encuentran presentes en todos los tipos de bosques de República Dominicana y 18 que se encuentran en 6 de los 7 estratos analizados (121). Estas 20 especies pueden considerarse como las de mayor plasticidad y, al respecto, diversos estudios sugieren que las especies de medios más heterogéneos y cambiantes tienen la propiedad de que su genotipo produzca más de un fenotipo cuando el organismo se halla en diferentes condiciones ambientales. Los cambios en los fenotipos dependen de factores como el pH, humedad, temperatura, fotoperiodo, estacionalidad, entre otros.

A su vez, esta plasticidad se puede expresar también como cambios químicos, fisiológicos, del desarrollo, morfológicos, de conducta, etc., en respuesta a la variación de estas señales ambientales. Estas adaptaciones pueden proporcionar cierta resiliencia al cambio climático a la vez que las diferencias en la plasticidad y sus mecanismos permiten comprender mejor por qué las distintas especies de plantas crecen donde lo hacen y así, entre otras cosas, se puede proyectar cuáles serán las distribuciones más probables en escenarios de cambio climático.

Cuadro 121. Especies arbóreas con presencia en la mayoría de los estratos.

Nombre común	*Nombre científico*	*Bosque Conífero Denso*	*Bosque Conífero Disperso*	*Bosque de Mangle*	*Bosque Lat. Húmedo*	*Bosque Lat. Nublado*	*Bosque Lat. Semihúmedo*	*Bosque Seco*
Palo amargo	*Erythroxylum brevipes*	X	X	X	X	X	X	X
Escobón	*Eugenia foetida*	X	X	X	X	X	X	X
Asota potranca	*Ateleia microcarpa*	X	X		X	X	X	X
Caimito	*Chrysophyllum cainito*		X	X	X	X	X	X
Aguacatillo	*Cinnamomum elongatum*	X	X		X	X	X	X
Penda	*Citharexylum fruticosum*	X	X		X	X	X	X
Copey	*Clusia rosea*	X	X		X	X	X	X
Oreja de burro	*Coccoloba pubescens*	X	X	X	X		X	X
Corazón de paloma	*Colubrina arborescens*	X	X		X	X	X	X
Cigua	*Cordia laevigata*	X	X		X	X	X	X
Guárano	*Cupania americana*	X	X		X	X	X	X
Palo de viento	*Dendropanax arboreus*	X	X		X	X	X	X
Azucarita	*Gyrotaenia myriocarpa*	X	X		X	X	X	X
Palo blanco	*Ilex krugiana*	X	X		X	X	X	X
Guama	*Inga vera*	X	X	X	X	X	X	
Pino criollo	*Pinus occidentalis*	X	X		X	X	X	X
Córbano	*Pseudoalbizzia berteroana*	X	X		X	X	X	X
Palo santo	*Psychotria heterochroa*	X	X		X	X	X	X
Sablito	*Schefflera morototoni*	X	X	X	X	X	X	
Aceituno	*Tabebuia berterii*	X	X		X	X	X	X

De acuerdo a los índices, los bosques latifoliados y el ***Bosque Seco*** de República Dominicana presentan una Alta o Muy Alta diversidad, en tanto que los bosques de conífera presentan diversidad Media o Baja, dependiendo del índice que se use, y solo los ***Bosque de Mangle*** presentan en todos los casos (todos los índices) una Baja diversidad. Usando como ejemplo el índice Shannon-Wiener (menor a 1 es muy baja diversidad y mayores o igual a 5 es muy alta diversidad) el ***Bosque Latifoliado Húmedo,*** el ***Bosque Latifoliado Semihúmedo,*** el ***Bosque Seco*** y el ***Bosque Latifoliado Nublado***

presentan una Alta diversidad con valores del índice de 4.58, 4.37, 4.00 y 3.98, respectivamente; los bosques Conífero Disperso (2.58) y Conífero Denso (1.85) presentan una diversidad Media, y solo los ***Bosques de Mangle*** presentan una Baja diversidad (1.47). Existe concordancia entre los valores de los distintos índices calculados, en el sentido de indicar valores de diversidad similares para los mismos estratos.

A continuación, se presentan los cálculos de los índices de diversidad correspondientes a la parcela principal (UMP) y secundaria (BAM) para cada estrato arbóreo y que incluyen todas las especies con DAP mayor o igual a 2 cm. Adicionalmente, se muestra las cantidades de especies que conforman cada estrato y las especies o árboles muertos en pie con su volumen por hectárea (Cuadro 122).

Cuadro 122. Índices de diversidad, cantidad de especies arbóreas y madera muerta en pie por estrato arbóreo.

Indicador Diversidad Vegetal	*Bosque Conífero Denso*	*Bosque Conífero Disperso*	*Bosque de Mangle*	*Bosque Latifol. Húmedo*	*Bosque Latifol. Nublado*	*Bosque Lat. Semi húmedo*	*Bosque Seco*	*INF-RD*
Especies arbóreas								
a) Cantidad de especies (riqueza)								
Máximo número de especies	18	24	14	31	18	29	32	32
Mínimo número especies	2	1	1	1	7	1	3	1
Media número de especies	6.5	6.5	2.7	13.7	13.9	13.9	13.0	10.7
Varianza número de especies	22.5	39.8	5.2	38.8	8.7	38.9	34.3	49.8
Límite superior IC (95 %) número de especies	4.2	4.5	2.2	12.3	11.9	12.8	11.6	10.0
Límite inferior IC (95 %) número de especies	8.8	8.5	3.3	15.1	15.9	15.0	14.4	11.4
Número de Especies Hábitat	55	103	37	230	101	235	177	389
b) Índices no paramétricos de diversidad								
Índice de Shannon	2.67	3.72	2.12	6.60	5.74	6.31	5.77	6.50
Índice de diversidad de Margaleff	7.36	13.20	4.07	26.56	14.62	25.21	19.85	37.07
Índice de diversidad de Menhinick	1.41	2.16	0.44	3.09	3.30	2.27	2.10	2.08
Índice de diversidad de Berger-Parker	0.39	0.47	0.44	0.93	0.93	0.91	0.92	0.89
Índice de diversidad de Simpson	0.61	0.71	0.64	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97
Índice de diversidad de Shannon y Weiner	1.85	2.58	1.47	4.58	3.98	4.37	4.00	4.50
c) Mezcla de coníferas/frondosas (%)	60.1	53.6	0.0	0.6	1.3	0.6	0.0	6.5
Madera muerta								
Nº Árboles muertos (árboles/ha)	260	60	289	163	117	326	560	295
Volumen árboles muertos (m^3/ha)	6.0	4.3	10.7	5.5	17.7	4.9	8.0	6.9

Número de especies: referido a la cantidad de especies a nivel de cada parcela evaluada en el respectivo tipo de bosque del INF-RD.

Número de especies Hábitat: referido a la cantidad de especies distintas (no repetidas), considerando en conjunto todas las unidades de muestreo realizadas en cada tipo de bosque del INF-RD.

A continuación se indica y analiza, para cada estrato, los valores obtenidos según cuadro precedente.

7.1.1 *Bosque Conífero Denso*

En el estrato ***Bosque Conífero Denso*** compuesto de 19 unidades de muestreo analizadas (UMP y BAM), el promedio de la frecuencia de especies identificadas es de 7 (máximo 18 y mínimo 20). El total de especies diferentes encontradas es de 55, considerando todas las parcelas del estrato (19). Los índices de diversidad, que incluyen las especies de todas las unidades de muestreo, muestran una diversidad catalogada mayoritariamente como Baja (índices de Shannon,

Berger-Parker y Simpson), aunque los índices de Menhinick y Shannon-Wiener la catalogan como Media y solo el índice de Margaleff cataloga la diversidad de este estrato como Alta (Figura 145).

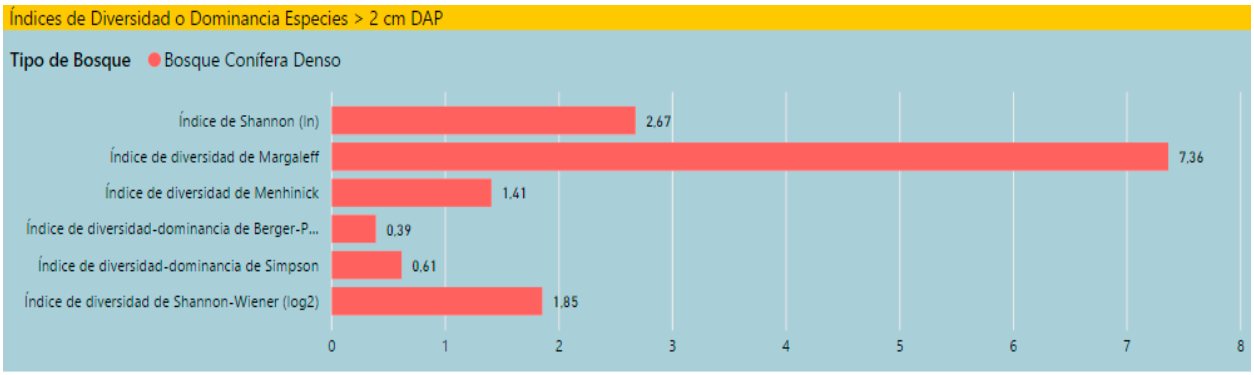


Figura 145. Valores de índices de diversidad para el *Bosque Conífero Denso.*

7.1.2 *Bosque Conífero Disperso*

En el estrato ***Bosque Conífero Disperso,*** compuesto de 40 unidades de muestreo analizadas, el promedio de la frecuencia de las especies identificadas es de 7 (máximo 24 y mínimo 1) y el total de especies diferentes encontradas es de 103 (para el conjunto de todas las parcelas). Los índices de diversidad analizados muestran una diversidad catalogada mayoritariamente como Media (índices de Shannon, Simpson y Shannon-Wiener), aunque los índices de Margaleff y Menhinick la clasifican de Alta y solo el índice de Berger-Parker la cataloga como Baja (Figura 146).

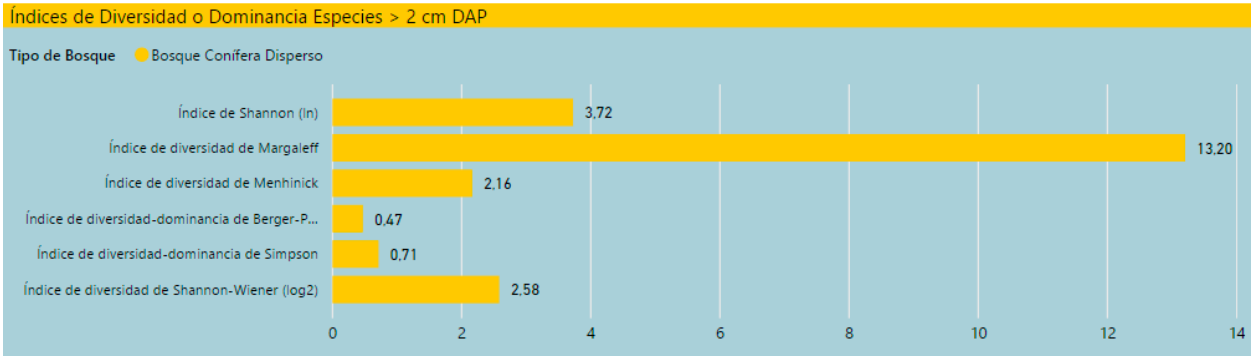


Figura 146. Valores de índices de diversidad para el *Bosque Conífero Disperso.*

7.1.3 *Bosque de Mangle*

En el estrato ***Bosque de Mangle,*** compuesto de 70 unidades de muestreo analizadas, el promedio para la frecuencia de las especies identificadas es de 3 (máximo 14 y mínimo 1) y el total de especies arbóreas encontradas en las 70 parcelas es de 37. Los índices de diversidad muestran una diversidad mayoritariamente Baja, según los valores o rangos indicados para cada índice (Figura 147), dado que predominan tres o cuatro especies (alta dominancia) y adicionalmente, posee un el más bajo número de especies totales (individuales). Al analizar los índices de Shannon, Menhinick, Berger-Parker, Simpson y Shannon-Wiener estos catalogan la diversidad de este tipo de bosque como Baja, y solo el índice de Margaleff la clasifica como Media.

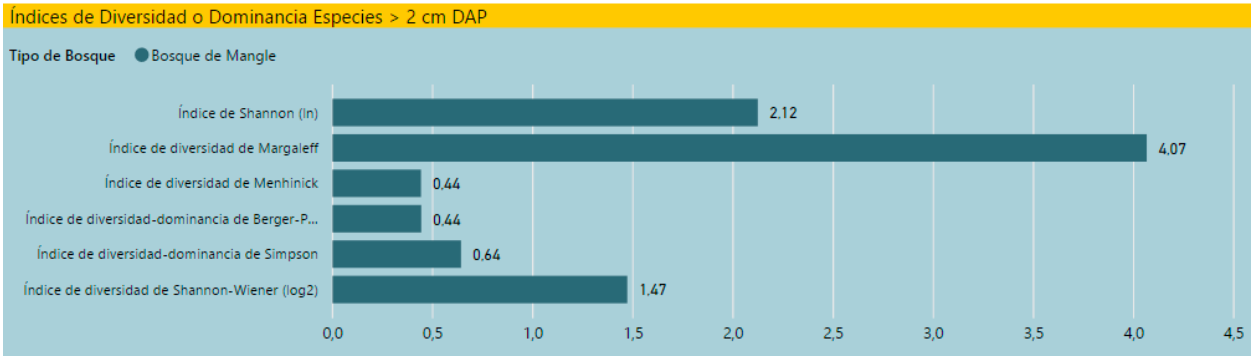


Figura 147. Valores de índices de diversidad para el *Bosque de Mangle.*

7.1.4 *Bosque Latifoliado Húmedo*

En el estrato *Bosque Latifoliado Húmedo,* compuesto de 76 unidades de muestreo analizadas, el promedio de la frecuencia de especies identificadas es de 14 (máximo 31 y mínimo 1) y el total de especies distintas encontradas es de 230 (para el conjunto de las 76 parcelas evaluadas). Los índices de diversidad muestran una diversidad Alta a Muy Alta según los valores o rangos indicados para cada índice (Figura 148). Los índices de Shannon, Menhinick y Simpson catalogan la diversidad de este tipo de bosque como Muy Alta, en tanto que los índices de índices de Berger-Parker, Margaleff y Shannon-Wiener la clasifican como Alta.



Figura 148. Valores de índices de diversidad para el *Bosque Latifoliado Húmedo.*

7.1.5 *Bosque Latifoliado Nublado*

En el estrato *Bosque Latifoliado Nublado,* compuesto de 11 unidades de muestreo analizadas, el promedio para la frecuencia de las especies identificadas es de 14 (máximo 18 y mínimo 7) y el total de especies arbóreas diferentes encontradas en las 11 parcelas es de 101. Los índices de diversidad muestran una diversidad Alta a Muy Alta, según los valores o rangos indicados para cada índice (Figura 149). El comportamiento de los índices es similar al *Bosque Latifoliado Húmedo* ya que los índices de Shannon, Menhinick y Simpson catalogan la diversidad de este tipo de bosque como Muy Alta, en tanto que los índices de índices de Berger-Parker, Margaleff y Shannon-Wiener la clasifican como Alta.

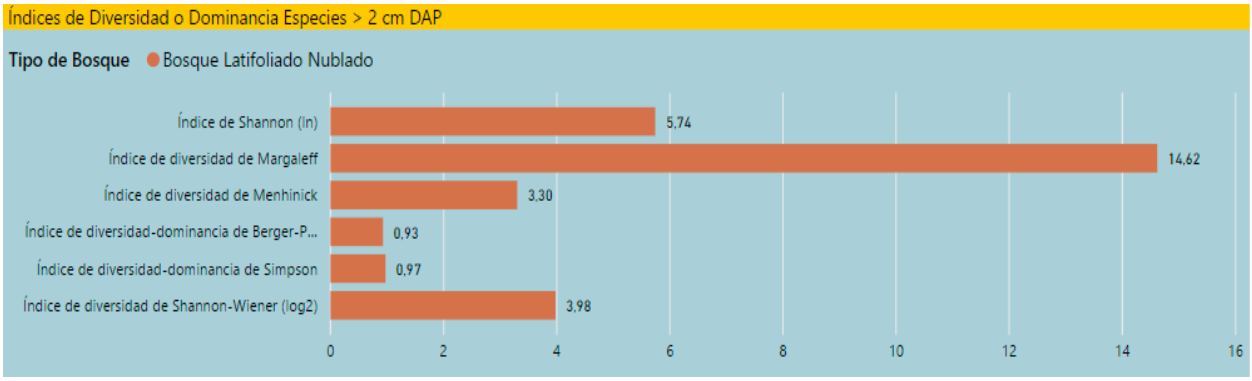


Figura 149. Valores de índices de diversidad para el *Bosque Latifoliado Nublado.*

7.1.6 *Bosque Latifoliado Semihúmedo*

En el estrato *Bosque Latifoliado Semihúmedo,* compuesto de 117 unidades de muestreo analizadas, el promedio de especies identificadas es de 14 (máximo 29 y mínimo 1) y el total de especies diferentes encontradas es de 235 al considerar todas las unidades muestrales en su conjunto. Los índices de diversidad muestran una diversidad Alta, según los valores o rangos indicados para la mayoría de los índices; solo los índices de Shannon y de Simpson clasifican a este tipo de bosque como de Muy Alta diversidad (Figura 150).

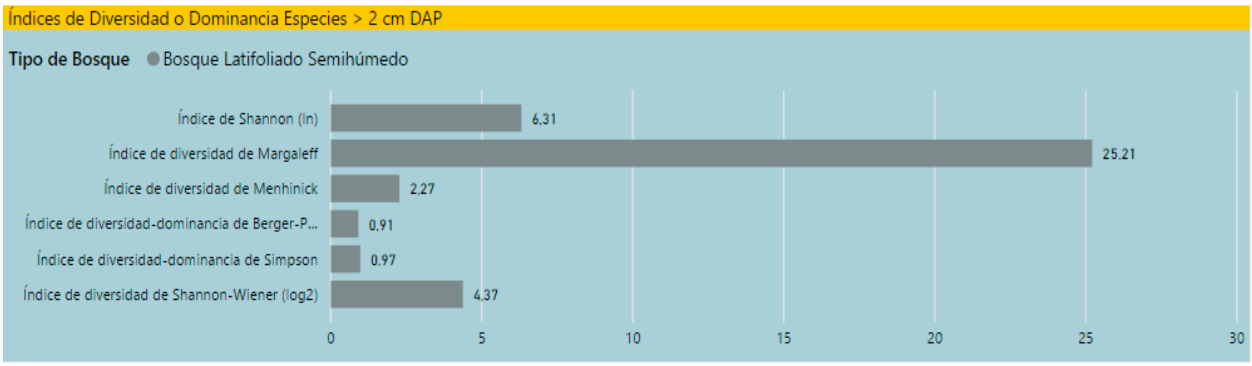


Figura 150. Valores de índices de diversidad para el *Bosque Latifoliado Semihúmedo.*

7.1.7 *Bosque Seco*

En el estrato *Bosque Seco,* compuesto de 71 unidades de muestreo, el promedio de la frecuencia de especies identificadas es de 13 (máximo 32 y mínimo 3) y el total de especies diferentes encontradas (considerando las 71 parcelas en su conjunto) es de 177. Los índices de diversidad muestran una diversidad catalogada mayoritariamente como Alta, según los valores o rangos indicados para cada índice (Figura 151) y la totalidad de los índices son consistentes al respecto. Al observar el índice de Shannon-Wiener, este presenta un valor de 4.00 que está dentro del rango 3.1 y 5 (diversidad alta); en tanto para los índices de Shannon y Simpson la diversidad se cataloga como Muy Alta.

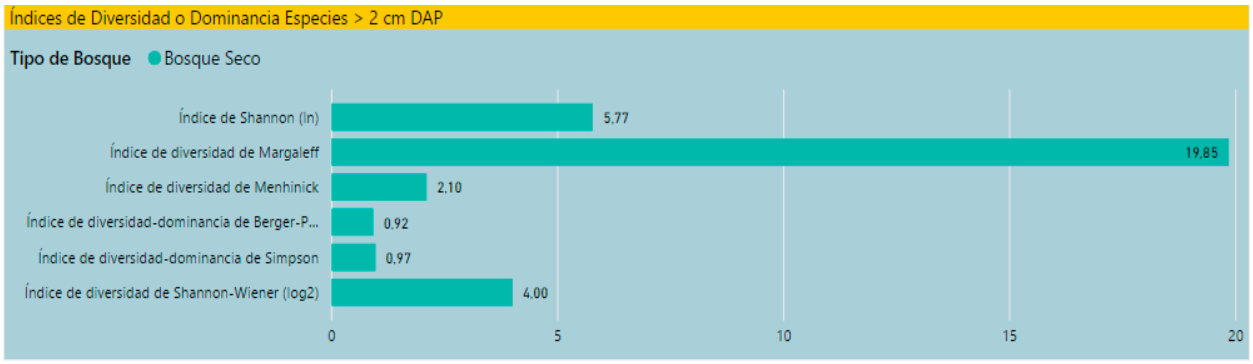


Figura 151. Valores de índices de diversidad para el *Bosque Seco.*

7.2 DIVERSIDAD EN EL INF-RD Y ESTRATOS ARBÓREOS PARA ESPECIES ≥ 2 CM DE DAP

En la Figura 152 se muestran los índices de diversidad para el INF-RD total. El valor medio para la cantidad de especies arbóreas es de 11 (mínimo 1 y máxima 32). Todos los índices de diversidad calculados muestran el mismo resultado o tendencia, indicando que la suma de las masas boscosas analizadas, a través de los inventarios de campo en República Dominicana, resultan con una diversidad Alta a Muy alta. El índice de Shannon-Wiener es de 4.50, valor indicativo de una diversidad Alta, misma clasificación dada por los índices de Berger-Parker (0.89), Menhinick (2.08) y Margaleff (37.07). Por su parte, los índices de Shannon (6.50) y Simpson (0.97) catalogan la diversidad de los bosques de República Dominicana como Muy Alta.

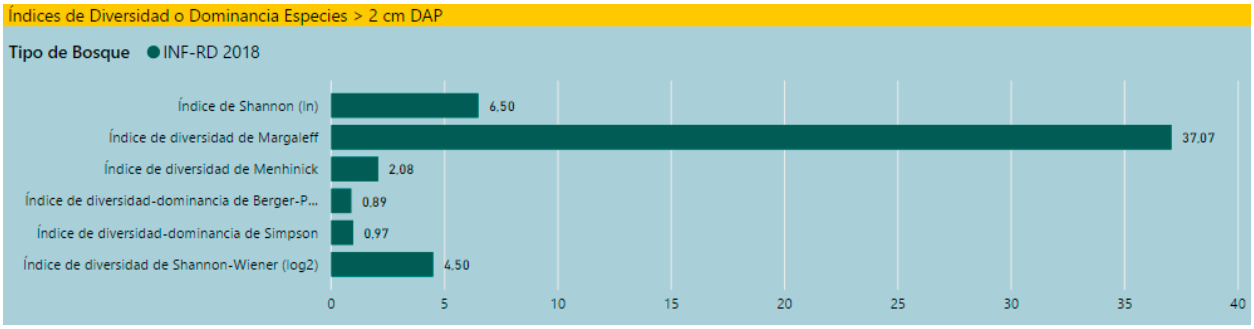


Figura 152. Índices de diversidad de los bosques de República Dominicana (global del INF-RD).

7.2.1 Cantidad de especies arbóreas por unidad de muestreo para los estratos del INF-RD

En el estrato ***Bosque de Mangle*** es donde se encontró el menor número de especies diferentes, ya que el máximo de estas en alguna de las unidades de muestreo de este estrato alcanzó solo a 14 especies distintas y el mínimo fue solo de una especie, con un promedio de 3. La mayor cantidad de especies diferentes se encontró en el ***Bosque Latifoliado Húmedo*** con un máximo de 31 especies distintas y un mínimo de 1. En relación al mínimo de especies dentro de una unidad muestral, 5 de los 7 tipos de bosques tienen solo una especie, en tanto que para el ***Bosque Latifoliado Nublado*** es para el cual se tiene el más alto valor mínimo de especies diferentes (7). Los más altos valores promedios de especies distintas se registran para el ***Bosque Latifoliado Húmedo, Bosque Latifoliado Nublado y Bosque Latifoliado Semihúmedo,*** todos con un promedio de 14 especies distintas registradas (Figura 153).

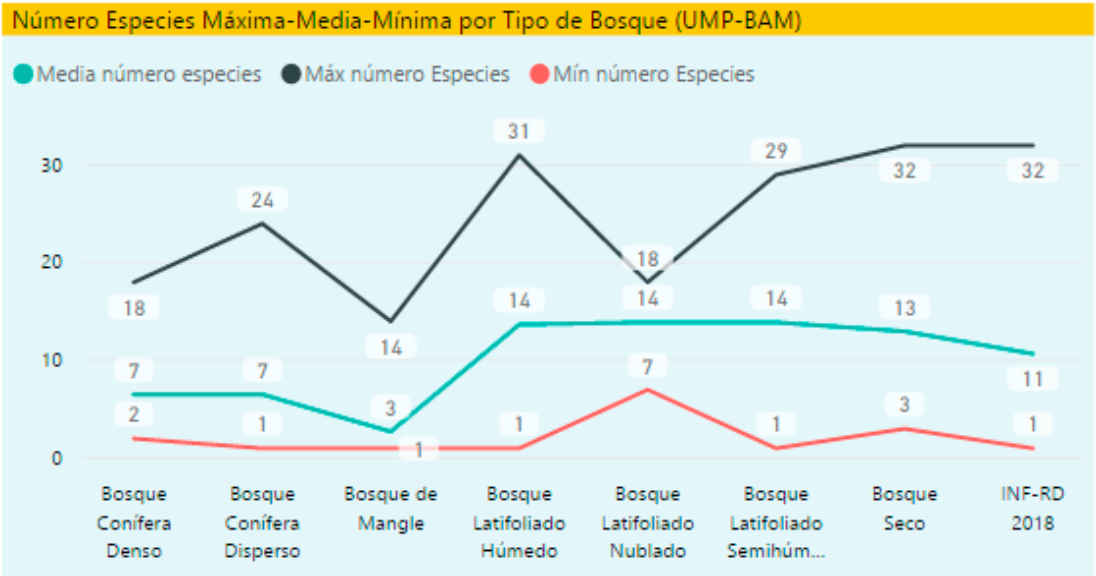


Figura 153. Valores máximos, mínimo y medio del número de especies arbóreas distintas por estrato y para INF-RD

El Bosque Latifoliado Semihúmedo y el Bosque Latifoliado Húmedo poseen la mayor cantidad de especies (distinto de frecuencia) con 235 y 230 individuos respectivamente (especies distintas). El estrato *Bosque Conífero Denso* y el de *Bosque de Mangle* tienen la menor cantidad de especies, con 55 y 37 respectivamente, debido a la dominancia (mayor presencia) de algunas especies en particular, lo que hace mucho menos diversos estos ecosistemas que los restantes analizados. Para el INF-RD se encuentra una cantidad total de 389 especies distintas. En la Figura 154 se muestra la cantidad total de especies para cada uno de los estratos y para el INF-RD.

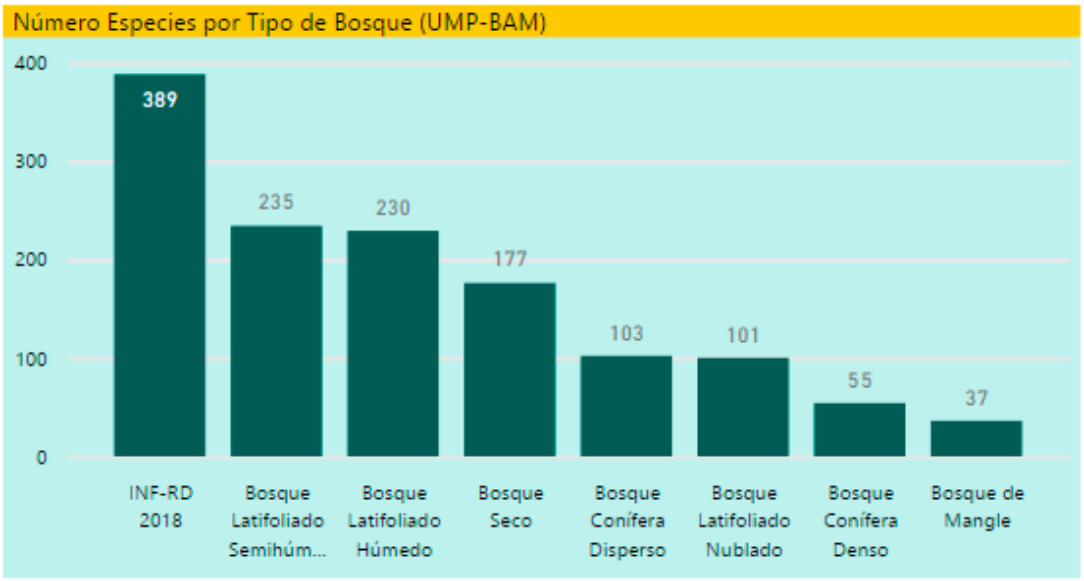


Figura 154. Número total de especies arbóreas por estrato y para INF-RD.

7.2.2 Índice de diversidad de Margalef por estratos y para el INF-RD

El índice de diversidad Margalef refleja la riqueza específica. El valor mínimo que puede adoptar el índice de Margalef es cero y ocurre cuando solo existe una especie en la muestra. Por lo que, a mayor valor del índice, mayor es la diversidad del ecosistema. Así, se observa en la Figura 155 que los valores más altos están en *Bosque Latifoliado Húmedo* (26.56) y *Bosque Latifoliado Semihúmedo* (25.21), indicando una Alta diversidad. Por otra parte, los valores más bajos están en

los estratos ***Bosque de Mangle*** (4.07) y ***Bosque Conífero Denso*** (7.36), reflejando la menor diversidad que poseen estos tipos de bosques (Media y Alta respectivamente). Para el INF-RD el valor es de 37.07, indicando una Alta diversidad al considerar la totalidad de las especies de todos los ecosistemas forestales que componen los bosques de República Dominicana. Según este índice, prácticamente todos los tipos de bosques, a excepción de ***Bosque de Mangle,*** son clasificados como de Alta diversidad.

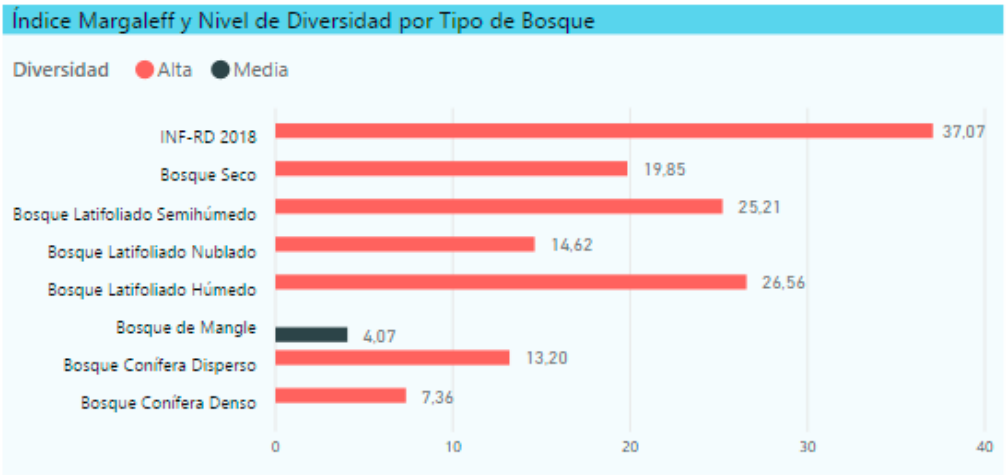


Figura 155. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Margalef.

7.2.3 Índice de diversidad de Menhinick por estratos y para el INF-RD

El índice de diversidad Menhinick también refleja la riqueza específica. A mayor valor del índice, mayor es la diversidad del estrato o ecosistema. Se observa en la Figura 156 que los valores más altos están en ***Bosque Latifoliado Nublado*** (3.30) y ***Bosque Latifoliado Húmedo*** (3.09), indicando una Muy alta diversidad. Por otra parte, al igual que para el índice de Margaleff, los valores más bajos están en los estratos ***Bosque de Mangle*** (0.44) y ***Bosque Conífero Denso*** (1.41), reflejando la menor diversidad que poseen estos estratos y clasificando a estos tipos de bosques como de Baja y Media diversidad, respectivamente. Para el INF-RD el valor es de 2.08, indicando una Alta diversidad al considerar la totalidad de las especies de los estratos agrupados.

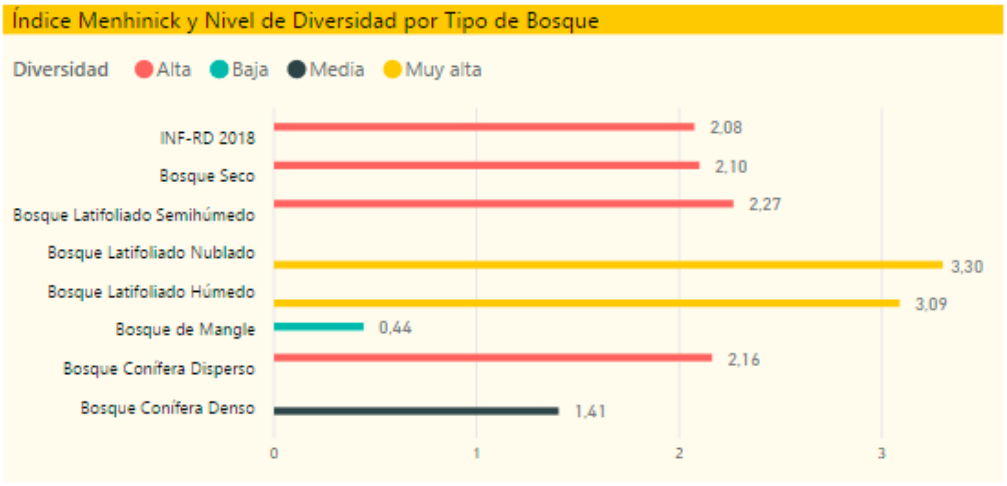


Figura 156. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Menhinick.

7.2.4 Índice de diversidad de Berger-Parker por estratos y para el INF-RD

El índice de Berger-Parker mide la dominancia de la especie o taxón más abundante, por lo cual es un índice de dominancia. Para obtener la diversidad se debe obtener el valor opuesto a la dominancia (1-D). El índice toma valores

entre 0 y 1, por lo que valores del índice cercanos a 1 implican una mayor diversidad en el estrato o ecosistema. Se observa en la Figura 157 que los valores más altos están para los bosques latifoliados y el ***Bosque Seco,*** indicando para ellos una Alta diversidad. Los valores más bajos del índice, e indicativos de una diversidad Baja, están para los bosques de coníferas y ***Bosque de Mangle.*** Se produce una diferencia en estrato ***Bosque de Mangle*** (0.44) respecto de los índices de Margalef y Menhinick, que lo indican como el de más baja diversidad, a diferencia de Berger-Parker que lo ubica con diversidad mayor que ***Bosque Conífero Denso*** (0.39) y muy similar a ***Bosque Conífero Disperso*** (0.47). Para el INF-RD, el índice es de 0.89, por debajo de los valores alcanzados para los bosques latifoliados indicando la predominancia de algunos taxones cuando se consideran a los ecosistemas o estratos en su conjunto.

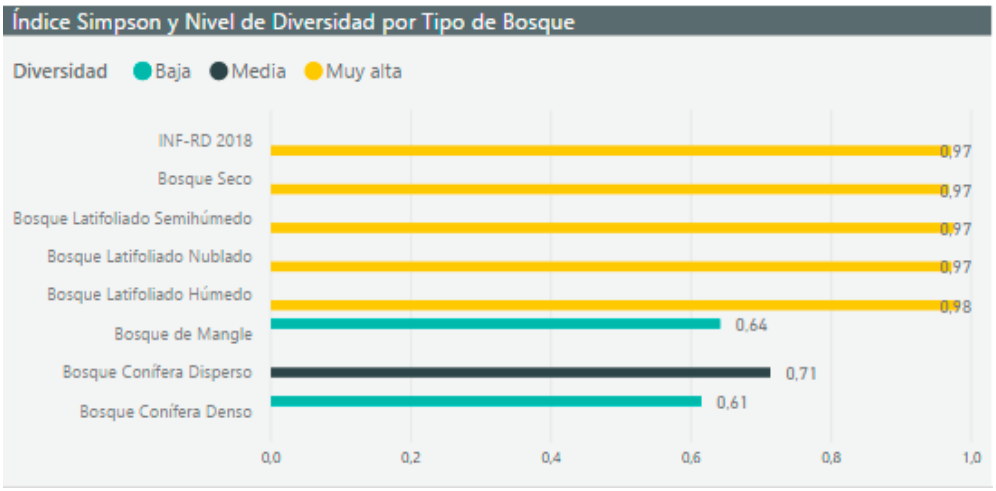


Figura 157. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Berger-Parker.

7.2.5 Índice de diversidad de Simpson por estratos y para INF-RD

El índice de Simpson, al igual que el de Berger-Parker, mide la dominancia de la especie más abundante, siendo también un índice de dominancia, por lo que para obtener la diversidad se debe obtener el valor inverso a la dominancia (1-D). El índice toma valores entre 0 y 1, por lo que valores del índice cercanos a 1 implican una mayor diversidad en el estrato o ecosistema. Se observa en la Figura 158 que los valores más altos, y casi idénticos, están nuevamente en los bosques latifoliados y el *Bosque Seco*, indicando para ellos una Muy alta diversidad. La diversidad se clasifica como Baja para el *Bosque Conífero Denso* (0.61) y *Bosque de Mangle* (0.64, y como Media para el *Bosque Conífero Disperso* (0.71). Como es esperable, la tendencia es similar a la del índice de Berger-Parker. Para el INF-RD el índice es de 0.97 considerando a los ecosistemas o estratos agrupados como con Muy alta diversidad.

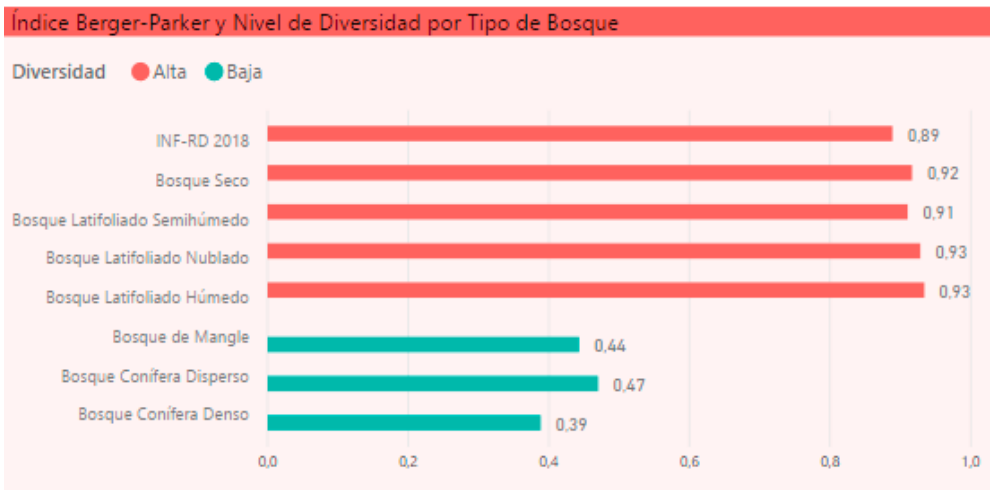


Figura 158. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Simpson.

7.2.6 Índice de diversidad de Shannon-Wiener por estratos y para el INF-RD

El índice de Shannon-Wiener es utilizado para medir biodiversidad específica, considerando riqueza de especies y abundancia, vale decir, combina los parámetros de los índices presentados previamente. El índice toma valores entre 1 y 5, por lo que valores del índice cercanos a 1 implican una Muy baja diversidad y valores cercanos o superiores a 5 una Muy alta diversidad en el ecosistema que se evalúa. Se observa en la Figura 159 que los valores más altos están en *Bosque Latifoliado Húmedo* (4.58) y *Bosque Latifoliado Semihúmedo* (4.37), manteniendo lo indicado por todos los índices observados anteriormente respecto a que los bosques latifoliados y el *Bosque Seco* presentan Alta a Muy alta diversidad. El valor más bajo está dado para *Bosque de Mangle* (1.47), clasificado como de Baja diversidad, y le siguen los bosques de coníferas con diversidad Media, con índices de 1.85 y 2.58 para *Bosque Conífero Denso y Bosque Conífero Disperso* respectivamente. Para el INF-RD se observa una Muy alta diversidad con un valor de 4.50.

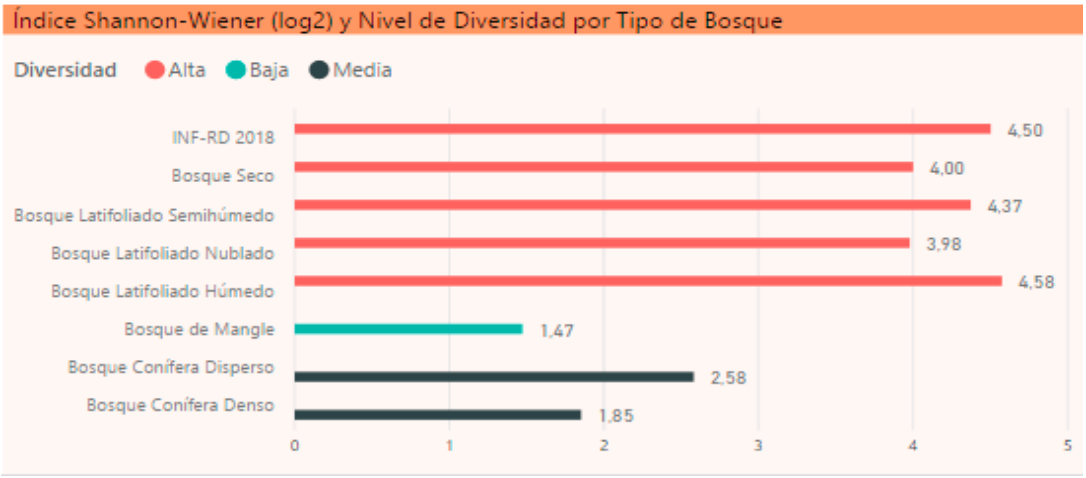


Figura 159. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Shannon-Wiener.

7.2.7 Cantidad de árboles muertos por estratos y para el INF-RD

Se incluyó dentro de las mediciones del inventario a los árboles muertos en pie o en piso. Se mide sus características dasométricas y con ello se obtiene el número de árboles por hectárea y el volumen por hectárea para cada uno de los estratos y para el INF-RD.

La mayor cantidad de árboles muertos se encuentra en el estrato *Bosque Seco* con 560 árboles por hectárea, valor que está muy por encima de los obtenidos para el resto de los estratos arbóreos con valores entre 604 (*Bosque Conífero Disperso*) y 326 (*Bosque Latifoliado Semihúmedo*) árboles por hectárea. Para el INF-RD se obtuvo en promedio 295 árboles muertos por hectárea (Figura 160). El volumen que aportan los árboles muertos para el INF-RD es de 6.9 m^3/ha. El estrato *Bosque Latifoliado Nublado* es el que tiene mayor volumen con 17.7 m^3/ha, y dado que la cantidad de árboles muertos que posee es una de las más bajas se infiere que sería en este tipo de bosque donde se tiene los árboles muertos de mayor tamaño. El estrato *Bosque Conífero Disperso* es el que tiene el menor volumen asociado a los árboles muertos, con 4.3 m^3/ha.

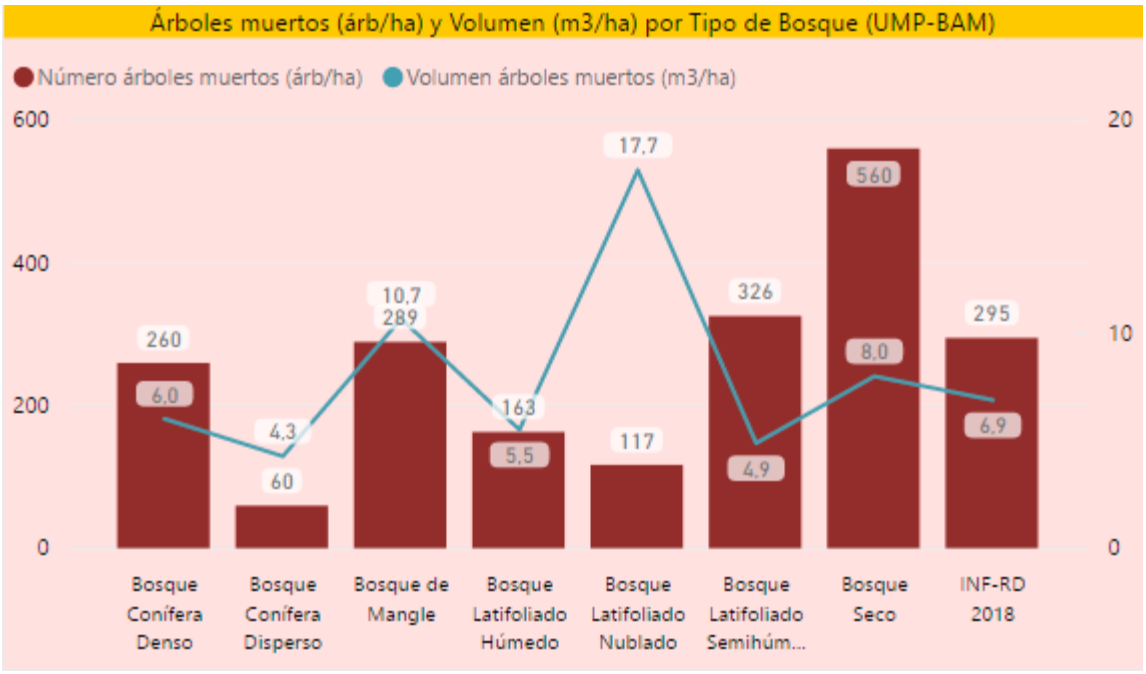


Figura 160. Número y volumen promedio de árboles muertos por estrato y para el INF-RD.





CAPÍTULO

8

Regeneración de los Bosques de República Dominicana

BOSQUE DE MANGLE EN SÁNCHEZ, SAMANÁ
Foto tomada por: Jerry Bauer

Cualquier acción de manejo que se pretenda ejecutar sobre los bosques, independiente del objetivo que persiga, debe ser capaz de asegurar la permanencia del recurso sobre el área. En este contexto, es importante el conocimiento de la regeneración natural, ya que, desde el punto de vista ecológico, como también silvicultural, es la más apta para constituir el futuro bosque (Appel, 1993). La regeneración natural corresponde al mecanismo mediante el cual las especies forestales aseguran su permanencia sobre un área. A su vez, los patrones de regeneración del bosque son el resultado de interacciones bióticas con relación a dos factores determinantes: la distribución de las especies, controlada por gradientes ambientales, y el régimen de perturbaciones (Rome y Knight, 1981).

El grado de regeneración de una especie arbórea es determinado por varios factores inherentes a ella, entre ellos el grado de tolerancia (Carrasco y Figueroa, 1999) y la capacidad de dispersión y germinativa de la semilla (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

La tolerancia a la sombra es una característica determinante en la capacidad de las especies para germinar, crecer, competir y establecerse definitivamente en un hábitat (Donoso, 1993). Tolerancia es el término que expresa la relativa capacidad para competir bajo condiciones de escasa iluminación y alta competencia radicular (Daniel et al., 1982). El consenso general es que la tolerancia no puede ser definida como el resultado de factores simples, como la iluminación o la humedad, sino que es la relativa capacidad genética y fisiológica de la planta para desenvolverse en un ambiente determinado, junto con la capacidad de resistir una iluminación de baja intensidad, lo que constituye la característica más importante (Daniel et al., 1982).

En este capítulo se presenta la información referida a la presencia de especies arbóreas menores o de regeneración natural en el bosque, con un DAP menor a 2 cm y una altura total menor o igual 1.5 m encontradas a través de las mediciones de campo, realizadas en tres subparcelas de 1 m de radio (3.1416 m²) en el INF-RD. En este componente vegetal, a través del inventario se midió altura total y cantidad de especies (densidad).

8.1 DASOMETRÍA DE LA REGENERACIÓN

8.1.1 Densidad (frecuencia)

Para los bosques de República Dominicana se tiene un promedio de 28,014 plantas /ha de especies arbóreas regenerándose, estimado este valor medio con un error de muestreo del 18.5 % (+/- 5,182.9 plantas/ha) (Cuadro 123). Es en los estratos ***Bosque de Mangle, Bosque Latifoliado Húmedo y Bosque Seco*** donde se encontró la mayor cantidad de especies de regeneración con 52,233 árboles, 35,098 árboles y 32,623 árboles por hectárea, respectivamente. En los bosques de coníferas es donde se da la menor tasa de regeneración, con una diferencia importante con todo el resto de los estratos, siendo de 3,797 plantas/ha para el ***Bosque Conífero Denso*** y de 5,942 plantas/ha para el ***Bosque Conífera Disperso;*** asimismo, el ***Bosque Conífero Denso*** tiene el más alto error de muestreo (82.0 %) y una dispersión entre los límites inferior y superior muy amplia. En la Figura 161 se presentan la media, el error de muestreo y los límites superior e inferior del intervalo de confianza para la estimación de la densidad total de la regeneración.

Cuadro 123. Densidad de la regeneración de los bosques de República Dominicana. Media y error de muestreo.

ESTRATO	Proporción	Superficie (ha)	Parcelas	Densidad Regeneración [plantas/ha]	Error Muestreo [plantas/ha]	Error Muestreo [%]
Bosque Seco	9.2 %	167,533	71	32,623	10,709	32.8 %
Bosque Conífero Denso	4.6 %	83,340	19	3,797	3,113	82.0 %
Bosque Conífero Disperso	1.5 %	26,991	40	5,942	2,332	39.2 %
Bosque Latifoliado Semihúmedo	39.8 %	721,853	117	28,856	5,304	18.4 %
Bosque Latifoliado Húmedo	7.1 %	129,548	76	35,098	8,993	25.6 %
Bosque de Mangle	15.2 %	275,646	70	52,233	17,728	33.9 %
Bosque Latifoliado Nublado	22.6 %	409,593	11	15,626	9,918	63.5 %
Total general	**100 %**	**1,814,503**	**404**	**28,014**	**5,183**	**18.5 %**

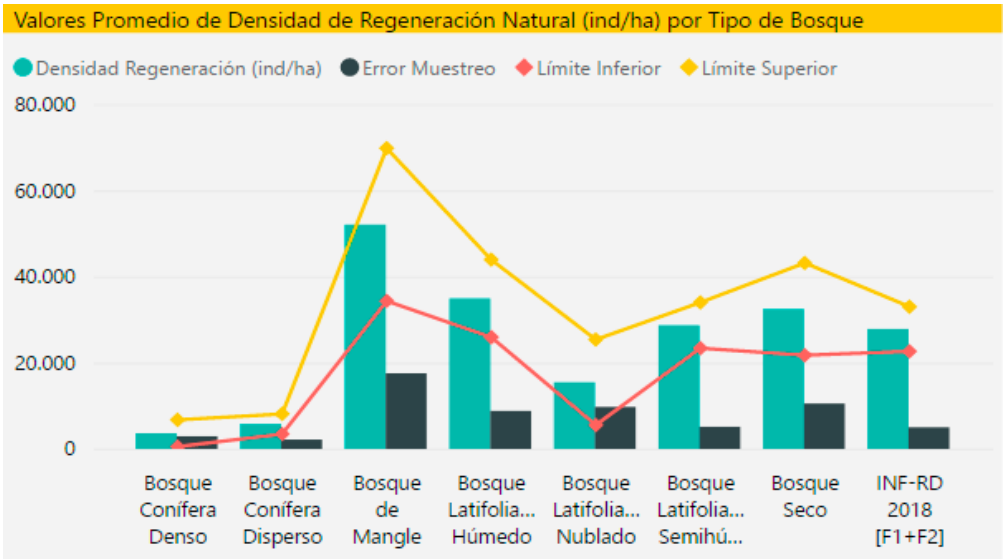


Figura 161. Densidad por hectárea para especies de regeneración natural por estrato y para el INF-RD. Media, error de muestreo y límites de confianza.

8.1.2 Altura total

Los mayores valores de altura media están en los estratos arbóreos ***Bosque Conífero Denso y Bosque Conífero Disperso,*** con 0.38 m ambos; el estrato ***Bosque Latifoliado Nublado*** tiene la menor altura media de la regeneración con 0.24 m. El promedio para el INF-RD es de 0.30 m, presentándose para esta variable un error de muestreo bajo (0.04 m) para el inventario total (0.04 m), y en general para la mayoría de los estratos salvo los bosques de conífera en donde la altura de la regeneración fue más variable (Figura 162).

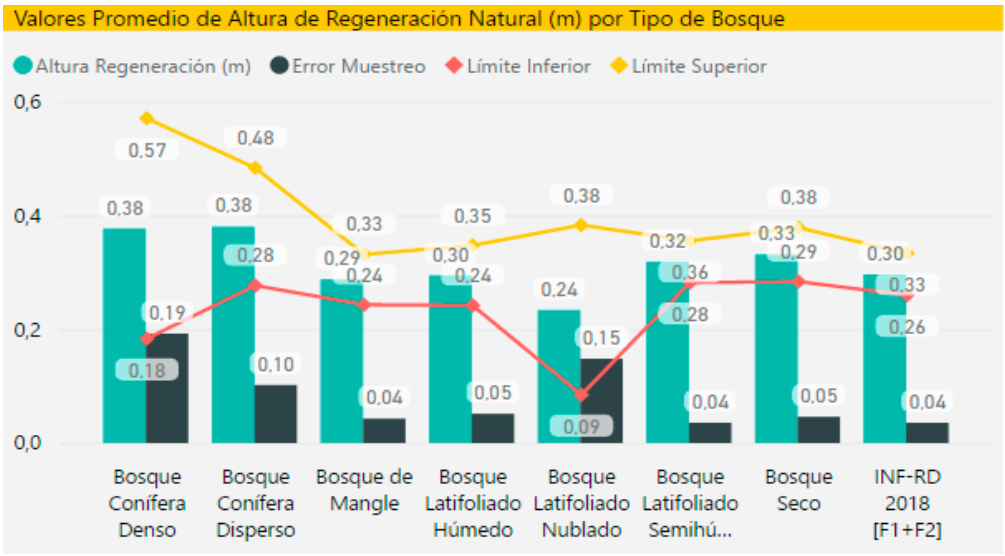


Figura 162. Altura en metros en especies de regeneración natural por estrato y para el INF-RD.

8.1.3 Número de especies por estrato y total

El número promedio de especies distintas encontradas en las parcelas de regeneración (distinto de frecuencia) se observa en la Figura 163, donde el estrato ***Bosque Latifoliado Semihúmedo*** es el que posee mayor cantidad con 135 especies distintas lo que da un promedio de 4.4 especies/parcela, lo sigue el ***Bosque Latifoliado Húmedo*** con 121 especies distintas y un promedio de 4.9 especies/parcela. Los estratos de ***Bosque de Mangle y Bosque Conífero Denso*** son los poseen menor cantidad de especies distintas presentes con 11 y 19 respectivamente (promedio de 1.1 especies/parcela para ambos), esto debido a que en estos estratos predominan solo unas cuantas especies, como por ejemplo Rhizophora mangle y Avicennia germinans en ***Bosque de Mangle*** e Ilex krugiana y Pinus occidentalis en ***Bosque Conífero Denso.*** El promedio de especies regenerándose para el INF-RD es de 3.9 especies/parcela, correspondiente a un total de 238 especies distintas identificadas.



Figura 163. Número de especies promedio en regeneración natural por estrato y para el INF-RD.

8.1.4 Especies por clase de altura y estrato arbóreo

A continuación, se muestra para cada estrato arbóreo las especies de regeneración que lo componen, indicando su clase de altura (se debe recordar que el DAP de las especies de regeneración es menor a 2 cm). El rango de clase es de 0.2 metros.

A. *Bosque Conífero Denso*

Para el *Bosque Conífero Denso,* la participación de especies en las clases de altura de 0.2 m a 1.0 m se presenta en la Figura 164. En el rango de alturas más pequeñas destaca la participación de Ilex krugiana (14 individuos), Syzygium jambos (6 individuos) y Psychotria heterochroa (5 individuos). Si bien Pinus occidentalis no aparece en esta clase sí lo hace en las siguientes, reflejando que la altura de la regeneración de esta especie es superior a los 0.4 m.

A nivel general, de todas las clases de altura para este estrato arbóreo, las especies con mayor presencia, de mayor a menor cantidad, son: Ilex krugiana (14 individuos), Pinus occidentalis (10 individuos), Psychotria heterochroa (9 individuos) y Syzygium jambos (8 individuos).

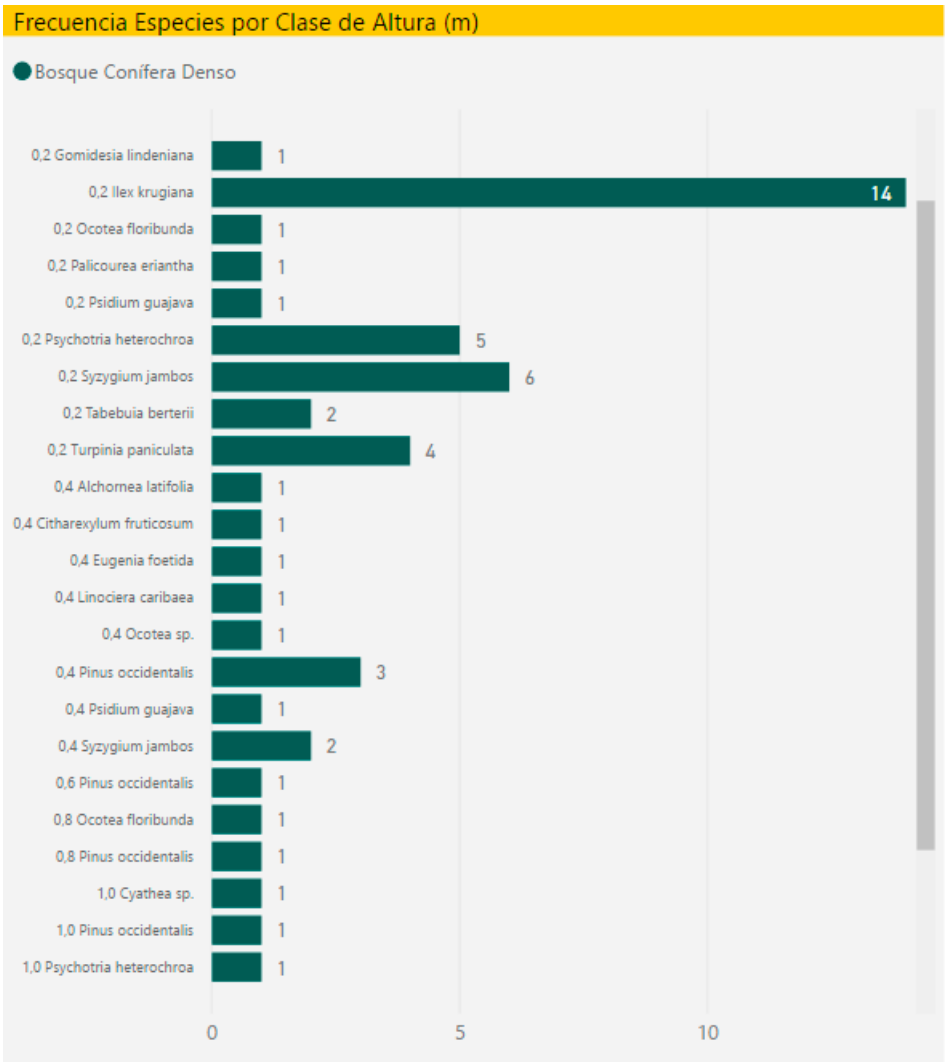


Figura 164. Clases de altura de 0.2 m a 1.0 m y especies en regeneración natural en el *Bosque Conífero Denso.*

B. *Bosque Conífero Disperso*

En la Figura 165 se observa para el ***Bosque Conífero Disperso*** la participación de especies en la primera clase de altura (0.2 m). En este rango de altura, las especies de mayor frecuencia son: Cupania americana (12 individuos), Piper amalogo (12 individuos) y Ocotea floribunda (9 individuos); Pinus occidentalis presenta solo 4 individuos en esta clase de altura.

A nivel general, de todas las clases de altura para este estrato arbóreo, las especies con mayor presencia de mayor a menor cantidad son: Pinus occidentalis (44 individuos), Tetragastris balsamifera (19 individuos), Psychotria heterochroa, Ocotea floribunda y Cupania americana (los 3 con 14 individuos), y Piper amalogo (con 13 individuos).

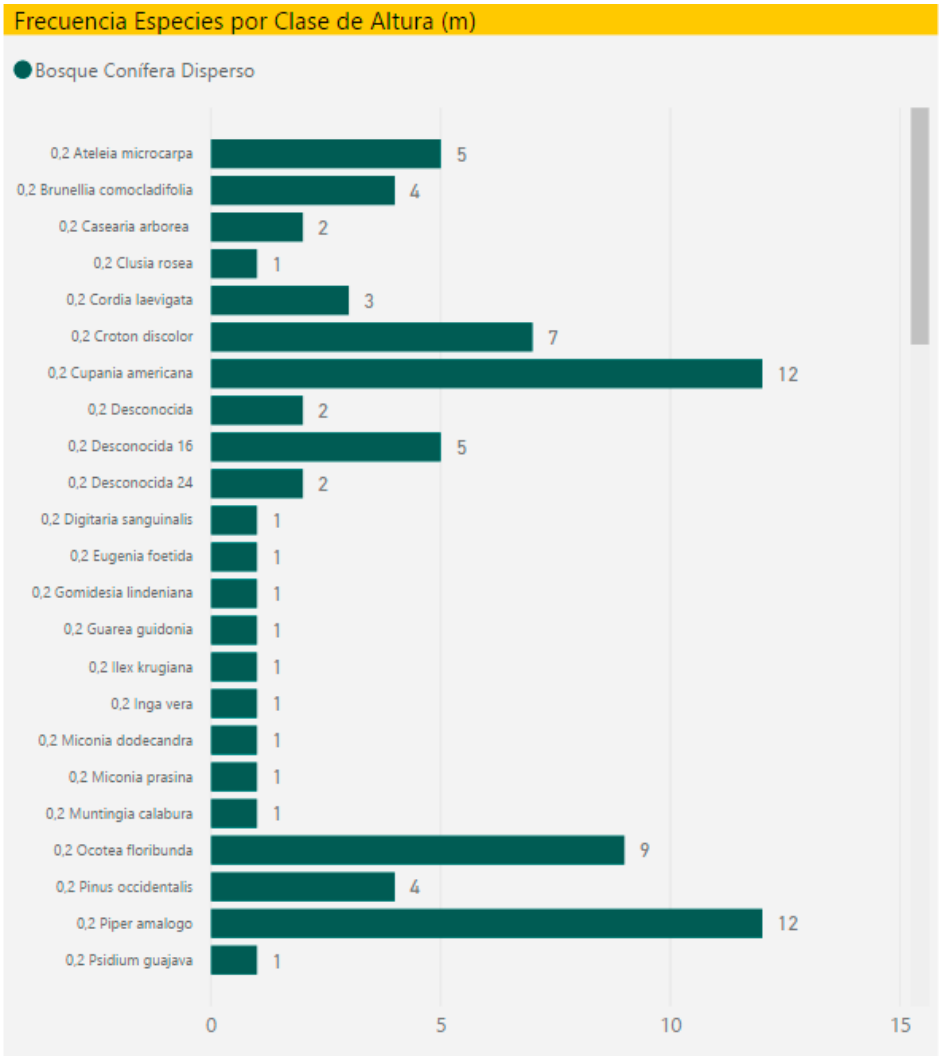


Figura 165. Clase de altura de 0.2 m y especies en regeneración natural en el Bosque Conífero Disperso.

C. *Bosque de Mangle*

En la Figura 166 se observa para el ***Bosque de Mangle*** la participación de especies en las clases de altura de 0.2 m a 0.8 m. En este rango de alturas, las especies de mayor frecuencia son Rhizophora mangle (1,675 individuos) que aparece en 3 de las 4 clases de altura, Avicennia germinans (1,063 individuos) que aparece en las 4 clases de altura, y Laguncularia racemosa (372 individuos) que aparece en las 4 clases de altura.

A nivel general, de todas las clases de altura para este estrato arbóreo, las especies con mayor presencia de mayor a menor cantidad, son: Rhizophora mangle (1,770 individuos), Avicennia germinans (1,089 individuos) y Laguncularia racemosa (375 individuos).

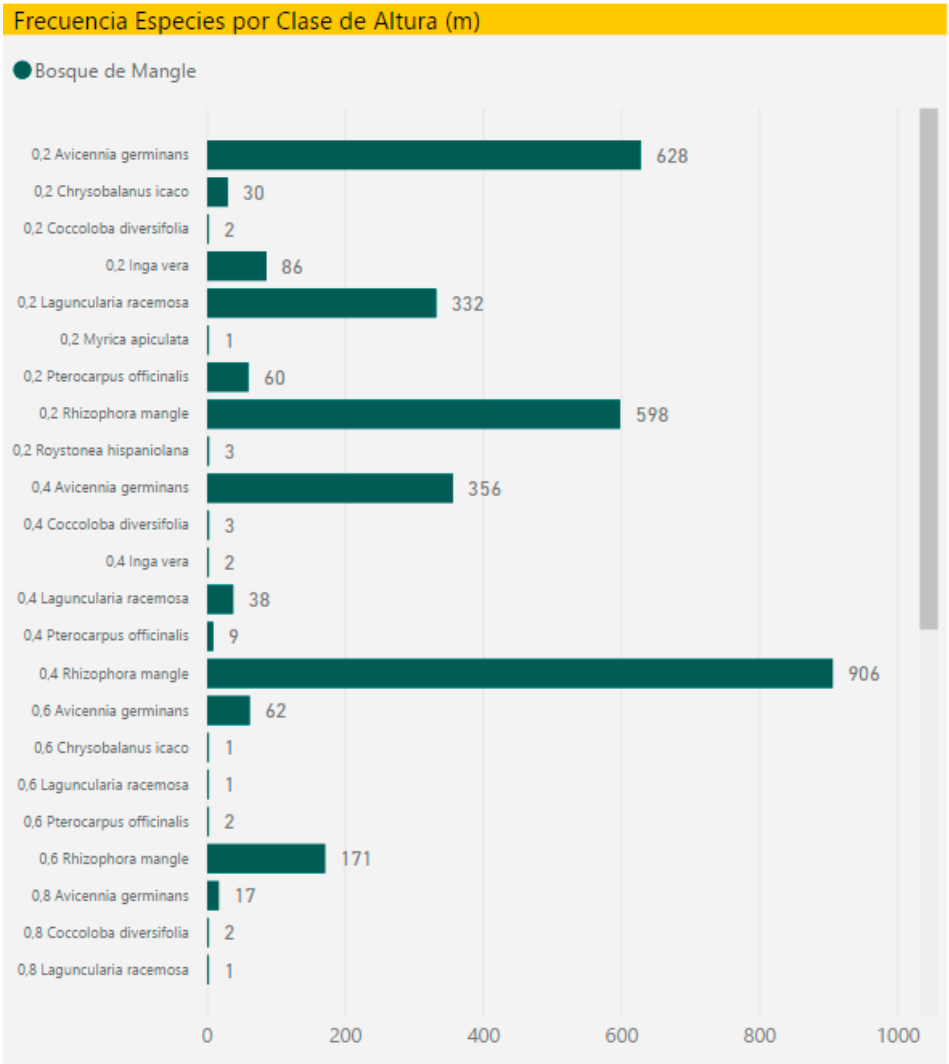


Figura 166. Clase de altura (m) y especies en regeneración natural en el *Bosque de Mangle.*

D. *Bosque Latifoliado Húmedo*

Para el ***Bosque Latifoliado Húmedo,*** la participación de especies regenerándose en la clase de altura de 0.2 m se presenta en la Figura 167. En este rango de alturas más pequeñas, destaca la participación de Licaria triandra (276 individuos), Cupania americana (223 individuos), Inga vera (199 individuos) y Guarea guidonia (181 individuos).

A nivel general, de todas las clases de altura para este estrato arbóreo, las especies con mayor presencia, de mayor a menor cantidad, son: Licaria triandra (319 individuos), Cupania americana (223 individuos), Guarea guidonia (217 individuos) e Inga vera (205 individuos).

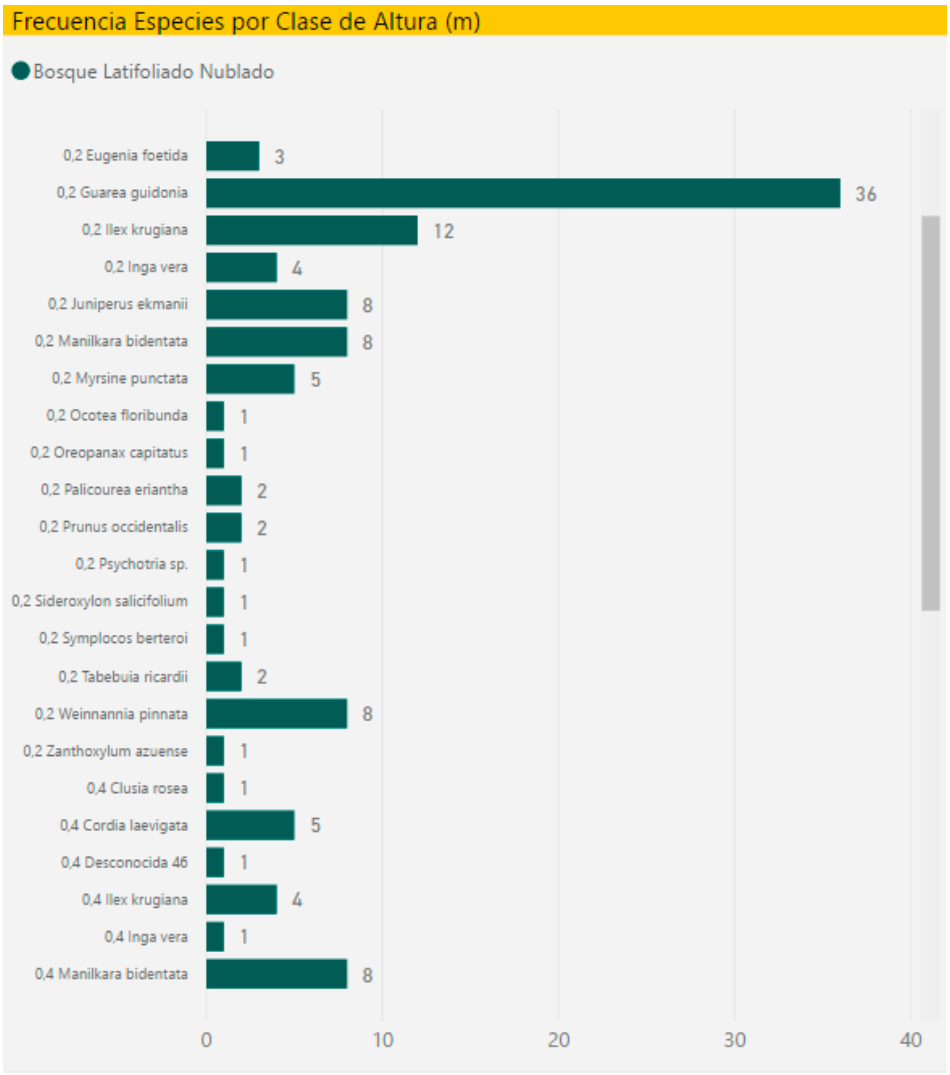


Figura 167. Clase de altura 0.2 m y especies en regeneración natural en el *Bosque Latifoliado Húmedo.*

E. *Bosque Latifoliado Nublado*

En la Figura 168 se observa, para el ***Bosque Latifoliado Nublado,*** la participación de especies en las 2 primeras clases de altura (0.2 m y 0.4 m). En este rango de alturas, las especies de mayor frecuencia son: Guarea guidonia (36 individuos), Manilkara bidentata (16 individuos, 8 en cada clase de altura) e Ilex krugiana (12 individuos).

A nivel general, de todas las clases de altura para este estrato arbóreo, las especies con mayor presencia de mayor a menor cantidad, son: Guarea guidonia (36 individuos), Manilkara bidentata (22 individuos), Ilex krugiana (17 individuos) y Cordia laevigata (13 individuos).

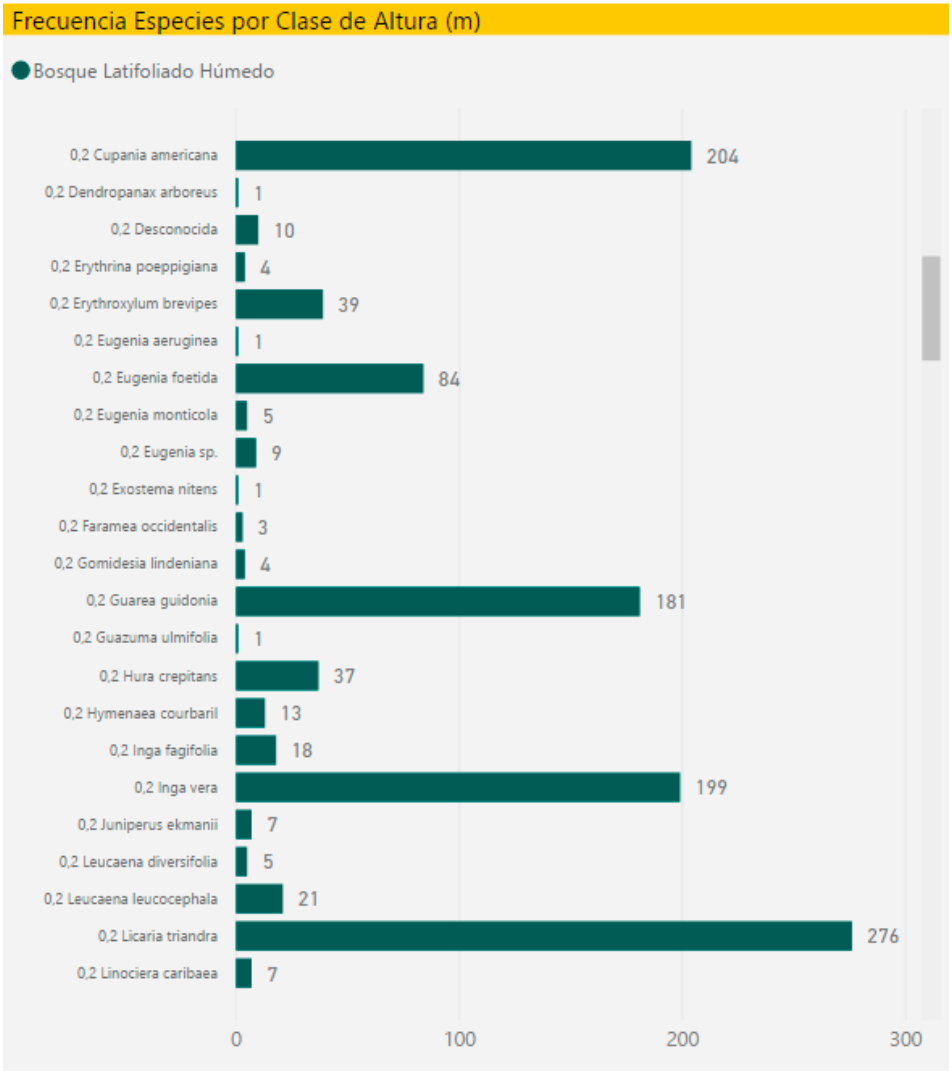


Figura 168. Clases de altura 0.2 m y 0.4 m y especies en regeneración natural en el *Bosque Latifoliado Nublado.*

F. *Bosque Latifoliado Semihúmedo*

Para el *Bosque Latifoliado Semihúmedo* la participación de especies en la clase de altura de 0.2 m se presenta en la Figura 169. En este rango de alturas más pequeñas, destaca la participación de Licaria triandra (345 individuos), Leucaena leucocephala (160 individuos) y Leucaena diversifolia (128 individuos).

A nivel general, de todas las clases de altura para este estrato arbóreo, las especies con mayor presencia, de mayor a menor cantidad, son: Licaria triandra (365 individuos), Bursera simaruba (244 individuos), Eugenia foetida (211 individuos) y Leucaena leucocephala (211 individuos).

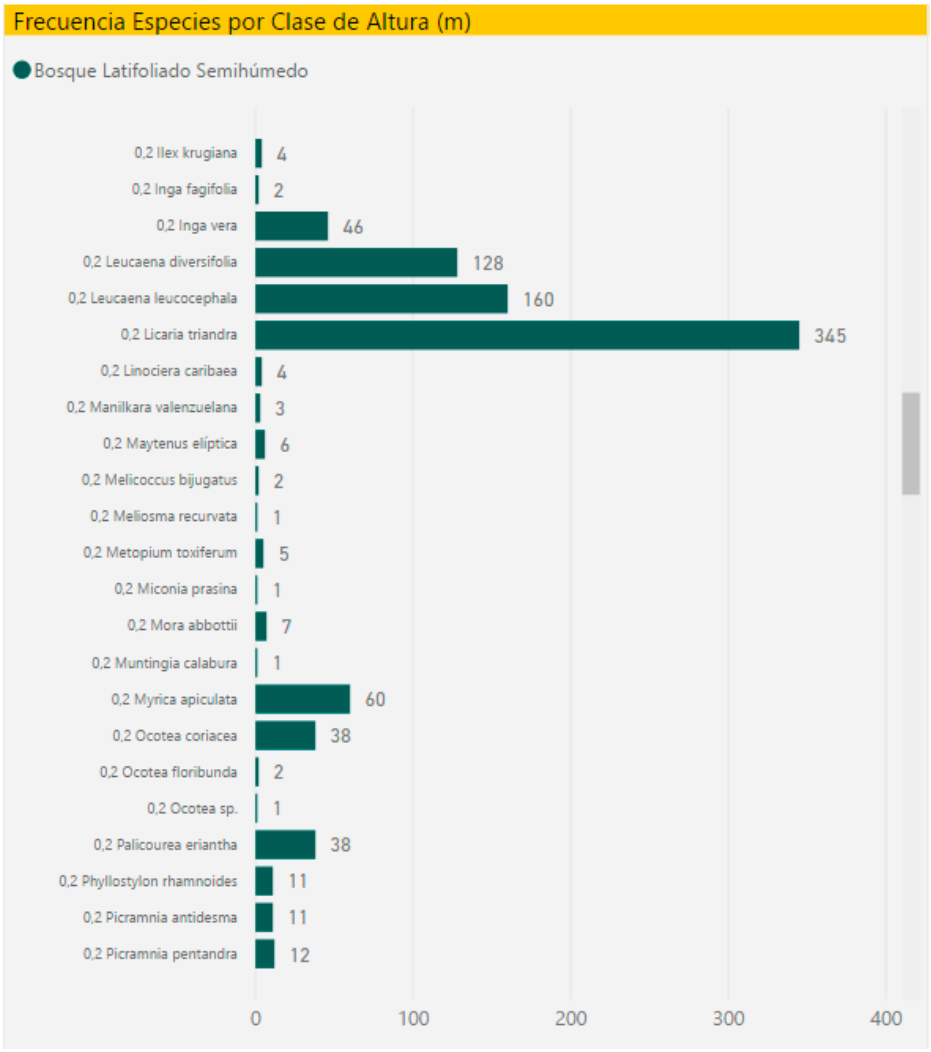


Figura 169. Clase de altura (m) y especies en regeneración natural en el *Bosque Latifoliado Semihúmedo.*

G. *Bosque Seco*

En la Figura 170 se observa para el ***Bosque Seco*** la participación de especies en la primera clase de altura (0.2 m). En este rango de altura, las especies de mayor frecuencia son: Eugenia foetida (438 individuos), Guaiacum sanctum (195 individuos), Eugenia monticola (161 individuos) y Leucaena leucocephala (163 individuos).

A nivel general, de todas las clases de altura para este estrato arbóreo, las especies con mayor presencia de mayor a menor cantidad, son: Eugenia foetida (528 individuos), Guaiacum sanctum (254 individuos), Eugenia monticola (217 individuos) y Leucaena leucocephala (199 individuos).

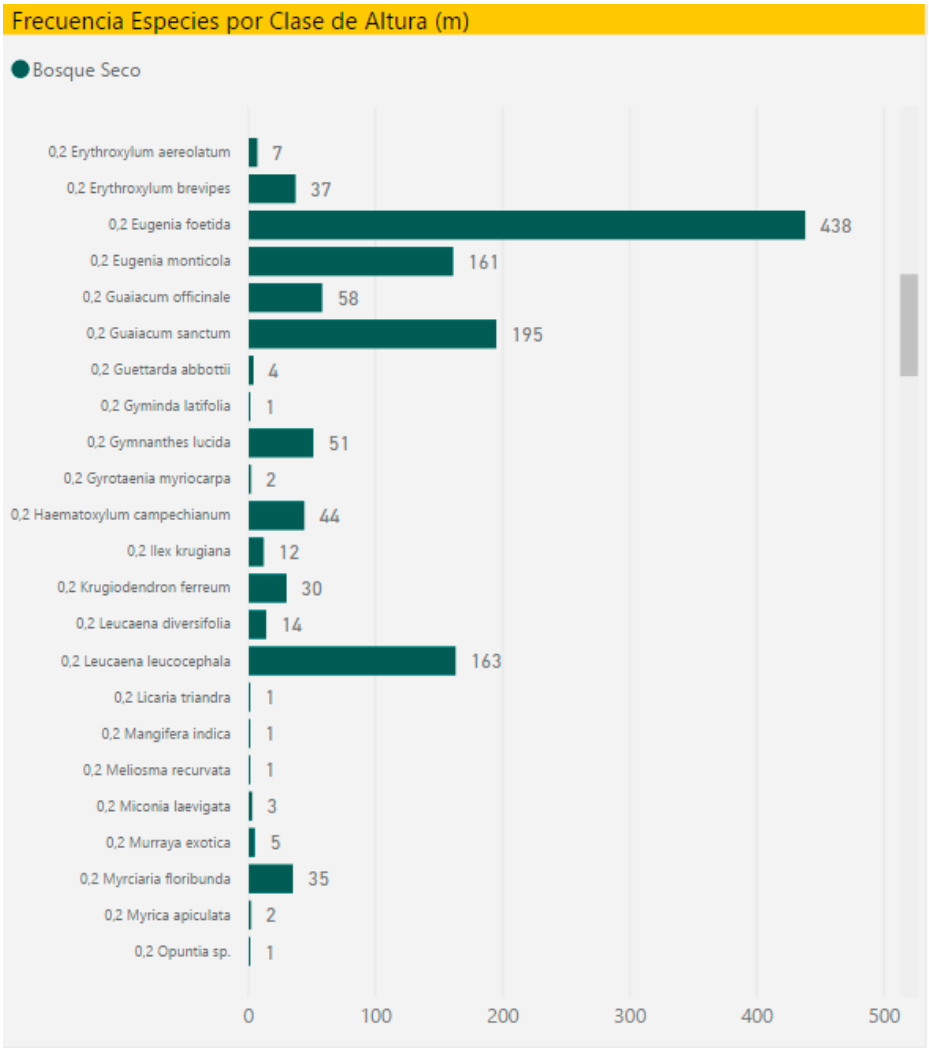


Figura 170. Clase de altura de 0.2 m y especies en regeneración natural en el *Bosque Seco.*

8.1.5 Especies de regeneración predominantes en el INF-RD

En el Cuadro 124 se muestran las 21 especies de regeneración natural con mayor presencia (más de 100 individuos cada una) encontradas en los ecosistemas vegetales en República Dominicana, a través del inventario realizado. En total se registró en regeneración 238 especies distintas con un total de 11,693 individuos. Son Rhizophora mangle y Avicennia germinans las especies que predominan dentro de la identificación realizada. Para especies como Swietenia mahagoni, Bauhinia monandra, Clematis sp., Cecropia schreberiana y Psychotria ligustrifolia, se logró registrar solo un individuo en las 1,212 parcelas de regeneración realizadas (Cuadro 125).

Cuadro 124. Especies de regeneración natural con mayor presencia en el INF-RD.

Nombre científico	Abundancia (individuos)
Rhizophora mangle	1,770
Avicennia germinans	1,089
Eugenia foetida	839
Licaria triandra	685
Leucaena leucocephala	432
Laguncularia racemosa	375
Bursera simaruba	363
Inga vera	346
Cupania americana	345
Guaiacum sanctum	335
Eugenia monticola	291
Guarea guidonia	267
Haematoxylum campechianum	247
Cordia laevigata	238
Erythroxylum brevipes	208
Leucaena diversifolia	203
Tetragastris balsamifera	159
Sideroxylon foetidissimum	149
Chrysobalanus icaco	142
Ocotea coriacea	118
Guaiacum officinale	118

Cuadro 125. Especies de regeneración natural con menor presencia en el INF-RD.

Nombre científico	Abundancia (individuos)
Senna pendula	1
Capparis sp.	1
Piper aduncum	1
Zanthoxylum azuense	1
Buchenavia tetraphylla	1
Digitaria sanguinalis	1
Exostema parviflorum	1
Ziziphus reticulata	1
Cyathea sp.	1
Adelia ricinella	1
Ilex guianensis	1
Ternstroemia peduncularis	1
Myrcia leptoclada	1
Pelthophorum berteoranum	1
Casearia aculeata	1
Miconia selleana	1

Rivina humilis	1
Nectandra hihua	1
Cordia alliodora	1
Psychotria sp.	1
Eugenia odorata	1
Garrya fadyenii	1
Chlorophora tinctoria	1
Eupatorium sp.	1
Coccoloba fuertesi	1
Swietenia mahagoni	1
Bauhinia monandra	1
Clematis sp.	1
Cecropia schreberiana	1
Psychotria ligustrifolia	1

En el Cuadro 126 se indica las 10 especies de mayor presencia por cada uno de los tipos de bosques analizados.

Cuadro 126. Especies de regeneración natural con mayor presencia en cada uno de los tipos de bosques del INF-RD.

Bosque Conífero Denso		***Bosque Conífero Disperso***		***Bosque de mangle***		***Bosque Latifoliado Húmedo***	
Especie	**Abundancia (individuos)**	**Especie**	**Abundancia (individuos)**	**Especie**	**Abundancia (individuos)**	**Especie**	**Abundancia (individuos)**
Ilex krugiana	14	*Pinus occidentalis*	44	*Rhizophora mangle*	1770	*Licaria triandra*	319
Pinus occidentalis	10	*Tetragastris balsamifera*	19	*Avicennia germinans*	1089	*Cupania americana*	223
Psychotria heterochroa	9	*Psychotria heterochroa*	14	*Laguncularia racemosa*	375	*Guarea guidonia*	217
Syzygium jambos	8	*Ocotea floribunda*	14	*Inga vera*	88	*Inga vera*	205
Ateleia microcarpa	5	*Cupania americana*	14	*Pterocarpus officinalis*	79	*Cordia laevigata*	191
Turpinia paniculata	4	*Piper amalogo*	13	*Chrysobalanus icaco*	31	*Chrysobalanus icaco*	111
Tabebuia berterii	3	*Solanum nudum*	11	*Coccoloba diversifolia*	8	*Eugenia foetida*	95
Alchornea latifolia	2	*Croton discolor*	9	*Roystonea hispaniolana*	3	*Tetragastris balsamifera*	84
Psidium guajava	2	*Psidium guajava*	7	*Tabebuia polyantha*	1	*Ocotea coriacea*	73
Ocotea floribunda	2	*Ateleia microcarpa*	7	*Chrysophyllum cainito*	1	*Spondia mombin*	50

Bosque Latifoliado Nublado		***Bosque Latifoliado Semihúmedo***		***Bosque Seco***		***INF-RD***	
Especie	**Abundancia (individuos)**	**Especie**	**Abundancia (individuos)**	**Especie**	**Abundancia (individuos)**	**Especie**	**Abundancia (individuos)**
Guarea guidonia	36	*Licaria triandra*	365	*Eugenia foetida*	528	*Rhizophora mangle*	1770
Manilkara bidentata	22	*Bursera simaruba*	244	*Guaiacum sanctum*	254	*Avicennia germinans*	1089
Ilex krugiana	17	*Eugenia foetida*	211	*Eugenia monticola*	217	*Eugenia foetida*	839
Cordia laevigata	13	*Leucaena leucocephala*	211	*Leucaena leucocephala*	199	*Licaria triandra*	685

Cuadro 126. Especies de regeneración natural con mayor presencia en cada uno de los tipos de bosques del INF-RD. (Continuación)

Bosque Latifoliado Nublado		*Bosque Latifoliado Semihúmedo*		*Bosque Seco*		*INF-RD*	
Especie	**Abundancia (individuos)**	**Especie**	**Abundancia (individuos)**	**Especie**	**Abundancia (individuos)**	**Especie**	**Abundancia (individuos)**
Weinnannia pinnata	8	*Haematoxylum campechianum*	176	*Bursera simaruba*	99	*Leucaena leucocephala*	432
Juniperus ekmanii	8	*Leucaena diversifolia*	147	*Haematoxylum campechianum*	71	*Laguncularia racemosa*	375
Bontia daphnoides	8	*Sideroxylon foetidissimum*	141	*Guaiacum officinale*	69	*Bursera simaruba*	363
Inga vera	5	*Erythroxylum brevipes*	113	*Gymnanthes lucida*	60	*Inga vera*	346
Prunus occidentalis	5	*Cupania americana*	99	*Krugiodendron ferreum*	59	*Cupania americana*	345
Cupania americana	4	*Acacia scleroxyla*	83	*Erythroxylum brevipes*	48	*Guaiacum sanctum*	335

8.2 DIVERSIDAD DE ESPECIES DE LA REGENERACIÓN NATURAL

Para la regeneración natural, compuesta de las especies menores a 2 cm de DAP y altura total < 1.5 m, se analiza las características y grado de diversidad o riqueza en cada uno de los estratos arbóreos considerados. Al igual que para las especies mayores, se calcularon varios índices de diversidad que reflejan la diversidad que poseen los ecosistemas a nivel de vegetación emergente. Adicionalmente, se muestra las cantidades de especies de regeneración que conforman cada estrato (Cuadro 127).

De acuerdo a los índices, los estratos *Bosque Latifoliado Semihúmedo y Bosque Latifoliado Húmedo* presentan una tendencia a la mayor diversidad entre los estratos, obteniendo además valores muy similares en los respectivos índices calculados. Usando como ejemplo el índice Shannon-Wiener (menor a 1 es muy baja diversidad y mayores o igual a 4 es muy alta diversidad), los estratos presentan una Alta diversidad, pues tienen valores de 3.72 y 3.55 respectivamente. Luego aparecen los estratos *Bosque Conífero Disperso y Bosque Seco* con diversidad Alta, con valores de 3.10 y 2.99 respectivamente. En tanto que el valor más bajo del índice (1.20), indicativo de una Baja diversidad, está dado para el *Bosque de Mangle*. En general, existe concordancia en los valores de los distintos índices calculados, en el sentido de indicar valores de diversidad similares para los mismos estratos.

Cuadro 127. Índices de diversidad y cantidad de especies arbóreas por tipo de bosque para especies de regeneración natural.

Indicador Diversidad Vegetal	***Bosque Conífero Denso***	***Bosque Conífero Disperso***	***Bosque de Mangle***	***Bosque Lat. Húmedo***	***Bosque Lat. Nublado***	***Bosque Lat. Semi húmedo***	***Bosque Seco***	**INF-RD**
Especies arbóreas								
a) Cantidad de especies (riqueza)								
Máximo número de especies	5	8	4	18	9	14	19	19
Mínimo número especies	1	1	1	1	2	1	1	1
Media número de especies	1.9	2.7	1.4	6.0	5.3	4.8	4.1	4.1
Varianza número de especies	2.5	4.4	0.5	19.4	7.6	9.0	9.0	11.2
Límite superior IC (95%) número de especies	0.9	1.9	1.2	4.9	2.7	4.2	3.4	3.7
Límite inferior IC (95%) número de especies	3.0	3.5	1.5	7.2	7.8	5.4	4.9	4.4
Número de Especies Hábitat	19	42	11	121	30	135	86	238

Cuadro 127. Índices de diversidad y cantidad de especies arbóreas por tipo de bosque para especies de regeneración natural. (Continuación)

b) Índices no paramétricos de diversidad								
Índice de Shannon	3.60	4.47	1.73	5.12	3.90	5.36	4.31	5.48
Índice de diversidad de Margaleff	4.27	7.60	1.23	15.35	5.74	16.62	11.08	25.30
Índice de diversidad de Menhinick	2.30	2.83	0.19	2.42	2.40	2.40	1.86	2.20
Índice de diversidad de Berger-Parker	0.79	0.80	0.49	0.87	0.77	0.88	0.75	0.85
Índice de diversidad de Simpson	0.89	0.93	0.62	0.95	0.90	0.96	0.90	0.95
Índice de diversidad de Shannon y Weiner	2.49	3.10	1.20	3.55	2.70	3.72	2.99	3.80
c) Mezcla de coníferas/ frondosas (%)	9.8	19.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5

En los próximos puntos se aborda las características de diversidad de la regeneración natural para cada uno de los estratos considerados.

8.2.1 *Bosque Conífero Denso*

En el estrato *Bosque Conífero Denso,* con 57 parcelas de regeneración materializadas en terreno, el promedio de especies identificadas es de 1.9 (máximo 5 y mínimo 1) y el total de especies encontradas es de 19. Los índices de diversidad muestran una diversidad Alta a Muy alta según los valores o rangos indicados para cada índice (Figura 171), y la totalidad de los índices son consistentes al respecto. Al observar el índice de Shannon-Wiener, este presenta un valor de 2.49 indicativo de una Alta diversidad. Los índices de Simpson y Berger-Parker son 0.89 y 0.79, lo que indica una Muy alta y una Alta diversidad, respectivamente.

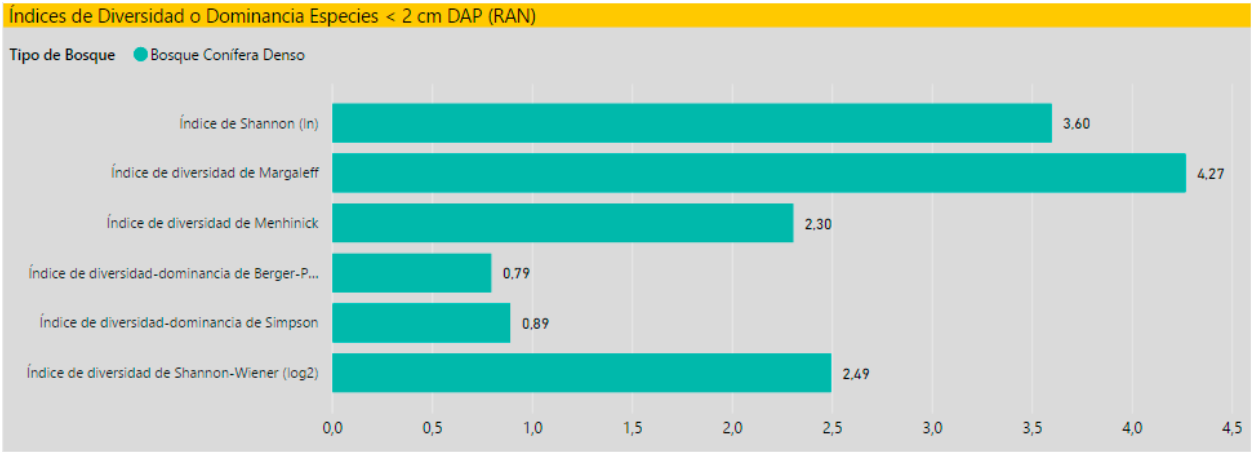


Figura 171. Valores de índices de diversidad para el *Bosque Conífero Denso* en regeneración.

8.2.2 *Bosque Conífero Disperso*

En el estrato *Bosque Conífero Disperso,* en el cual se materializó un total de 120 parcelas de regeneración, el promedio de especies identificadas es de 2.7 (máximo 8 y mínimo 1). El total de especies diferentes encontradas es de 42. Los índices de diversidad muestran una diversidad Alta a Muy alta según los valores o rangos indicados para cada índice (Figura 172) al igual que el estrato *Bosque Conífero Denso.* Al observar el índice de Shannon-Wiener, este presenta un valor de 3.10 que sobrepasa el valor 3 lo que refleja una Alta diversidad. Los índices de Simpson y Berger-Parker son 0.93 y 0.80, muy cercanos al valor de índice 1, indicativo de una Muy alta y Alta diversidad respectivamente.

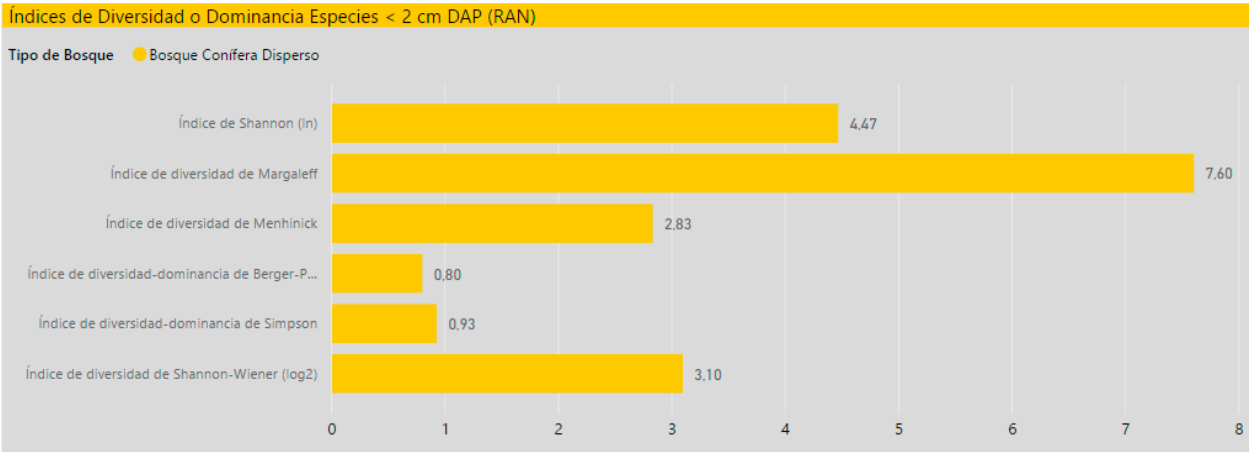


Figura 172. Valores de índices de diversidad para el *Bosque Conífero Disperso* en regeneración.

8.2.3 *Bosque de Mangles*

En el estrato ***Bosque de Mangle,*** en el cual se materializó un total de 210 parcelas de regeneración, el promedio de especies identificadas es de 1.4 (máximo 4 y mínimo 1) y el total de especies distintas encontradas es de 11. Los índices de diversidad muestran una diversidad Baja, según los valores o rangos indicados para cada índice (Figura 173), lo que es esperable siendo un estrato donde predominan 2 especies (alta dominancia) y posee un bajo número de especies totales (individuales). Al observar el índice de Shannon-Wiener, éste presenta un valor de 1.20, lo que indica Baja diversidad. Los índices de Simpson y Berger-Parker son 0.62 y 0.49 respectivamente lo que indica una diversidad Baja para este estrato.

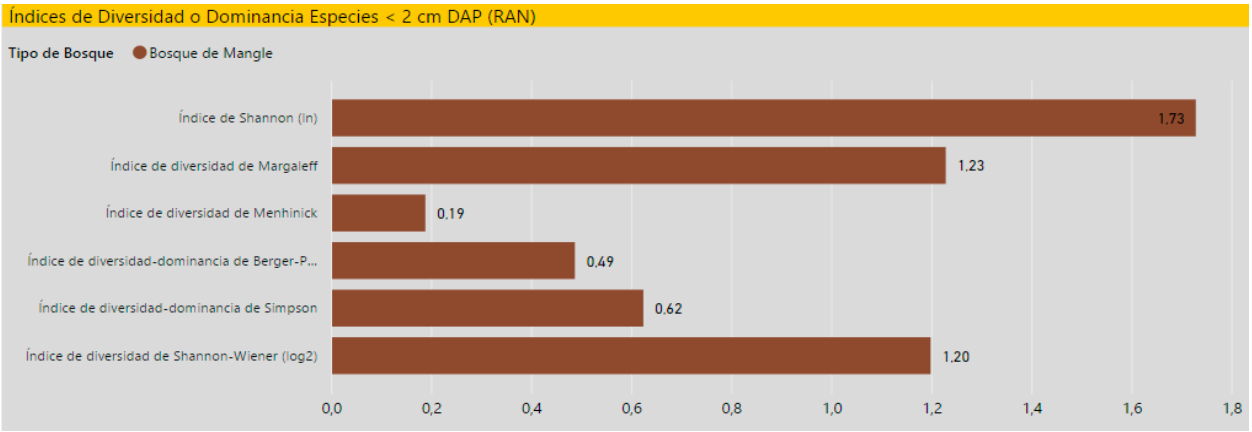


Figura 173. Valores de índices de diversidad para el *Bosque de Mangle* en regeneración.

8.2.4 *Bosque Latifoliado Húmedo*

En el estrato ***Bosque Latifoliado Húmedo,*** con 228 parcelas de regeneración materializadas en terreno, el promedio de especies identificadas es de 6.0 (máximo 18 y mínimo 1) y el total de especies encontradas es de 121. Los índices de diversidad muestran una diversidad Alta a Muy alta según los valores o rangos indicados para cada índice (Figura 174). Al observar el índice de Shannon-Wiener, este presenta un valor de 3.55, lo que indica Alta diversidad. Los índices de Simpson y Berger-Parker son 0.95 y 0.87 respectivamente, lo que indica una diversidad Muy alta y Alta para este estrato.

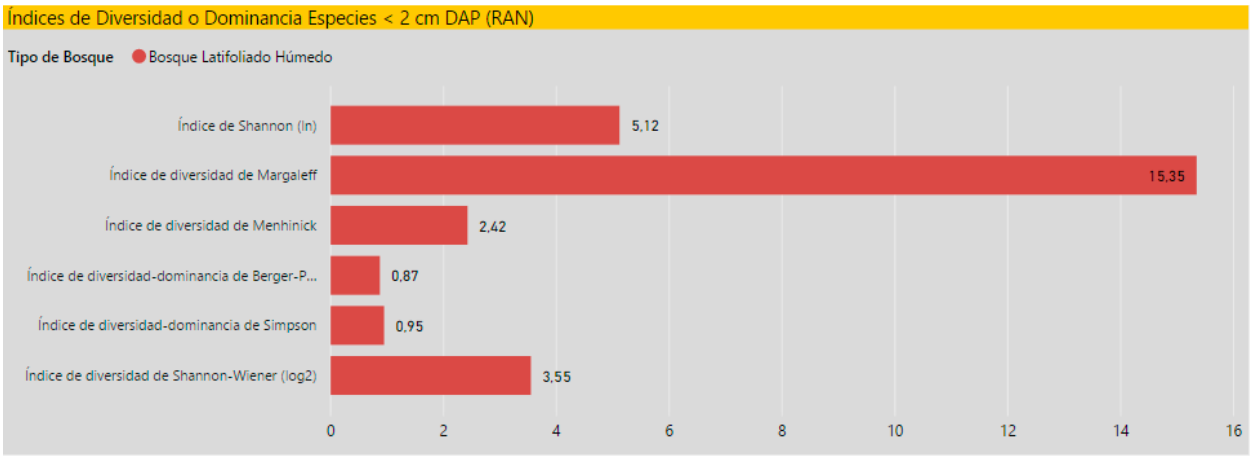


Figura 174. Valores de índices de diversidad para el *Bosque Latifoliado Húmedo* en regeneración.

8.2.5 *Bosque Latifoliado Nublado*

En el estrato ***Bosque Latifoliado Nublado,*** en el cual se materializó un total de 33 parcelas de regeneración, el promedio de especies identificadas es de 6.0 (máximo 18 y mínimo 1) y el total de especies encontradas es de 121. Al observar el índice de Shannon-Wiener, este presenta un valor de 2.70, lo que indica Alta diversidad. Los índices de Simpson y Berger-Parker son 0.90 y 0.77 respectivamente, lo que indica una diversidad Muy alta a Alta para este estrato (Figura 175).

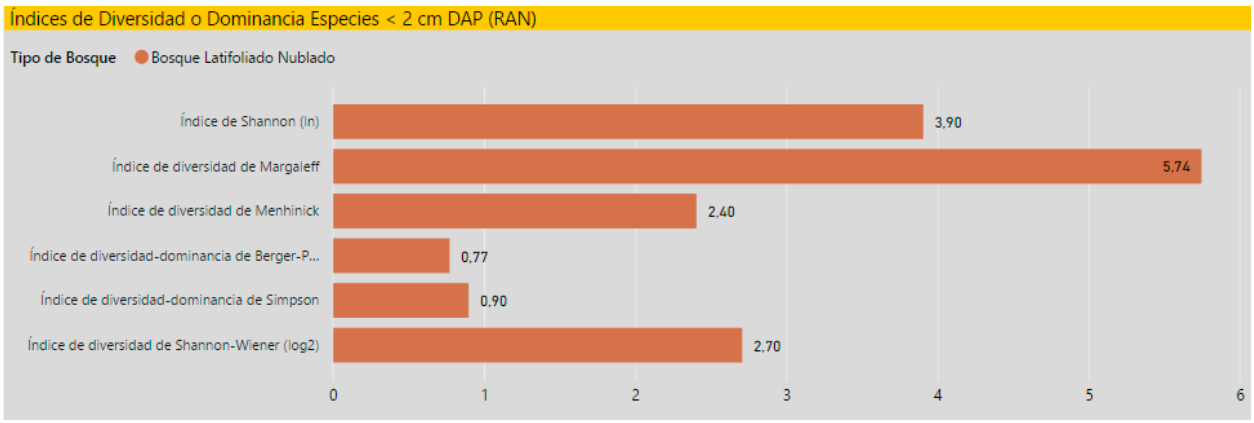


Figura 175. Valores de índices de diversidad para el *Bosque Latifoliado Nublado* en regeneración.

8.2.6 *Bosque Latifoliado Semihúmedo*

En el estrato ***Bosque Latifoliado Semihúmedo,*** con 351 parcelas de regeneración materializadas en terreno el promedio de especies identificadas es de 4.8 (máximo 14 y mínimo 1) y el total de especies encontradas es de 125. Al observar el índice de Shannon-Wiener, este presenta un valor de 3.72, lo que indica Alta diversidad. A su vez, los índices de Simpson y Berger-Parker son 0.96 y 0.88 respectivamente, lo que indica una diversidad Muy alta a Alta para este estrato (Figura 176).

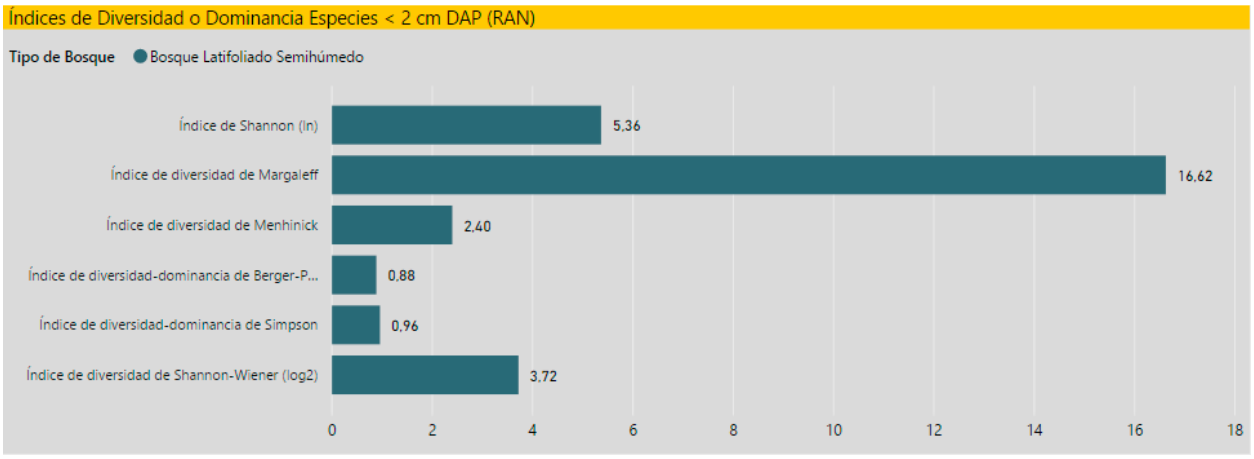


Figura 176. Valores de índices de diversidad para el *Bosque Latifoliado Semihúmedo* en regeneración.

8.2.7 *Bosque Seco*

En el estrato ***Bosque Seco,*** en el cual se materializó un total de 213 parcelas de regeneración, el promedio de especies identificadas es de 4.1 (máximo 19 y mínimo 1) y el total de especies (distintas) encontradas es de 86. Los índices de diversidad muestran para el estrato una diversidad Media a Muy alta, según los valores o rangos indicados para cada índice (Figura 177). Al observar el índice de Shannon-Wiener, este presenta un valor de 2.99, en tanto que los índices de Simpson y Berger-Parker, con valores de 0.90 y 0.75 indican diversidad Muy alta (al acercarse el índice del valor 1) y Media, respectivamente.

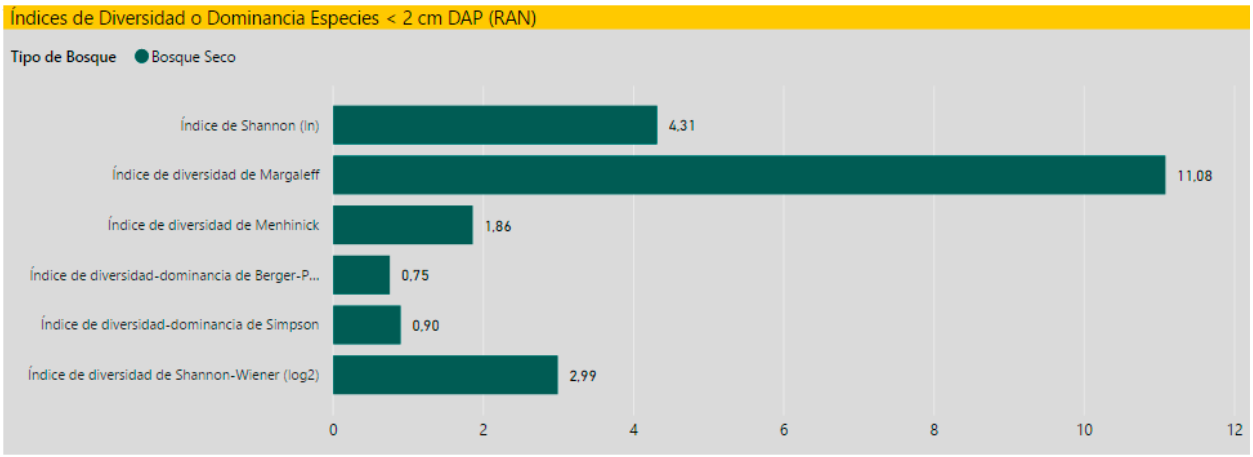
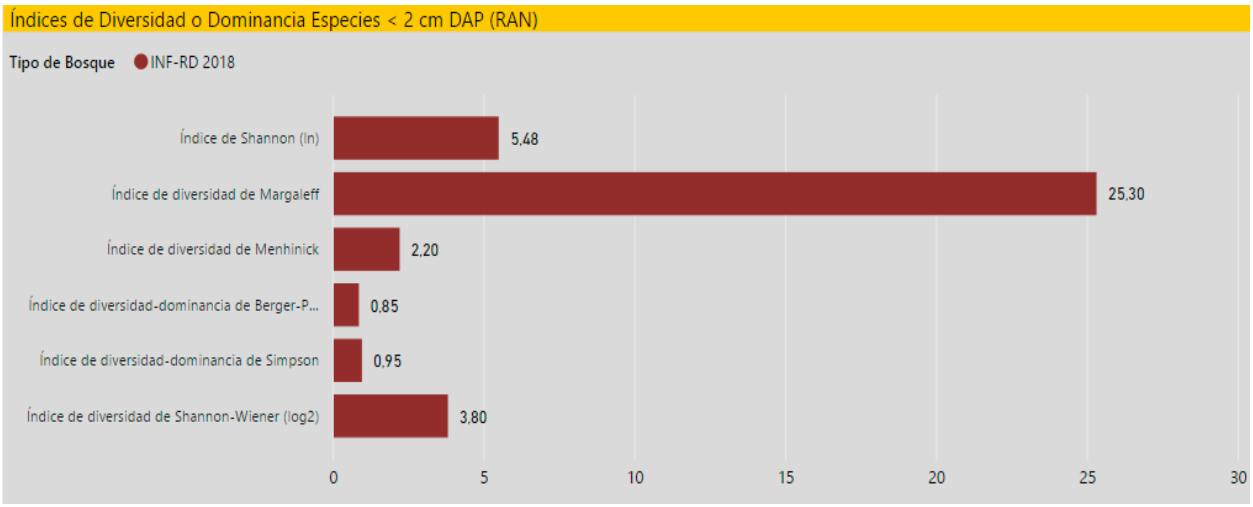


Figura 177. Valores de índices de diversidad para el *Bosque Seco* en regeneración.

8.2.8 INF-RD especies en estratos agrupados

Para el INF-RD, con un total de 1,212 parcelas de regeneración analizadas, el promedio de especies identificadas es de 4.1 (máximo 19 y mínimo 1) y el total de especies diferentes encontradas es de 238. Los índices de diversidad muestran, para la vegetación de regeneración en República Dominicana, una diversidad Alta a Muy alta según los valores o rangos indicados para cada índice (Figura 178). Al observar el índice de Shannon-Wiener, este presenta un valor de 3.80 indicativo de Alta diversidad. Los índices de Simpson y Berger-Parker son 0.95 y 0.85, respectivamente, lo que indica una diversidad Muy alta y Alta, respectivamente.



Tipo de Bosque	INF-RD 2018	
Indicador Diversidad Vegetal	**Índice**	**Diversidad**
Índice de Shannon (In)	5,48	Muy Alta
Índice de diversidad de Margaleff	25,30	Alta
Índice de diversidad de Menhinick	2,20	Alta
Índice de diversidad-dominancia de Berger-P...	0,85	Alta
Índice de diversidad-dominancia de Simpson	0,95	Muy Alta
Índice de diverisidad de Shanoon-Wiener (log2)	3,80	Alta

Figura 178. Valores de índices de diversidad para el INF-RD en regeneración.

Comparación de índices de diversidad por estratos y para el INF-RD especies arbóreas < 2 cm de DAP (regeneración natural)

A continuación, se muestra cada uno de los índices de diversidad utilizados y calculados para determinar los niveles de diversidad que posee la vegetación de regeneración (especies < 2 cm de DAP) para cada estrato arbóreo y para la agrupación de las especies que los componen, resumidas en el INF-RD, haciendo una comparación entre los estratos considerados en el inventario.

8.2.9 Cantidad de especies arbóreas por unidad de muestreo para estratos e INF-RD

Para el número máximo de especies distintas encontradas, es el estrato *Bosque Seco y Bosque Latifoliado Húmedo,* donde se encontró el mayor número de especies incluidas en alguna unidad de muestreo con 19 y 18 especies diferentes, respectivamente, en tanto que la menor cantidad máxima se encontró en el *Bosque de Mangle y Bosque Conífero Denso*, con 4 y 5 especies distintas como máximo en una parcela. Para el número mínimo de especies, prácticamente todos los estratos tienen solo una especie encontrada en sus unidades de muestreo, a excepción del *Bosque Latifoliado Nublado* en que el mínimo de especies distintas encontrado fue 2 (Figura 179).

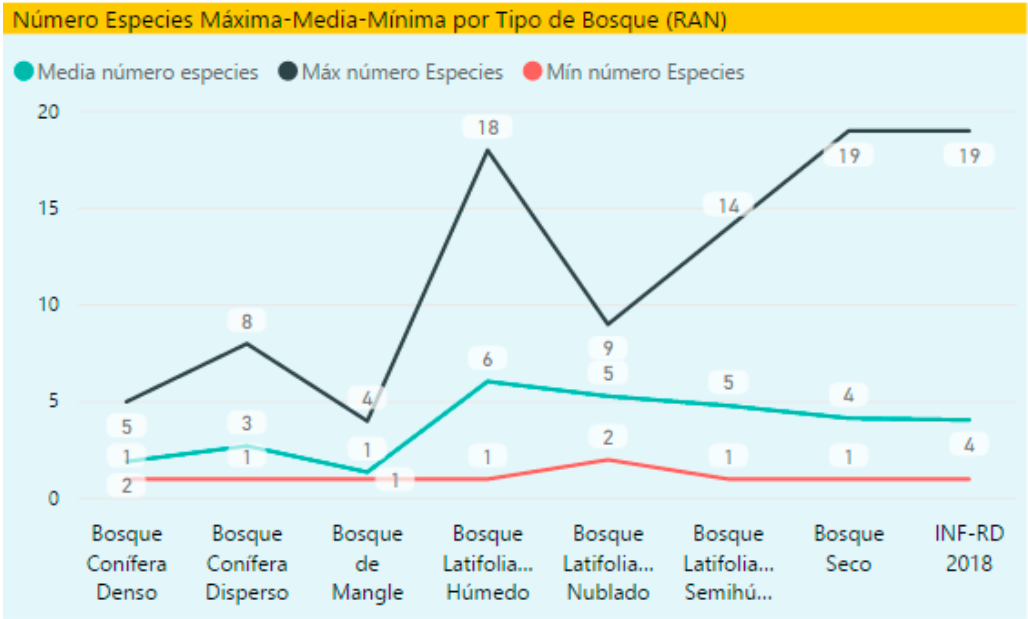


Figura 179. Valores máximo, mínimo y medio del número de especies de regeneración natural por estrato y para INF-RD.

El Bosque Latifoliado Semihúmedo y el Bosque Latifoliado Húmedo poseen la mayor cantidad de especies (distinto de frecuencia) con 135 y 121 respectivamente (especies distintas). El estrato *Bosque de Mangle y el de Bosque Conífero Denso* tienen la menor cantidad de especies distintas regenerándose con 11 y 19, respectivamente, debido a la dominancia (mayor presencia) de algunas especies, lo que hace menos diversos estos ecosistemas. Para el INF-RD se encuentra una cantidad total de 238 especies distintas regenerándose. En la Figura 180 se muestra la cantidad total de especies para cada uno de los estratos y para el INF-RD.

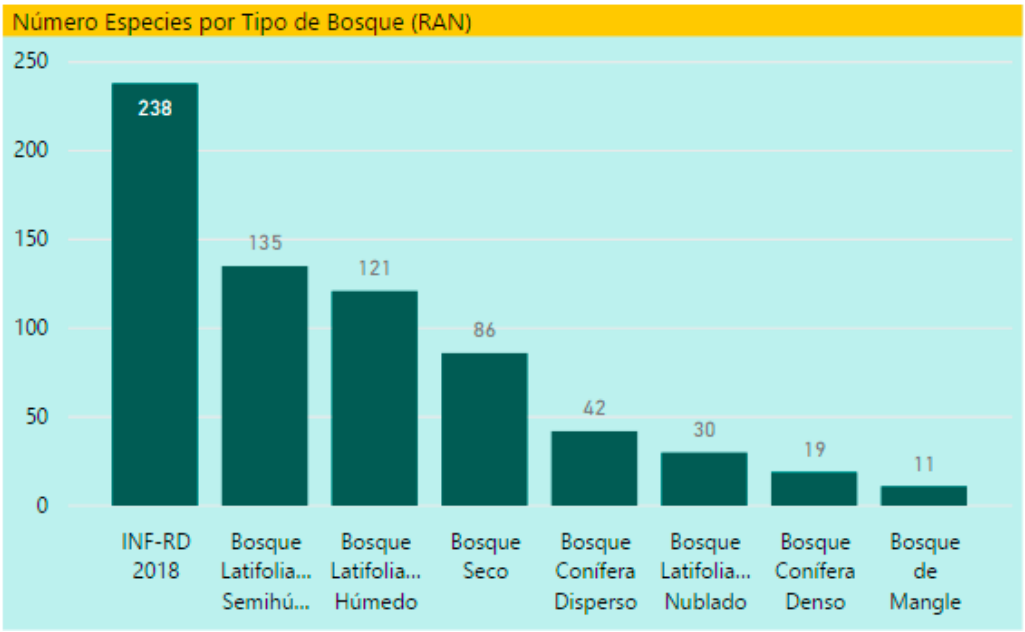


Figura 180. Número total de especies distintas en la regeneración natural por el y para INF-RD.

8.2.10 Índice de diversidad de Margalef por estratos y para INF-RD

El índice de diversidad Margalef refleja la riqueza específica. El valor mínimo que puede adoptar el índice de Margalef es 0 y ocurre cuando solo existe una especie en la muestra, por lo que a mayor valor del índice, mayor es la diversidad del ecosistema. Así, se observa en la Figura 181 que los valores más altos están en *Bosque Latifoliado Semihúmedo* y (16.62) y *Bosque Latifoliado Húmedo* (15.35), indicando una Alta diversidad. Por otra parte, los valores más bajos están en los estratos *Bosque de mangle* (1.2) y *Bosque Conífero Denso* (4.27), reflejando la menor diversidad que poseen estos estratos. Para el INF-RD, el valor es de 25.30, indicando una Alta diversidad al considerar la totalidad de las especies de los estratos agrupados.

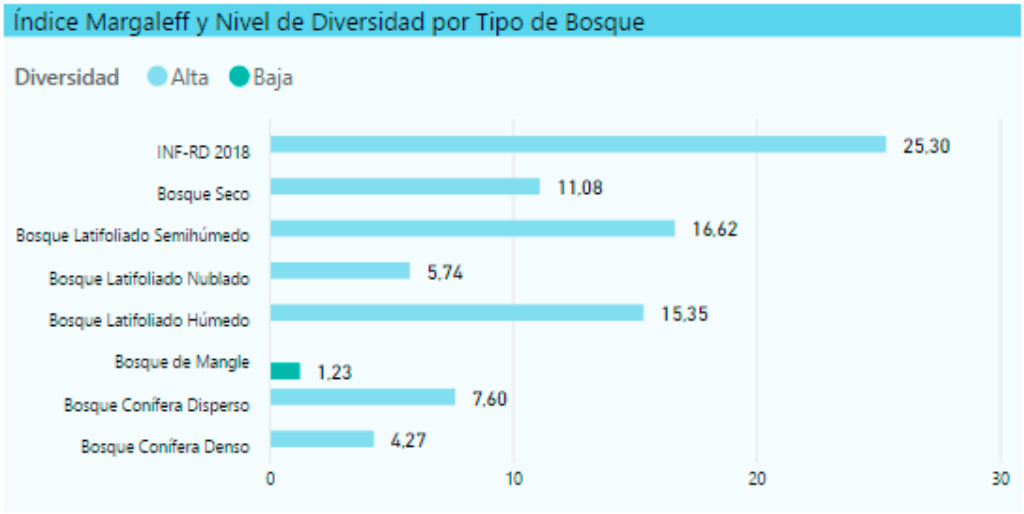


Figura 181. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Margalef en regeneración natural

8.2.11 Índice de diversidad de Menhinick por estratos y para INF-RD

El índice de diversidad Menhinick refleja la riqueza específica. A mayor valor del índice, mayor es la diversidad del estrato o ecosistema. Se observa en la Figura 182 que los valores más altos están en *Bosque Conífero Disperso* (2.83) y *Bosque Latifoliado Húmedo* (2.42), indicando una Muy alta y Alta diversidad respectivamente. Por otra parte, el valor más bajo está en el estrato *Bosque de Mangle* con un valor de 0.19 y el estrato *Bosque Seco,* con un valor de 1.86, reflejando la menor diversidad que poseen estos estratos (Baja y Media diversidad respectivamente). Para el INF-RD, el valor es de 11,3, indicando una Muy alta diversidad al considerar la totalidad de las especies agrupadas en los distintos estratos.

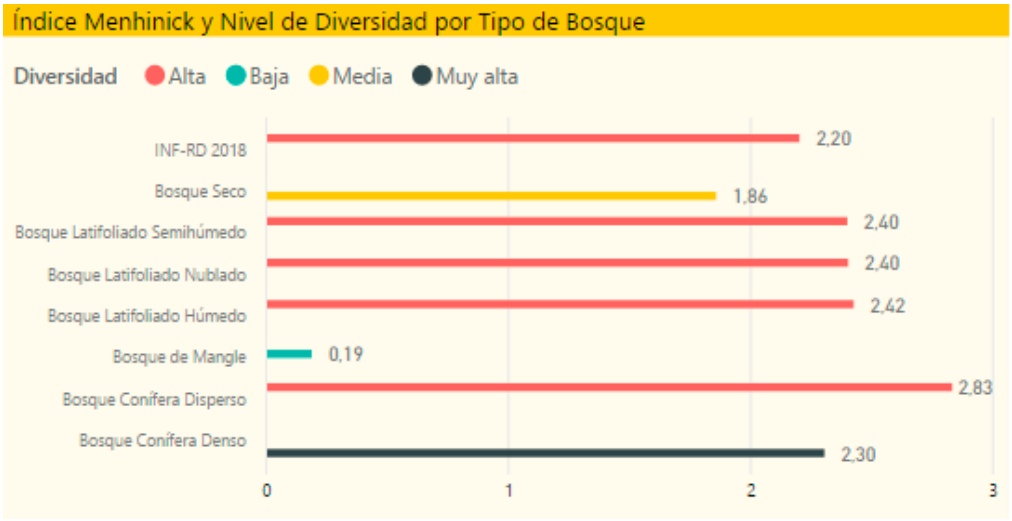


Figura 182. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Menhinick en regeneración natural.

8.2.12 Índice de diversidad de Berger-Parker por estratos y para INF-RD

El índice de Berger-Parker mide la dominancia de la especie más abundante. Es un índice de dominancia, por lo que para obtener la diversidad se debe obtener el valor opuesto a la dominancia (1-D). El índice toma valores entre 0 y 1, por lo que valores del índice cercanos a 1 implican una mayor diversidad en el estrato o ecosistema. Se observa en la Figura 183 que los valores más altos están nuevamente en *Bosque Latifoliado Semihúmedo* (0.88) y *Bosque Latifoliado Húmedo* (0.87), indicando una Alta diversidad. Los valores más bajos están en los estratos *Bosque de Mangle* (0.49) y *Bosque Seco* (0.75), indicando una menor diversidad (Baja y Media respectivamente). Se produce una concordancia a este respecto con el índice de Menhinick revisado en el punto anterior. Para el INF-RD el índice es de 0.85 considerando a los ecosistemas o estratos agrupados con muy alta diversidad.

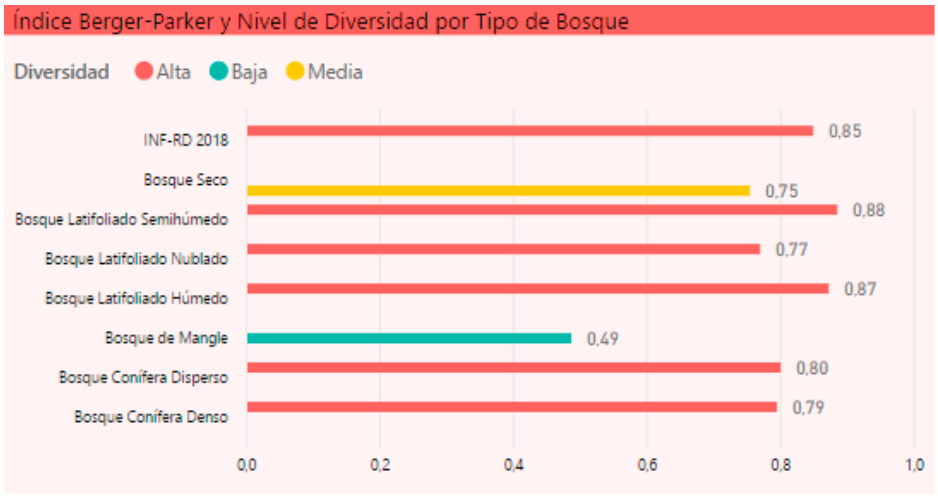


Figura 183. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Berger-Parker en regeneración natural.

8.2.13 Índice de diversidad de Simpson por estratos y para INF-RD

El índice de Simpson mide la dominancia de la especie más abundante. Es un índice de dominancia, por lo que para obtener la diversidad se debe obtener el valor inverso a la dominancia (1-D). El índice toma valores entre 0 y 1 por lo que valores del índice cercanos a 1 implican una alta diversidad en el estrato o ecosistema. Se observa en la Figura 184 que los valores más altos están nuevamente en *Bosque Latifoliado Semihúmedo* (0.96) y *Bosque Latifoliado Húmedo* (0.95), indicando una Muy alta diversidad. Los valores más bajos están en los estratos *Bosque de Mangle* (0.62) y *Bosque Conífero Denso* (0.89) indicando una baja o menor diversidad; en este aspecto el índice de Simpson concuerda con lo presentado para el índice de Margaleff. Para el INF-RD el índice es de 0.95 considerando a los ecosistemas o estratos agrupados con Muy alta diversidad.

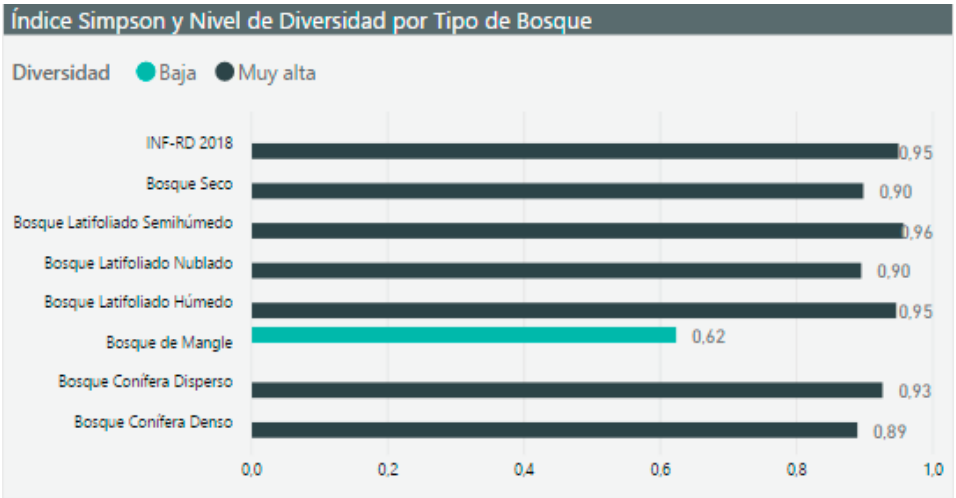


Figura 184. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Simpson en regeneración natural.

8.2.14 Índice de diversidad de Shannon -Wiener por estratos y para INF-RD

El índice de Shannon-Wiener es utilizado para medir biodiversidad específica considerando riqueza de especies y abundancia. El índice toma valores entre 1 y 5, por lo que valores del índice cercanos a 1 implican una muy baja diversidad y valores cercanos o superiores a 5 una muy alta diversidad en el estrato o ecosistema. Se observa en la Figura 185 que los valores más altos están en *Bosque Latifoliado Semihúmedo* (3.72) y *Bosque Latifoliado Húmedo* (3.55), manteniendo lo indicado por todos los índices observados anteriormente, Alta diversidad. Al igual que para los índices de Simpson y Margaleff, el índice de Shannon-Wiener concuerda en que los valores más bajos están en los estratos *Bosque de Mangle* (1.20) y *Bosque Conífero Denso* (2.49), indicando una Baja y Media diversidad respectivamente. Para el INF-RD se observa una Alta diversidad con un valor de 3.80.

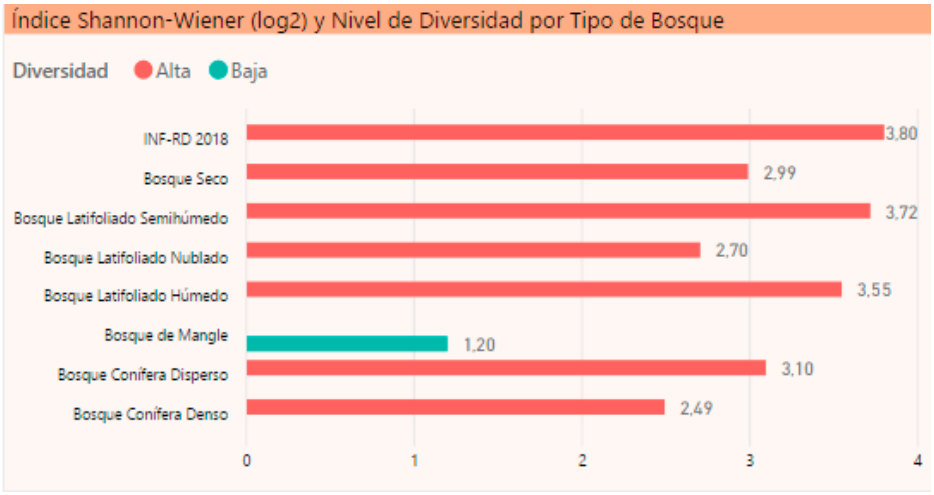


Figura 185. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Shannon-Wiener en regeneración natural.

Los niveles de diversidad encontrados para los distintos estratos en la vegetación de regeneración natural (especie< a 2 cm de DAP) siguen la misma tendencia que los valores y características de diversidad determinados en las especies mayores (especies ≥ a 2 cm de DAP). *Bosque Latifoliado Semihúmedo y Bosque Latifoliado Húmedo* con alta diversidad y *Bosque de Mangle y Bosque Conífero Denso* con diversidad baja. Se observa una diferencia en la cantidad de especies presentes en ambos componentes vegetales: para el total del inventario existen 389 especies arbóreas distintas y de estas se encuentran regenerando solo 238, vale decir, un 61.18 % del total. A este respecto, las diferencias más grandes están dadas para los estratos *Bosque de Mangle*, con 11 especies regenerándose de 37 presentes a nivel de árboles mayores a 2 cm de DAP (29.73 %), y *Bosque Latifoliado Nublado*, con 30 especies regenerándose de un total de 101 presentes a nivel de árboles mayores a 2 cm de DAP (29.70 %).

8.3 RELACIÓN ENTRE LA REGENERACIÓN Y VARIABLES AMBIENTALES

La regeneración se encuentra directamente determinada tanto por el régimen de perturbaciones existentes y su relación con la dinámica regenerativa, individual o agrupada, que presenten las especies constituyentes de la masa, así como por variables topográficas, climáticas y vegetacionales, entre otras, las cuales determinan la composición y abundancia de la regeneración. Las variaciones experimentadas en aspectos fisiográficos, tales como exposición y altitud, tienen incidencia directa sobre factores como humedad, profundidad y tipo de suelo, y el microclima, que en conjunto determinan la calidad de un sitio, la cual afecta la capacidad regenerativa de un ecosistema forestal (Donoso, 1993).

8.3.1 Regeneración en función de la exposición, pendiente y altitud

Para el caso de la regeneración de los bosques de República Dominicana, al analizar la densidad promedio (plantas/ha) de esta en términos de las variables fisiográficas indicadas, es posible inferir una mayor regeneración en bosques en terrenos sin exposición (Plana), seguida de una la alta densidad de regeneración en la exposición Norte, y que la menor regeneración se está produciendo en los bosques con exposición Este; las exposiciones Sur y Oeste presentan una regeneración intermedia y muy similar (Cuadro 128).

Cuadro 128. Densidad de la regeneración en relación a la exposición del terreno.

Exposición	Regeneración (plantas/ha)
Plana	39,712
Norte	30,641
Sur	27,184
Este	22,501
Oeste	26,647
Sin información	26,526
Promedio general	**30,935**

Para el caso de la pendiente del terreno, se evidencia que la mayor regeneración en los bosques se presenta en el rango de 0 a 15 %, y una tendencia general a que a una mayor inclinación del terreno se produce una menor regeneración, con la excepción de las pendientes mayores a 45 % superan a la regeneración en el rango entre 30 % y 45 %, pero es inferior a la regeneración de las pendientes inferiores al 30 % (Cuadro 129). Lo anterior concuerda con que la mayor regeneración también se esté produciendo en terrenos sin exposición o de exposición denominada Plana.

Cuadro 129. Densidad de la regeneración en relación a la pendiente del terreno.

Pendiente	Regeneración (plantas/ha)
Pendiente: 0 – 15 %	33,733
Pendiente: 15 – 30 %	29,921
Pendiente: 30 – 45 %	20,456
Pendiente: Mayor que 45 %	27,658
Promedio general	**30,935**

En relación a la elevación del terreno, se denota una tendencia a una mayor densidad de las plantas arbóreas menores a 2 cm de DAP y de tamaño inferior a 1,5 m, en la medida que la altitud sobre el nivel del mar es menor (Cuadro 130). Sobre los 1.500 msnm, la densidad promedio baja fuertemente en relación a altitudes inferiores. En la Figura 186 es posible evidenciar gráficamente el comportamiento de la regeneración de los bosques de República Dominicana en relación a la exposición, la pendiente y la altitud del terreno.

Cuadro 130. Densidad de la regeneración en relación a la altitud del terreno.

Elevación (msnm)	Regeneración (plantas/ha)
0-50	40,189
50-100	30,545
100-200	41,783
200-500	38,641
500-1000	25,170
1000-1500	12,255
1500-2000	1,910
2000-2500	3,419
2500-3000	2,122
Promedio general	**30,935**

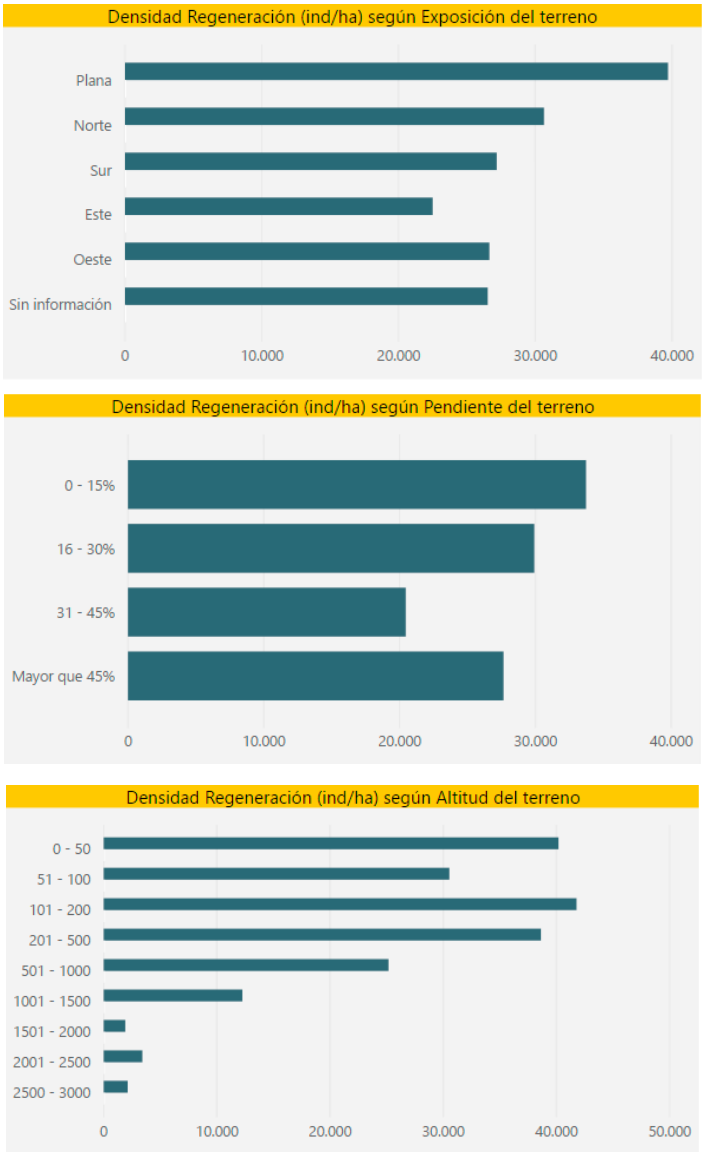


Figura 186. Densidad de la regeneración de los bosques de República Dominicana en relación a la exposición, la pendiente y la altitud del terreno.



CAPÍTULO

9

Especies herbáceas presentes en los Bosques de República Dominicana



BOSQUE LATIFOLIADO HÚMEDO EN FASE DE RECUPERACIÓN
Foto tomada por: Tomás Montilla

Los bosques, en general, se caracterizan por presentar estructuras arquitectónicas complejas, con la presencia de una gran diversidad de formas de vida y crecimiento, que les confiere una gran variabilidad. Una de estas formas de vida es la correspondiente a las plantas vasculares de hábito herbáceo, presentes en el estrato inferior de la cobertura vegetal, vale decir, en el piso del bosque.

En las zonas tropicales o semitropicales, la constancia en un buen suministro de radiación, temperaturas elevadas y constantes, y altas precipitaciones o disponibilidad de agua, determinan muy pocas limitaciones climáticas que favorecen aún más un elevado desarrollo estructural (Jacobs, 1988). Las condiciones de alta humedad durante todo el año y la temperatura promedio entre 15-20 ºC dependiendo de la altitud, determinan una alta diversidad y parecen favorecer la ocupación de gran parte del espacio aéreo disponible (Hernández-Rosas, 1999).

Tanto la distribución vertical como la horizontal, expresión visible de la organización de las especies en las comunidades, facilita la coexistencia de un alto número de especies y son el producto de la evolución de las comunidades. El origen de esta distribución no está claro todavía, como tampoco el problema de la evolución de los taxas en tiempos geológicos y, en consecuencia, el origen de la diversidad (Golley, 1983).

La distribución de las plantas vasculares a varios niveles dentro del bosque parece ser el resultado de un balance entre los requerimientos de luz y suministro de agua, debido al gradiente vertical de estos elementos dentro del bosque (Medina, 1990).

El estrato herbáceo está conformado por todas aquellas plantas no leñosas que crecen bajo el estrato arbóreo.

Dentro del grupo de las herbáceas existe un número significativo de malezas, que tienen mucha influencia dentro de la regeneración de las especies arbóreas, ya que crecen en lugares destinados a otras plantas, provocando gran competencia interespecífica (CONAF / GTZ, 1998). Dentro de este estrato se distinguen variadas especies de helechos, musgos, pastos y hierbas, enredaderas y epífitas (Appel, 1993).

Además, las plantas herbáceas vasculares son un grupo interesante para utilizar como bioindicadoras, esto se debe a sus cortos ciclos de vida y a su metabolismo sensible (Gómez y Krömer, 2012). Algunos métodos se basan en medir la concentración de N y C en sus tejidos y así tener información de la calidad del ecosistema (Körner, 1989; Wegner et al., 2003; Waite y Sack, 2011).

A modo de ejemplo, Arnemann (2013) indica que para el Parque Nacional Montaña La Humeadora la flora está representada por 705 especies de plantas, distribuidas en 423 géneros y 114 familias, de las cuales 207 son herbáceas terrestres, 158 son árboles, 141 arbustos, 102 epífitas, 89 lianas o bejucos, 6 estípites (palmas o helechos arborescentes) y 2 parásitas.

Por su parte, MARN (2014) indica que la presencia de plantas en el estrato herbáceo para varios tipos de bosques es la siguiente:

- ***Bosque de Mangle:*** casi no hay herbáceas, pero pueden aparecer Batis marítima (barrilla) y Phyla nodiflora (orozús de monte).
- ***Bosque Latifoliado Húmedo:*** se puede encontrar Adiantum tenerum (culantrillo de pozo), Pharus latifolius, Gesneria sp., Adiantum pyramidale y Psychotria uliginosa (ti-plante).
- ***Bosque Latifoliado Nublado:*** son abundantes Gesneria cuneifolia, Blechum sp., Pilea sp. (cejúa), Uncinia hamata y Prescotia stachyoides, y se encuentran presentes Prestoea montana (manacla)***, Lasianthus lanceolatus (cumaní);*** son escasas en este estrato ***Phytolacca rivinoides*** (moco de pavo), ***Peperomia sp.*** (verdolaga) y otras.
- ***Bosque Latifoliado Semihúmedo:*** aparecen en el estrato herbáceo Zamia debilis (guáyiga), Wallenia gracilis (caimonicillo), Commelina sp., Pilea sp., Bromelia plumieri (maya cimarrona) y Peperomia glabella.
- ***Bosque Seco:*** aparecen frecuentemente dos especies en el estrato herbáceo Commelina sp. y Agave antillarum (karatas).

En este capítulo se presenta la información referida a la presencia de especies herbáceas en los distintos ecosistemas forestales considerados, obtenida a través de las mediciones de campo realizadas en una parcela de 1 m² en el

INF-RD (UVH), en la cual se contabilizó todas las especies herbáceas dentro de la parcela o se estimó su cobertura en porcentaje si no era posible contarlas.

9.1 DASOMETRÍA ESPECIES HERBÁCEAS

9.1.1 Densidad (frecuencia)

En los estratos *Bosque Conífero Disperso y Bosque Conífero Denso* se encontró la mayor cantidad de especies de herbáceas, con 92,957 ind/ha y 85,427 ind/ha respectivamente; a su vez, para el *Bosque Conífero Denso* se observa un alto error de muestreo (49.1 %) a diferencia de *Bosque Conífero Disperso* que tiene un error de muestreo más bajo en la estimación del promedio (24.4 %). Los *Bosques de Mangle y el Bosque Latifoliado Nublado* son los tipos de bosques que tienen la menor cantidad de individuos de especies herbáceas, con una diferencia importante con los demás estratos, alcanzando a solo 2,571 y 12,727 individuos por hectárea, respectivamente; además, ambos tipos de bosques son también los que presentan la mayor variabilidad en la estimación del valor promedio (errores del 110.9% y 115.9 %, respectivamente), reflejo de la errática presencia de herbáceas y la ausencia de estas en muchas de las parcelas levantadas (Cuadro 131). Esta situación es contraria a la evidenciada para la regeneración natural, en donde los bosques de conífera son los que presentan menor regeneración natural y los bosques de mangle y drago los de mayor densidad de la regeneración; esto permite inferir la competencia que se presenta entre regeneración y herbáceas en el estrato inferior de los bosques. El promedio de la densidad para el INF-RD es de 51,399 individuos por unidad de superficie, con un error de muestreo de 22.4% (límite inferior 39,883.6 ind/ha y límite superior 62,914.4 ind/ha). En la Figura 187 se observan los valores para la densidad por cada estrato del inventario y total del mismo.

Cuadro 131. Densidad de las especies herbáceas de los bosques de República Dominicana. Media y error de muestreo.

ESTRATO	Proporción	Superficie (ha)	Parcelas	Densidad Herbáceas [plantas/ha]	Error Muestreo [plantas/ ha]	Error Muestreo [%]
Bosque Conífero Denso	9.2 %	167,533	19	85,427	41,948.8	49.1 %
Bosque Conífero Disperso	4.6 %	83,340	40	92,957	22,696.8	24.4 %
Bosque de Mangle	1.5 %	26,991	70	2,571	2,851.8	110.9 %
Bosque Latifoliado Húmedo	39.8 %	721,853	76	45,868	18,745.2	40.9 %
Bosque Latifoliado Nublado	7.1 %	129,548	11	12,727	14,747.9	115.9 %
Bosque Latifoliado Semihúmedo	15.2 %	275,646	117	53,078	20,996.8	39.6 %
Bosque Seco	22.6 %	409,593	71	51,265	17,634.0	34.4 %
Total general		**1,814,503**	**404**	**51,399**	**11,515.4**	**22.4 %**

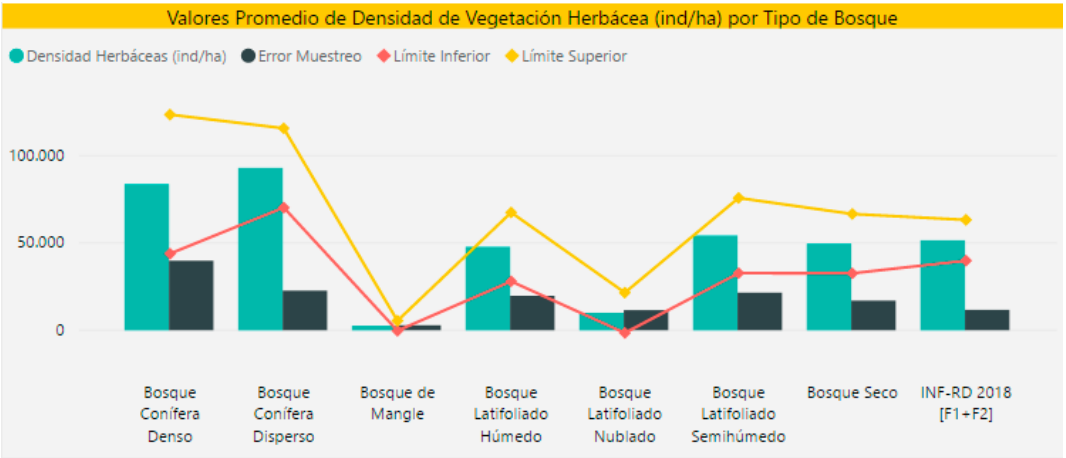


Figura 187. Densidad por hectárea para especies herbáceas por estrato y para el INF-RD.

9.1.2 Número de especies

El número promedio de especies distintas encontradas en las parcelas de herbáceas (distinto de frecuencia) se observa en la Figura 188, donde el estrato ***Bosque Latifoliado Semihúmedo*** es el que posee mayor diversidad con 40 especies y un promedio de 0.9 especies/parcela, en tanto que el ***Bosque Conífero Disperso*** presenta 35 especies herbáceas distintas, lo que da un promedio de 1.6 especies/parcela. Los estratos de ***Bosque de Mangle y Bosque Latifoliado Nublado*** son los que poseen menor cantidad de especies distintas presentes, con 4 especies para ambos (promedio de 0.1 especies/parcela y 0.5 respectivamente). El promedio de especies herbáceas para el INF-RD es de 0.8 especies/parcela, correspondiente a un total de 95 especies distintas identificadas.

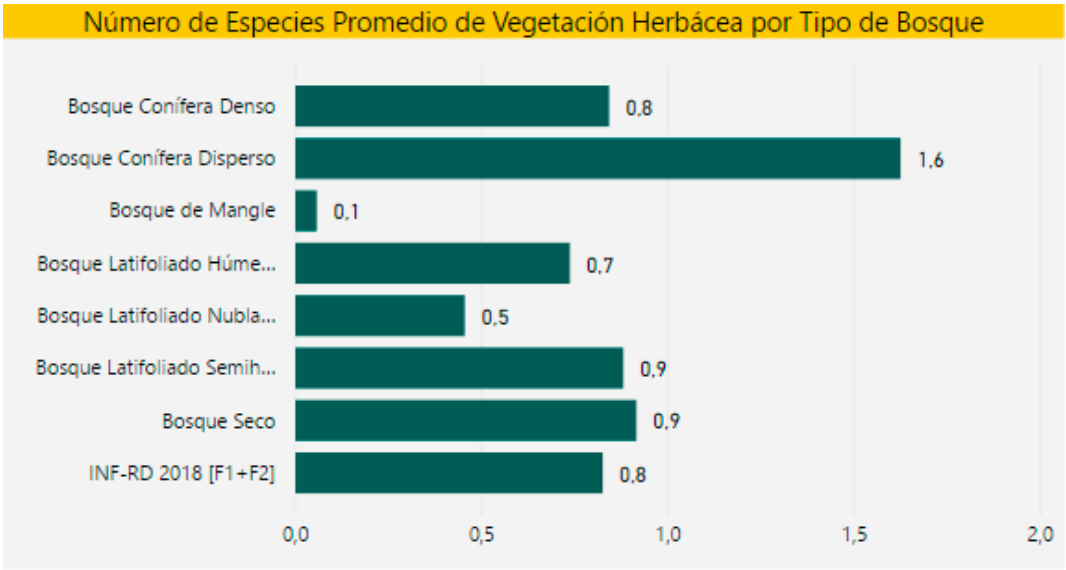


Figura 188. Número de especies herbáceas por estrato y para el INF-RD.

9.1.3 Frecuencia de herbáceas por estrato arbóreo

A continuación, se muestra para cada estrato arbóreo las especies herbáceas que lo componen.

A. *Bosque Conífero Denso*

La mayor cantidad de individuos en el ***Bosque Conífero*** Denso lo presentan las especies ***Melinis minutiflora, Marcgravia brittoniana y Andropogon urbanianus*** (Figura 189). Por el contrario, las menos frecuentes son: ***Sporobolus pungens, Paspalum notatum y Pharus latifolius,*** con solo 3, 4 y 5 individuos presentes, respectivamente, en el total de 19 parcelas UVH realizadas para este estrato. El total de especies distintas identificadas fue de 13 en el ***Bosque Conífero Denso.***

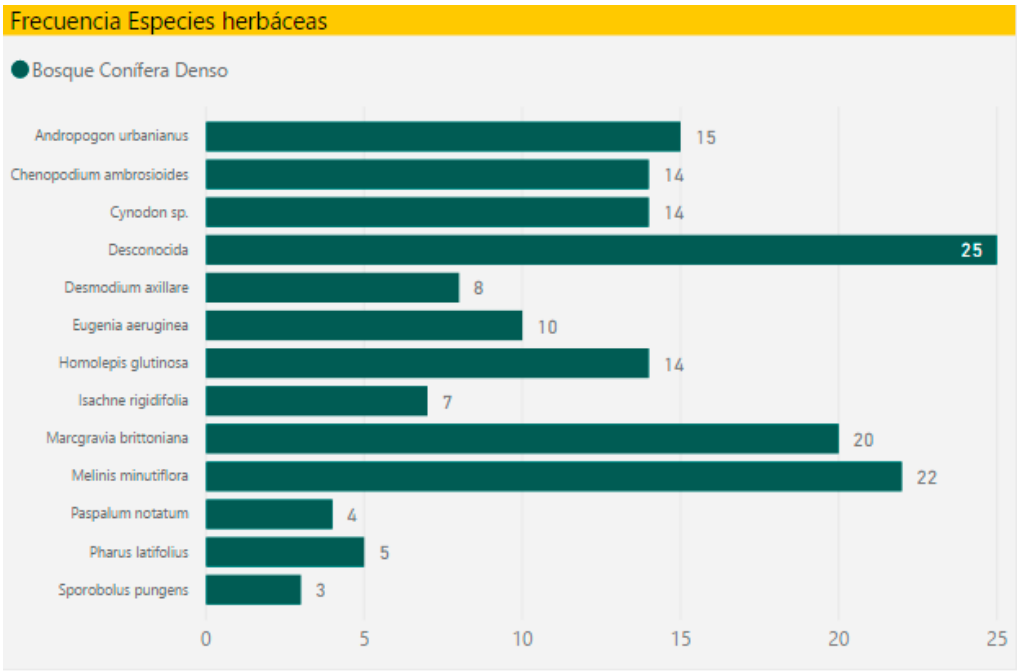


Figura 189. Frecuencia de especies herbáceas en el estrato *Bosque Conífero Denso.*

B. *Bosque Conífero Disperso*

Para el ***Bosque Conífero Disperso*** que se logró identificar 35 especies distintas de vegetación herbácea. Las especies con mayor presencia, de mayor a menor cantidad, son: ***Andropagon urbanianus, Homolepis glutinosa y Melinis minutiflora,*** en tanto que las menos frecuentes son ***Miconia mirabilis, Phyllostachys aurea y Spermacoce laevis,*** todas con un sólo individuo presente del total de 40 parcelas UVH realizadas en este estrato (Figura 190).

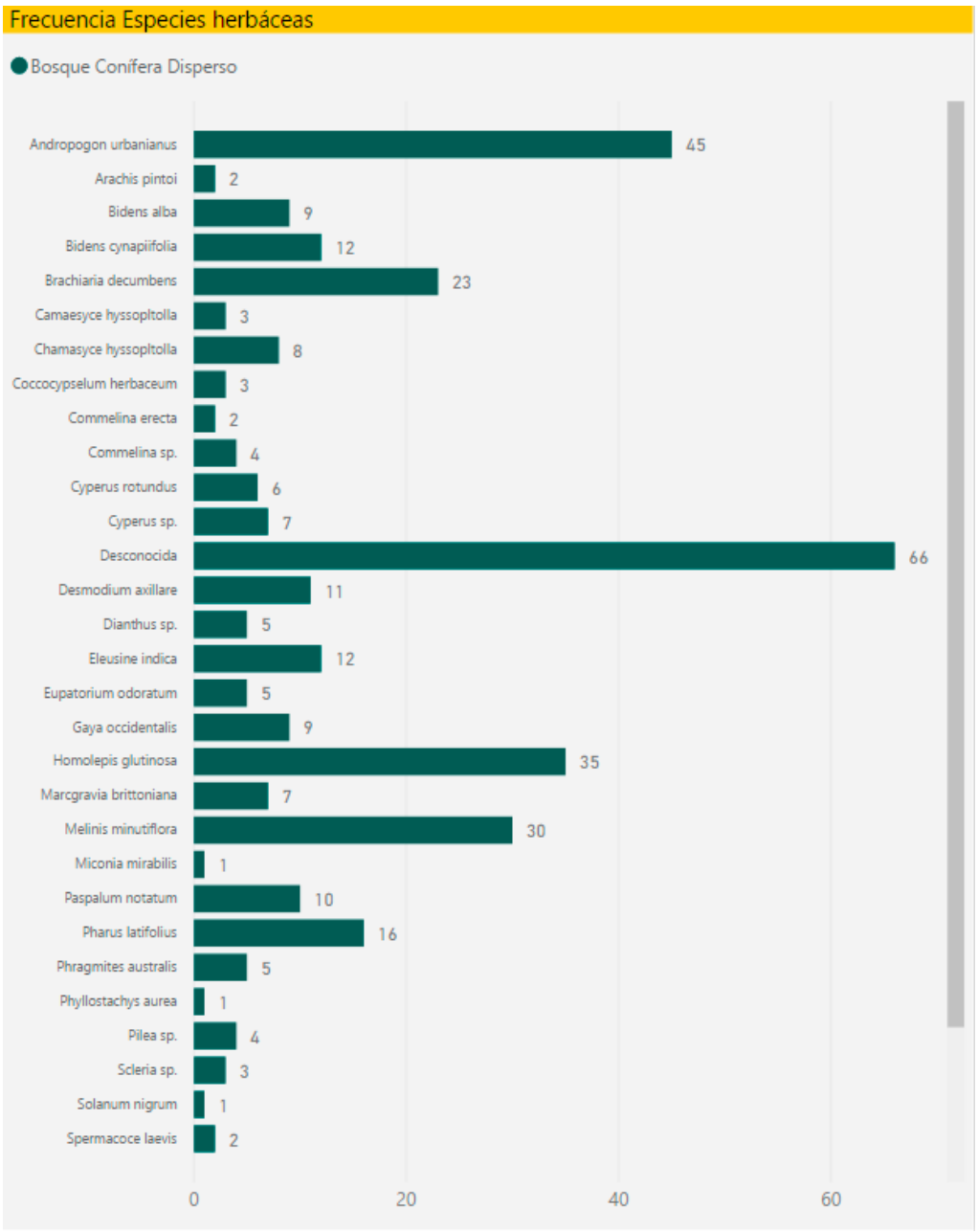


Figura 190. Frecuencia de especies herbáceas en el estrato *Bosque Conífero Disperso.*

C. *Bosque de Mangle*

Para el ***Bosque de Mangle*** se logró identificar 4 especies distintas de vegetación herbácea. Las especies con mayor presencia, de mayor a menor cantidad, son: ***Scleria microcarpa y Miconia mirabilis,*** en tanto que las menos frecuentes son: ***Dieffenbachia sp.*** y 1 individuo de una especie desconocida presente del total de 71 parcelas UVH realizadas (Figura 191).

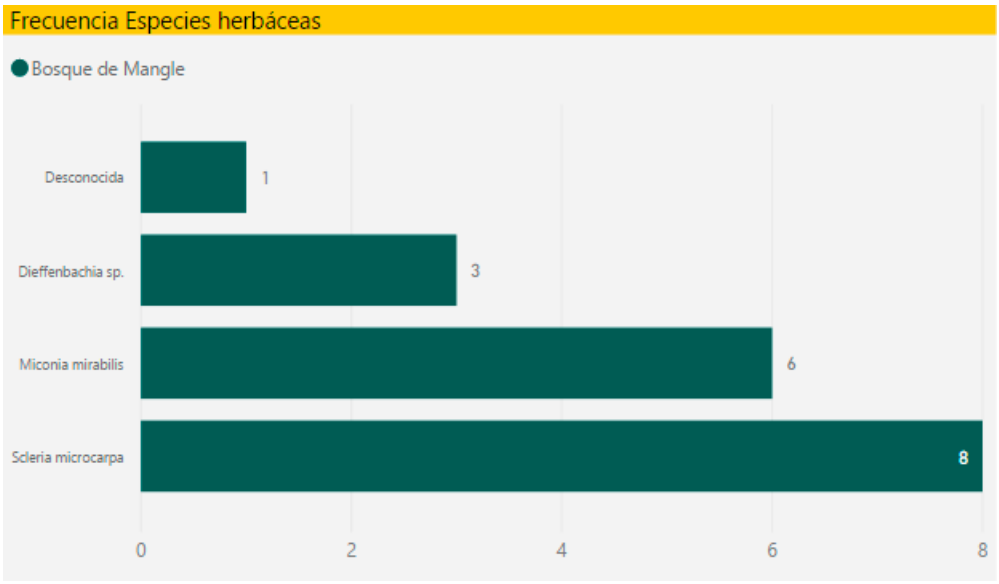


Figura 191. Frecuencia de especies herbáceas en el *Bosque de Mangle.*

D. *Bosque Latifoliado Húmedo*

La mayor cantidad de individuos en el *Bosque Latifoliado Húmedo* lo presentan las especies *Ichnanthus pallens, Commelina erecta, Miconia mirabilis y Pilea sp.* (Figura 192). Por el contrario, las menos frecuentes son: *Gnaphalium sp., Ipomoea tiliacea, Olyra latifolia y Pteris sp.,* con solo 1 individuo presente cada una de ellas en el total de 76 parcelas UVH realizadas para este estrato. El total de especies distintas identificadas fue de 32 en el *Bosque Latifoliado Húmedo.*

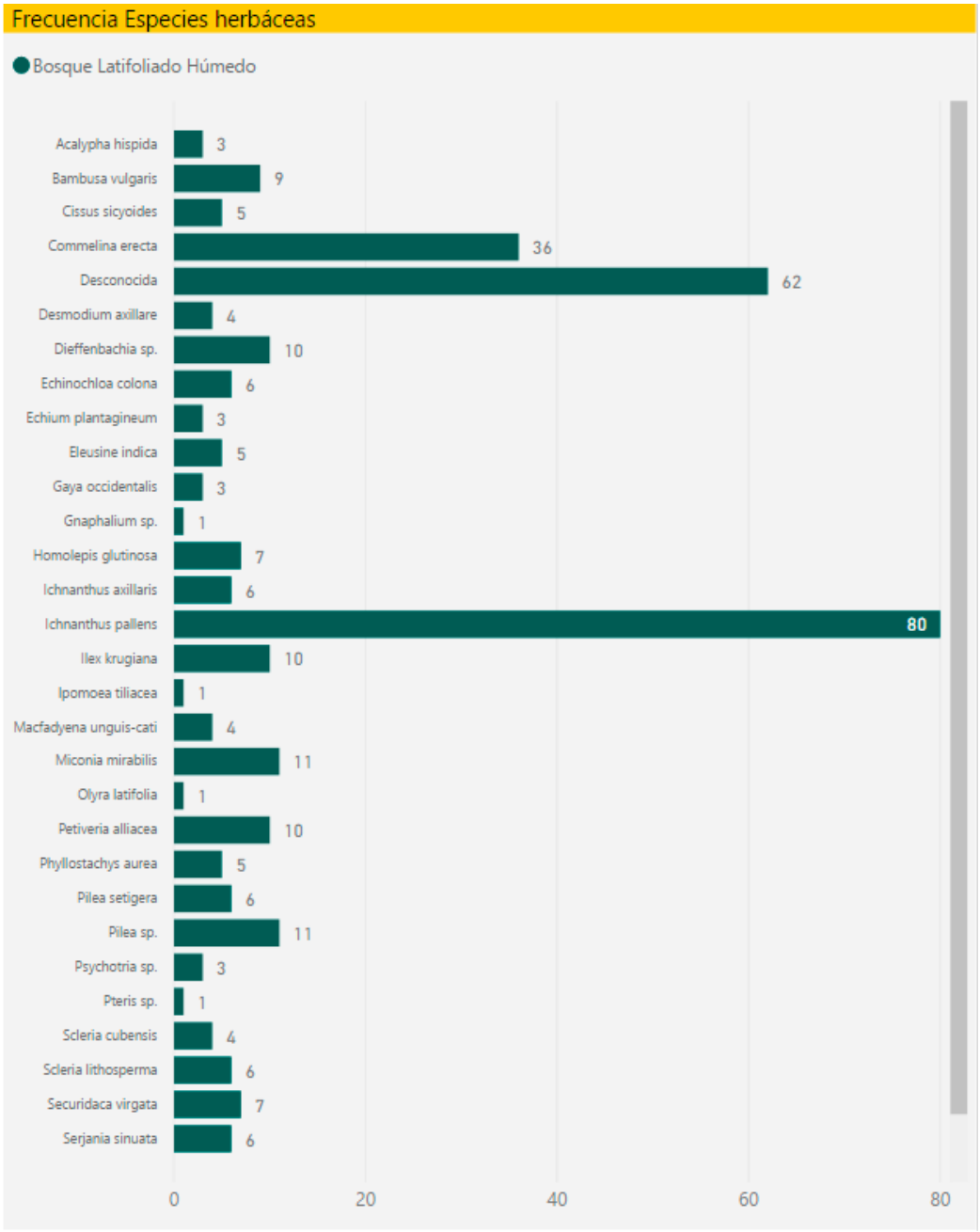


Figura 192. Frecuencia de especies herbáceas en el estrato *Bosque Latifoliado Húmedo.*

E. *Bosque Latifoliado Nublado*

Para el ***Bosque Latifoliado Nublado*** que se logró identificar 34 especies distintas de vegetación herbácea. Las especies con mayor presencia, de mayor a menor cantidad, son: ***Homolepis glutinosa y Commelina erecta,*** en tanto que la menos frecuente de las 3 especies herbáceas identificadas para este estrato fue Scleria sp., con un solo individuo presente del total de 11 parcelas UVH realizadas (Figura 193).

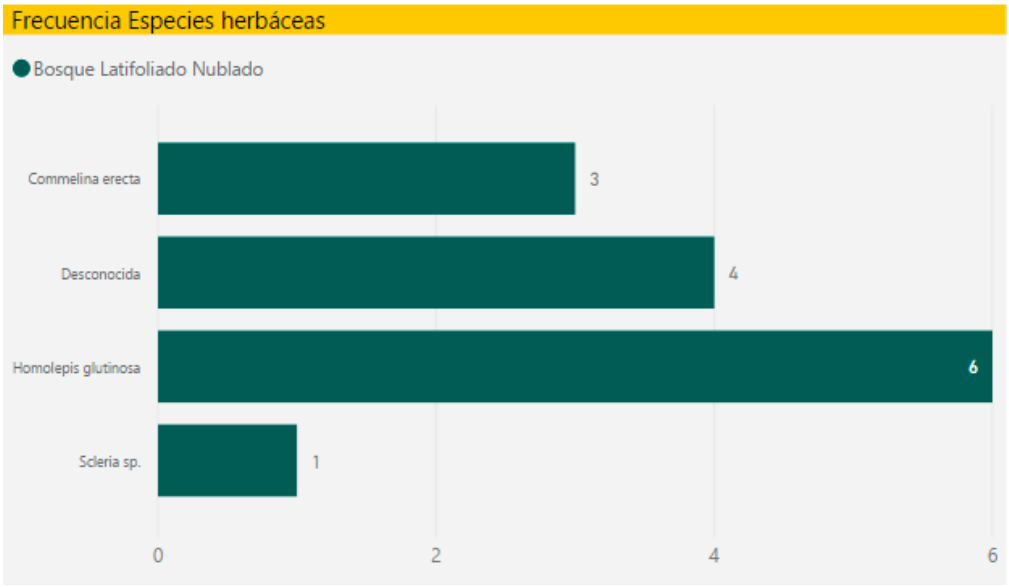


Figura 193. Frecuencia de especies herbáceas en el estrato *Bosque Latifoliado Nublado.*

F. *Bosque Latifoliado Semihúmedo*

La mayor cantidad de individuos en el ***Bosque Latifoliado Semihúmedo*** lo presentan las especies Panicum maximum, Chamasyce hyssopltolla y Gaya occidentalis (Figura 194). Por el contrario, las menos frecuentes son: ***Cestrum sp., Capraria biflora, Eugenia monticola, Gynerium sagittatum, Gyrotaenia myriocarpa, Marcgravia brittoniana y Megathyrsus maximus,*** cada una de ellas con un solo individuo presente en el total de 117 parcelas UVH realizadas para este estrato. El total de especies distintas identificadas fue de 40 en el ***Bosque Latifoliado Semihúmedo.***

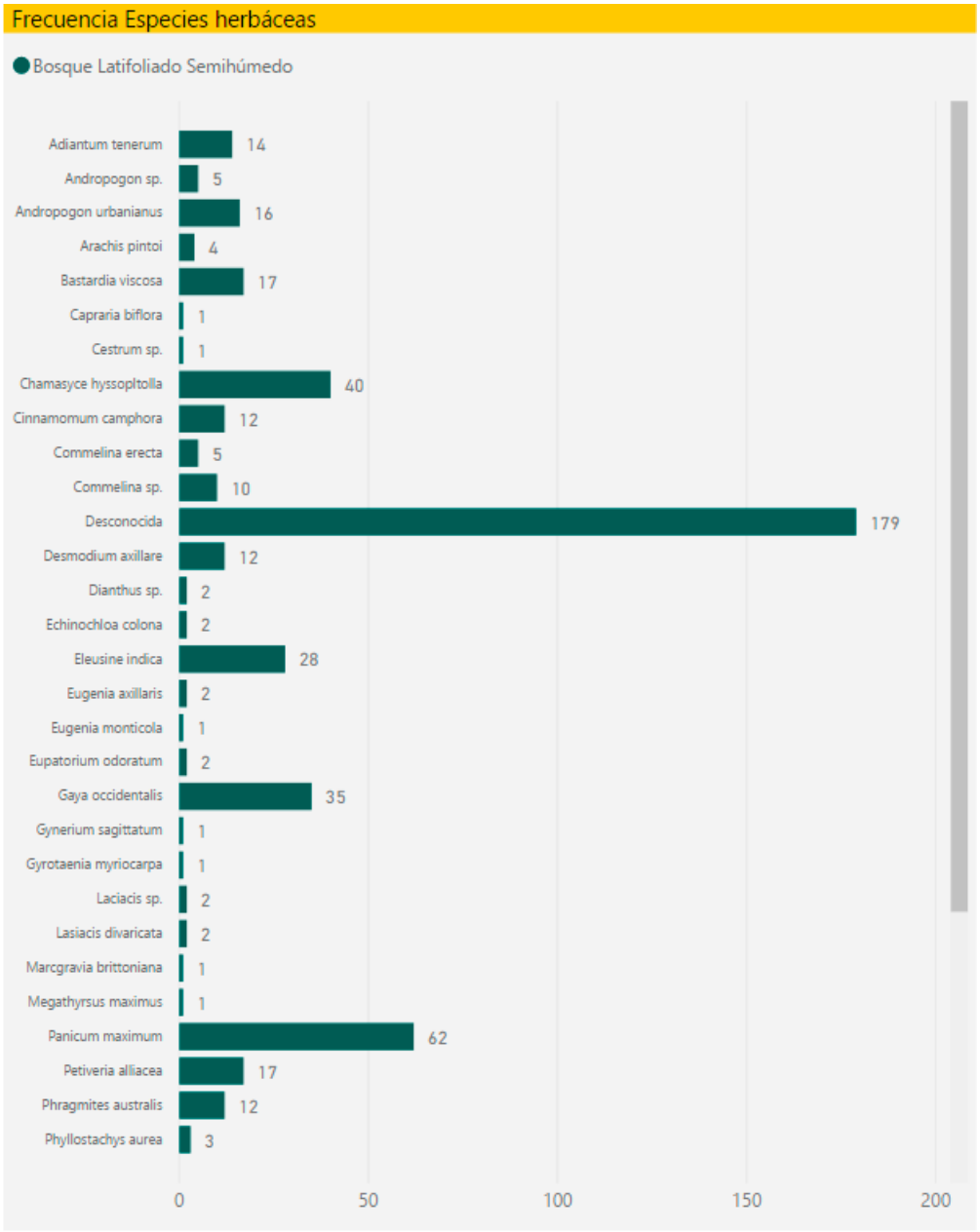


Figura 194. Frecuencia de especies herbáceas en el estrato B*osque Latifoliado Semihúmedo.*

G. *Bosque Seco*

Para el ***Bosque Seco*** se logró identificar 34 especies distintas de vegetación herbácea. Las especies con mayor presencia de mayor a menor cantidad son: ***Andropagon urbanianus, Pilea sp. y Bastardia viscosa,*** en tanto que las menos frecuentes son ***Brugmansia sp., Cordia sulcata, Croton discolor, Croton sp., Digitaria eriantha, Eleusine indica, Megathyrsus maximus, Melinis minutiflora, Panicum maximum, Petiveria alliacea y Rivina humilis,*** todas con un solo individuo presente del total de 71 parcelas UVH realizadas (Figura 195).

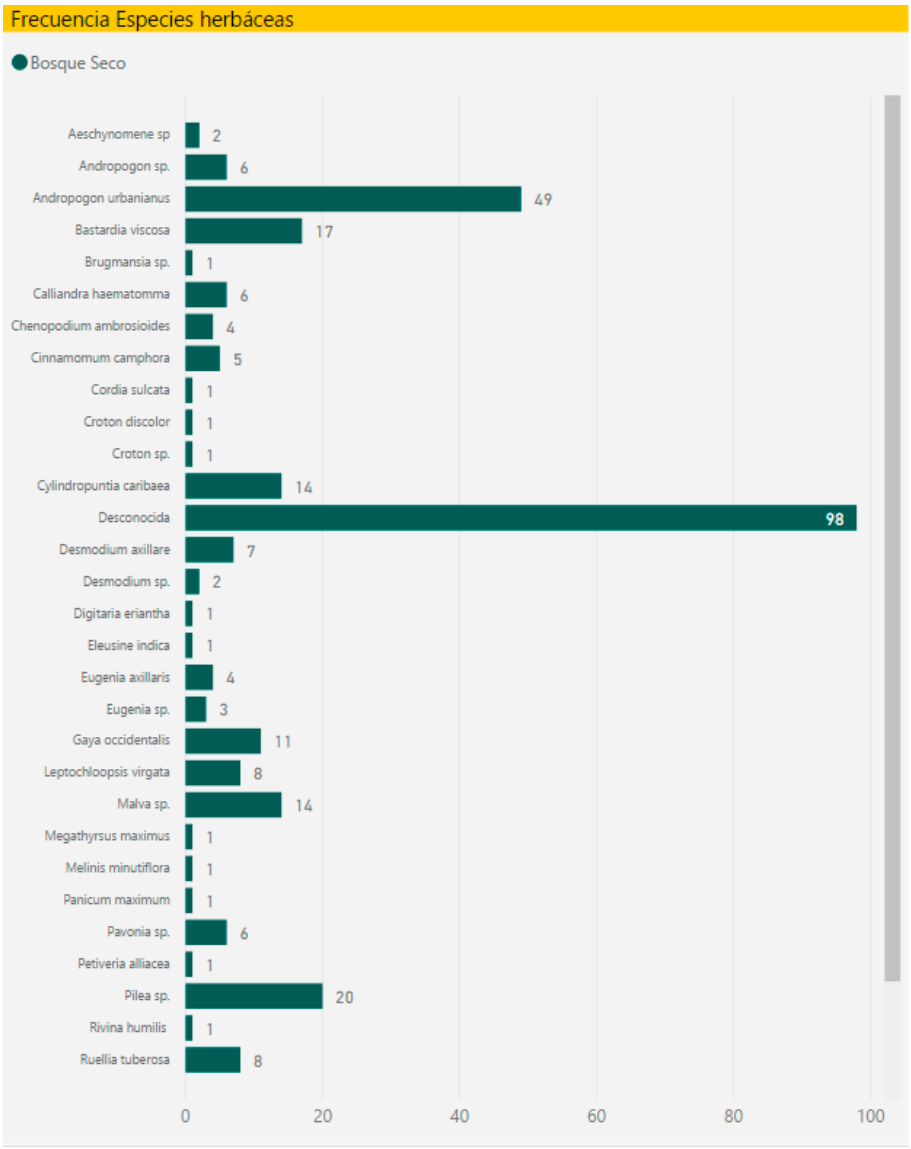


Figura 195. Frecuencia de especies herbáceas en el *Bosque Seco.*

9.1.4 Especies herbáceas predominantes en el INF-RD

En el Cuadro 132 se muestran las especies herbáceas con mayor presencia encontradas en los ecosistemas vegetales en República Dominicana a través del inventario forestal realizado. Andropogon urbanianus, es la especie con mayor cantidad de individuos en la vegetación herbácea o no leñosa. Adicionalmente, se observa muchas especies que no fueron identificadas ni determinadas y sobre las que se debe trabajar en reconocer e incorporar a la lista de especies identificadas en el INF-RD.

Cuadro 132. Especies herbáceas con mayor presencia en el INF-RD.

Especies Veg. Herbáceas con mayor presencia

Esp Nombre científico	Frecuencia
Desconocida	435
Andropogon urbanianus	125
Ichnanthus pallens	80
Pilea sp.	72
Panicum maximum	63
Homolepis glutinosa	62
Senna pendula	62
Gaya occidentalis	58
Spermacoce laevis	55
Melinis minutiflora	53
Chamasyce hyssopltolla	48
Commelina erecta	46
Eleusine indica	46
Desmodium axillare	42
Sporobolus pungens	35
Bastardia viscosa	34
Sida acuminata	33
Marcgravia brittoniana	28
Petiveria alliacea	28
Brachiaria decumbens	23

9.2 DIVERSIDAD DE ESPECIES HERBÁCEAS

Para las especies herbáceas, compuestas principalmente de plantas no leñosas que crecen bajo el estrato arbóreo, se analiza las características y grado de diversidad o riqueza en cada uno de los estratos arbóreos considerados. Al igual que para las especies mayores y regeneración natural se calculó varios índices de diversidad (varios autores) que reflejan la diversidad que poseen los ecosistemas a nivel de plántulas.

A continuación, se presentan los cálculos de los índices de diversidad correspondientes a la parcela de herbáceas (UVH) para cada estrato arbóreo que incluyen todas las especies o plantas no leñosas que crecen bajo el dosel arbóreo. Adicionalmente, se muestran las cantidades de especies herbáceas que conforman cada estrato (Cuadro 133).

De acuerdo a la mayoría de los índices (4 de 6), los estratos ***Bosque Conífero Disperso y Bosque Latifoliado Húmedo*** presentan la mayor diversidad entre los estratos, obteniendo además valores muy similares. Usando como ejemplo el índice Shannon-Wiener (menor a 1 es muy baja diversidad y mayores o igual a 5 es muy alta diversidad) el estrato ***Bosque Conífero Disperso*** presentan una Alta diversidad (3.16) al igual que el ***Bosque Latifoliado Húmedo*** (3.11). Luego está el estrato ***Bosque Latifoliado Semihúmedo,*** con un valor de 2.94, y el ***Bosque Seco,*** con 2.90, indicando también para ambos Alta diversidad. Los estratos ***Bosque de Mangle y Bosque Latifoliado Nublado*** presentan los valores más bajos (1.39 y 1.24) y, por ende, una Baja diversidad de plantas herbáceas; esto es producto de la dominancia (mayor presencia) de algunas especies y a la escasa cantidad de especies distintas, lo que hace tener menor diversidad. Finalmente, el estrato ***Bosque Conífero Denso*** presenta una diversidad Media, con un índice calculado de 2.51.

En general, existe concordancia en los valores de los distintos índices calculados, en el sentido de indicar situación de diversidad similar para los mismos estratos.

Cuadro 133. Índices de diversidad y cantidad de especies herbáceas por estrato arbóreo.

Indicador Diversidad Vegetal	*Bosque Conífero Denso*	*Bosque Conífero Disperso*	*Bosque de Mangle*	*Bosque Lat. Húmedo*	*Bosque Lat. Nublado*	*Bosque Lat. Semi Húmedo*	*Bosque Seco*	INF-RD
Especies herbáceas								
a) Cantidad de especies (riqueza)								
Máximo número de especies	4	8	2	6	2	10	5	10
Mínimo número especies	1	1	1	1	1	1	1	1
Media número de especies	1.2	2.0	1.3	1.6	1.3	1.8	1.9	1.7
Varianza número de especies	0.7	2.8	0.3	1.2	0.3	2.2	0.9	1.7
Límite superior IC (95%) número de especies	0.7	1.4	-0.1	1.2	0.5	1.4	1.5	1.6
Límite inferior IC (95%) número de especies	1.7	2.6	2.8	1.9	2.1	2.2	2.2	1.9
Número de Especies Hábitat	13	35	4	32	4	40	34	95
b) Índices no paramétricos de diversidad								
Índice de Shannon	3.63	4.56	2.00	4.49	1.79	4.25	4.19	5.22
Índice de diversidad de Margaleff	4.33	8.06	2.16	7.60	1.67	8.25	7.64	16.12
Índice de diversidad de Menhinick	3.25	4.24	2.00	4.17	1.63	3.76	3.93	5.14
Índice de diversidad de Berger-Parker	0.88	0.79	0.75	0.80	0.50	0.71	0.69	0.74
Índice de diversidad de Simpson	0.91	0.93	0.75	0.93	0.67	0.89	0.88	0.92
Índice de diversidad de Shannon y Weiner	2.51	3.16	1.39	3.11	1.24	2.94	2.90	3.62
c) Mezcla de coníferas/frondosas (%)								

En los próximos puntos se aborda las características de diversidad para cada uno de los estratos considerados para la vegetación herbácea.

9.2.1 *Bosque Conífero Denso*

En el estrato *Bosque Conífero Denso,* con 19 parcelas de herbáceas materializadas en terreno, el promedio de especies identificadas es de 1.2 (máximo 4 y mínimo 1) y el total de especies distintas encontradas es de 13. Los índices de diversidad muestran mayoritariamente que la diversidad de este tipo de bosque es Media (índices de Shannon, Margaleff y Shannon-Wiener), existiendo también índices que la catalogan como Muy alta (índices de Simpson y Menhinick) y un índice (el de Berger-Parker) que la clasifica como Alta (Figura 196).

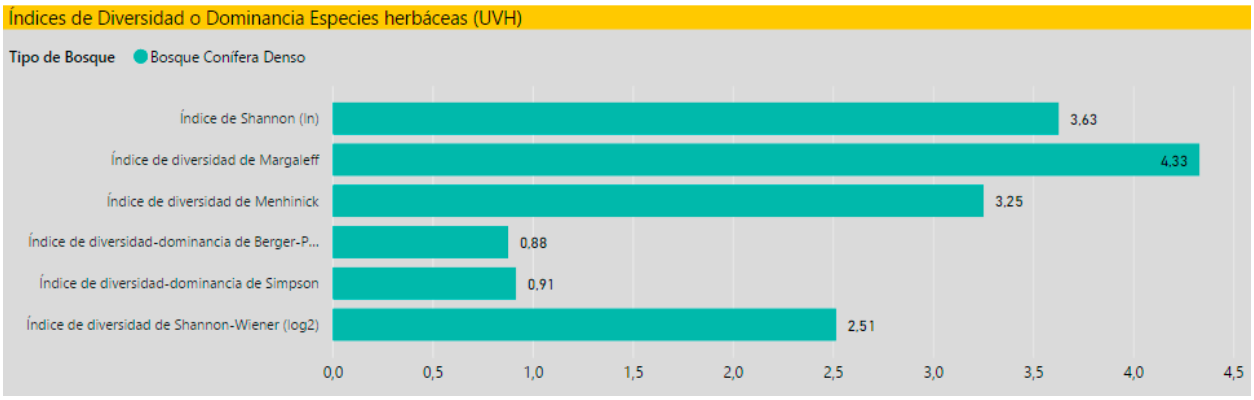


Figura 196. Valores de índices de diversidad de especies herbáceas en el *Bosque Conífero Denso.*

9.2.2 *Bosque Conífero Disperso*

En el estrato *Bosque Conífero Disperso,* en el cual se materializó un total de 40 parcelas para la evaluación de herbáceas, el promedio de especies identificadas es de 2.0 (máximo 8 y mínimo 1) y el total de especies distintas encontradas es de 35. Los índices de diversidad muestran para el estrato una diversidad predominantemente Alta (índices de Shannon, Margaleff, y Shannon-Wiener), aunque el índice de Berger-Parker entrega un valor que la cataloga como Media y los índices de Menhinick y Simpson la clasifican como Muy alta (Figura 197).

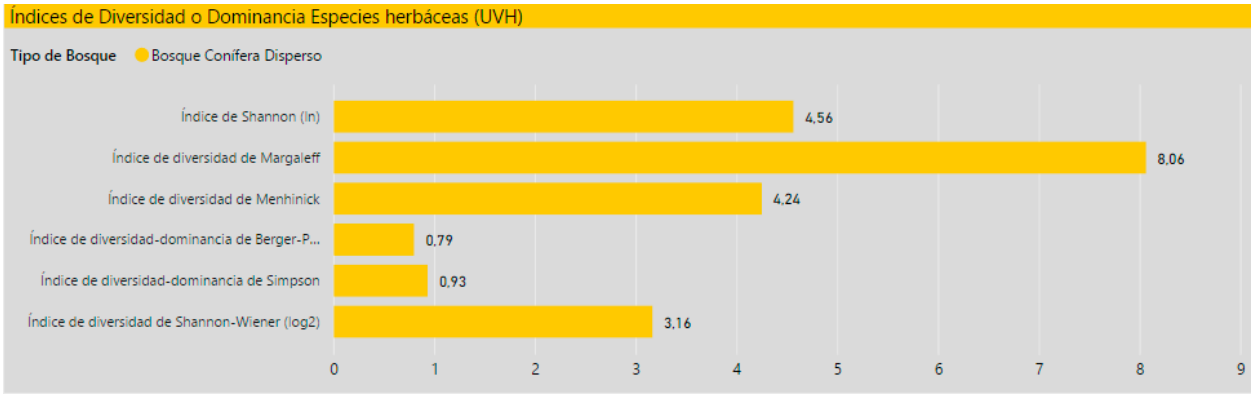


Figura 197. Valores de índices de diversidad de especies herbáceas en el *Bosque Conífero Disperso.*

9.2.3 *Bosque de Mangle*

En el estrato *Bosque de Mangle,* en el cual se materializó un total de 70 parcelas de herbáceas, el promedio de especies identificadas es de 1.3 (máximo 2 y mínimo 1) y el total de especies (distintas) encontradas es de 4. Los índices de diversidad muestran para el estrato una diversidad predominantemente Media (índices de Margaleff, Berger-Parker y Simpson), aunque el índice de Menhinick entrega un valor que la cataloga como Alta y los índices de Shannon y Shannon-Wiener la clasifican como Baja (Figura 198).

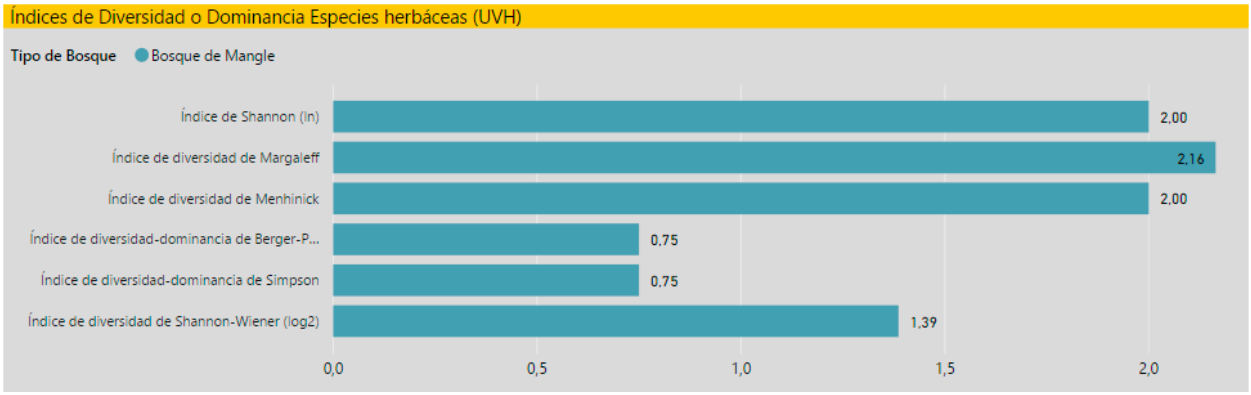


Figura 198. Valores de índices de diversidad de especies herbáceas en el *Bosque de Mangle.*

9.2.4 *Bosque Latifoliado Húmedo*

En el estrato *Bosque Latifoliado Húmedo,* con 76 parcelas de herbáceas materializadas en terreno, el promedio de especies identificadas es de 1.6 (máximo 6 y mínimo 1) y el total fue de 32 especies encontradas. Los índices de diversidad muestran mayoritariamente que la diversidad de este tipo de bosque es Alta (índices de Shannon, Margaleff y Shannon-Wiener), existiendo también índices que la catalogan como Muy alta (índices de Simpson y Menhinick) y un índice (el de Berger-Parker) que la clasifica como Media (Figura 199).

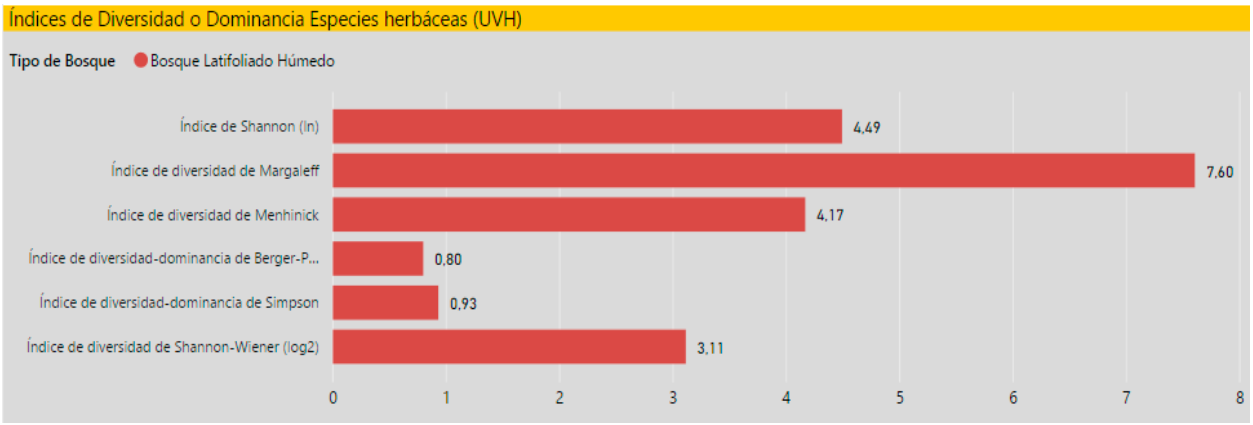


Figura 199. Valores de índices de diversidad de especies herbáceas en el *Bosque Latifoliado Húmedo.*

9.2.5 *Bosque Latifoliado Nublado*

En el estrato *Bosque Latifoliado Nublado,* en el cual se materializó un total de 11 parcelas de evaluación de herbáceas, el promedio de especies identificadas es de 1.3 (máximo 2 y mínimo 1) y el total de especies (distintas) encontradas es de 4. Los índices de diversidad muestran para el estrato una diversidad predominantemente Baja (índices de Shannon, Margaleff, Berger-Parker, Simpson y Shannon-Wiener); solo el índice de Menhinick la clasifica como Media (Figura 200).

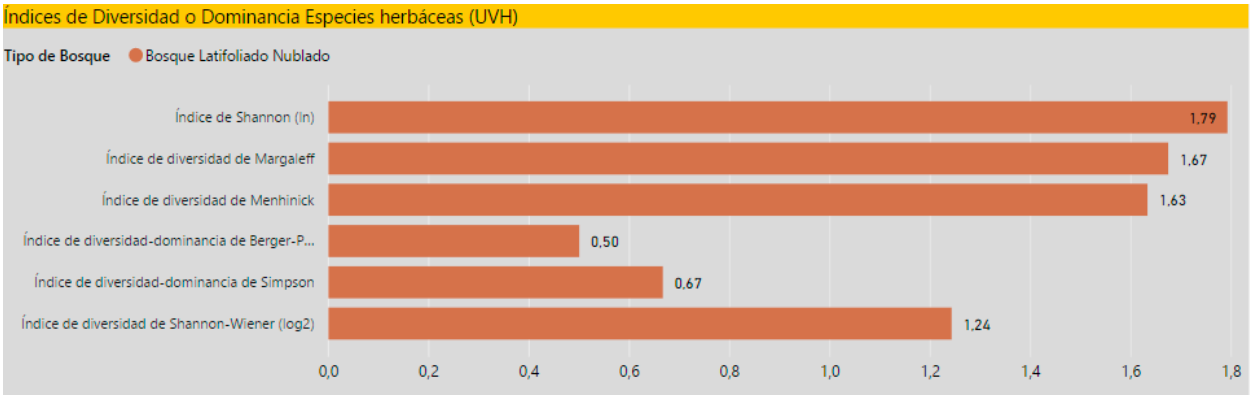


Figura 200. Valores de índices de diversidad de especies herbáceas estrato *Bosque Latifoliado Nublado.*

9.2.6 *Bosque Latifoliado Semihúmedo*

En el estrato ***Bosque Latifoliado Semihúmedo,*** con 117 parcelas de herbáceas materializadas en terreno, el promedio de especies identificadas es de 1.8 (máximo 10 y mínimo 1) y el total de especies distintas encontradas es de 40. Los índices de diversidad muestran mayoritariamente que la diversidad de este tipo de bosque es Alta (índices de Shannon, Margaleff, Simpson y Shannon-Wiener), existiendo también índices que la catalogan como Muy alta (índice de Menhinick) y Media (índice de Berger–Parker) (Figura 201).

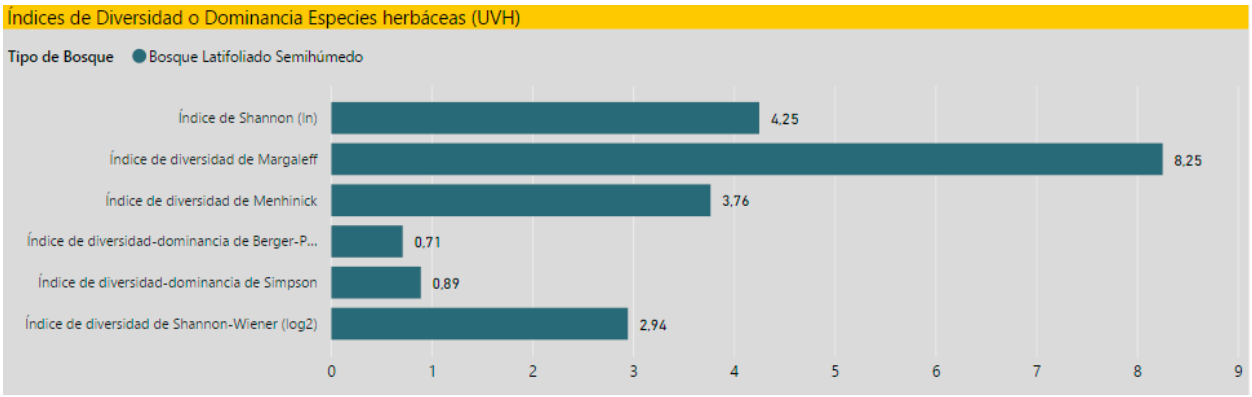


Figura 201. Valores de índices de diversidad de especies herbáceas estrato *Bosque Latifoliado Semihúmedo.*

9.2.7 *Bosque Seco*

En el estrato ***Bosque Seco,*** en el cual se materializó un total de 71 parcelas para la evaluación de herbáceas, el promedio de especies identificadas es de 1.9 (máximo 5 y mínimo 1) y el total de especies (distintas) encontradas es de 34. Los índices de diversidad muestran para el estrato una diversidad predominantemente Alta (índices de Shannon, Margaleff, Simpson y Shannon-Wiener), aunque el índice de Berger-Parker entrega un valor que la cataloga como Media y el índice de Menhinick la clasifica como Muy alta (Figura 202).

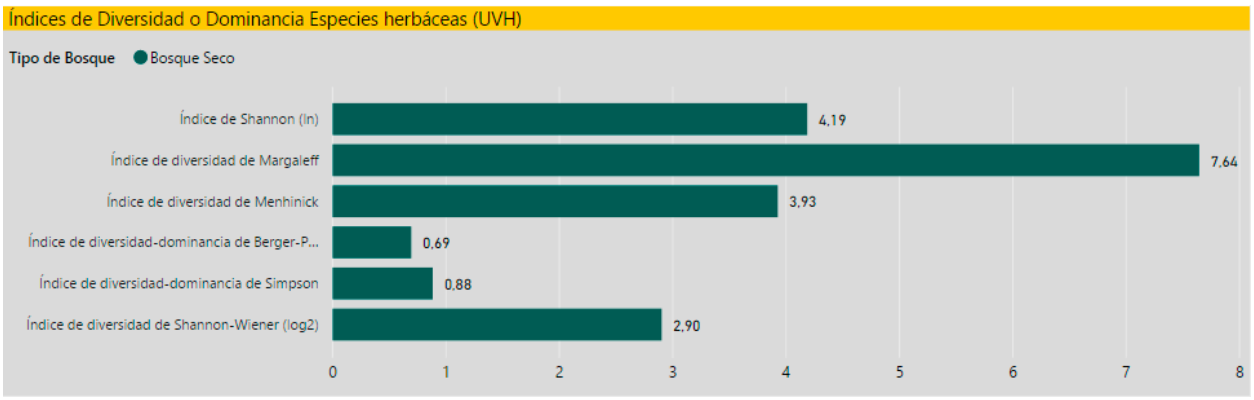
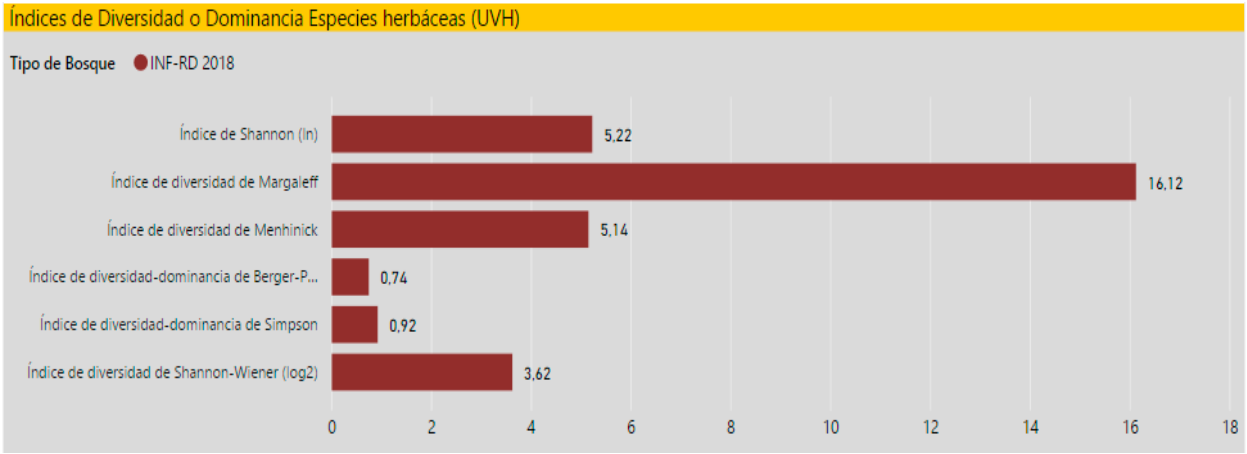


Figura 202. Valores de índices de diversidad de especies herbáceas estrato *Bosque Seco.*

9.2.8 Especies herbáceas a nivel del INF-RD

Para el INF-RD, compuesto de 404 unidades de muestreo analizadas, el promedio de especies identificadas es de 1.7 (máximo 10 y mínimo 1) y el total de especies diferentes encontradas en la totalidad de las parcelas de herbáceas del inventario es de 95. Los índices de diversidad muestran, para la vegetación de especies herbáceas en República Dominicana, una diversidad mayoritariamente Muy alta, según los valores obtenidos para los índices de Shannon, Menhinick y Simpson, dado que el índice de Berger-Parker la cataloga como Media y los índices de Margaleff y Shannon-Wiener clasifican la diversidad de herbáceas en los bosques de República Dominicana como Alta (Figura 203).



Tipo de Bosque	INF-RD 2018	
Indicador Diversidad Vegetal	**Índice**	**Diversidad**
Índice de Shannon (ln)	5,22	Muy Alta
Índice de diversidad de Margaleff	16,12	Alta
Índice de diversidad de Menhinick	5,14	Muy Alta
Índice de diversidad-dominancia de Berger-P...	0,74	Media
Índice de diversidad-dominancia de Simpson	0,92	Muy Alta
Índice de diverisidad de Shanoon-Wiener (log2)	3,62	Alta

Figura 203. Valores de índices de diversidad de especies herbáceas para el INF-RD.

9.3 COMPARACIÓN DE ÍNDICES DE DIVERSIDAD POR ESTRATOS Y PARA EL INF-RD ESPECIES HERBÁCEAS

A continuación, se muestran cada uno de los índices de diversidad utilizados y calculados para determinar los niveles de diversidad que posee la vegetación herbácea (plantas no leñosas) para cada estrato arbóreo y para la agrupación de las especies que los componen, resumidas en el INF-RD, haciendo una comparación entre los estratos considerados en el inventario.

9.3.1 Cantidad de especies por unidad de muestreo para los estratos del INF-RD

Para el número máximo de especies es el estrato ***Bosque de Mangle y Bosque Latifoliado Nublado*** donde se encontró el menor número de especies incluidas en alguna unidad de muestreo, con 2 especies en cada caso, y la mayor cantidad se encontró en el ***Bosque Latifoliado Semihúmedo,*** con 10 especies distintas en una parcela, seguido del ***Bosque Conífero Disperso,*** con 8 especies distintas en una parcela. Para el número mínimo de especies, todos los estratos tienen solo una especie encontrada en alguna de sus unidades de muestreo. Los promedios más altos están en el ***Bosque Conífero Disperso y el Bosque Seco*** (2.0 y 1.9 respectivamente) (Figura 204).

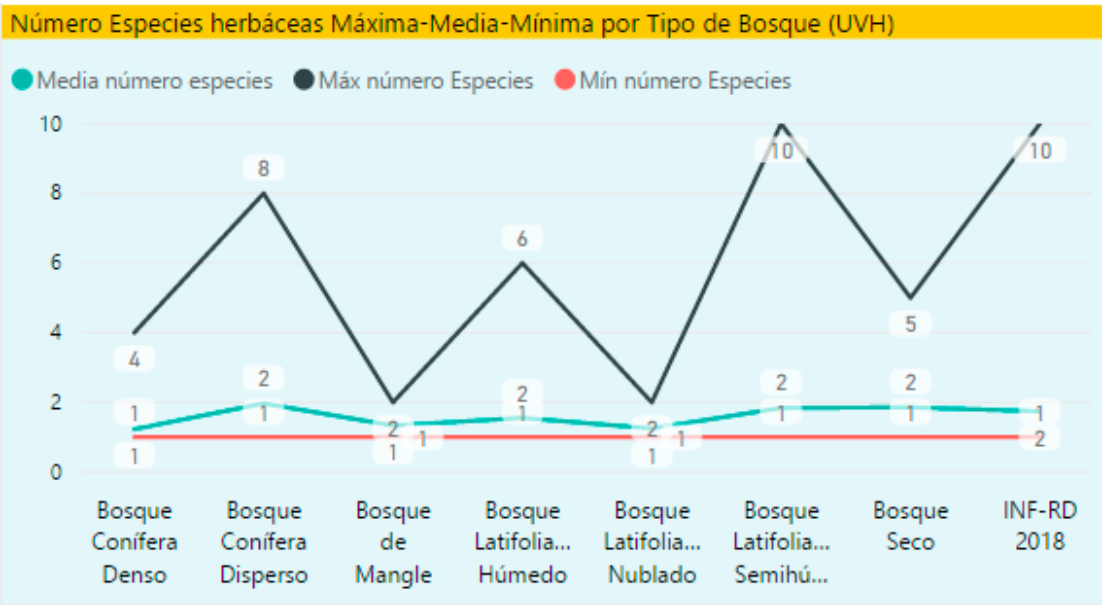


Figura 204. Valores máximo, mínimo y medio del número de especies herbáceas por estrato y para INF-RD.

El Bosque Latifoliado Semihúmedo y el Bosque Conífero Disperso poseen la mayor cantidad de especies (distinto de frecuencia) con 40 y 35 respectivamente (especies distintas). Los estratos ***Bosque de Mangle y Bosque Latifoliado Nublado*** tienen solo cuatro especies distintas debido a la dominancia (mayor presencia) de algunas especies lo, que hace menos diversos estos ecosistemas. Para el INF-RD se encuentra una cantidad total de 95 especies distintas. En la Figura 205 se muestra la cantidad total de especies para cada uno de los estratos y para el INF-RD.

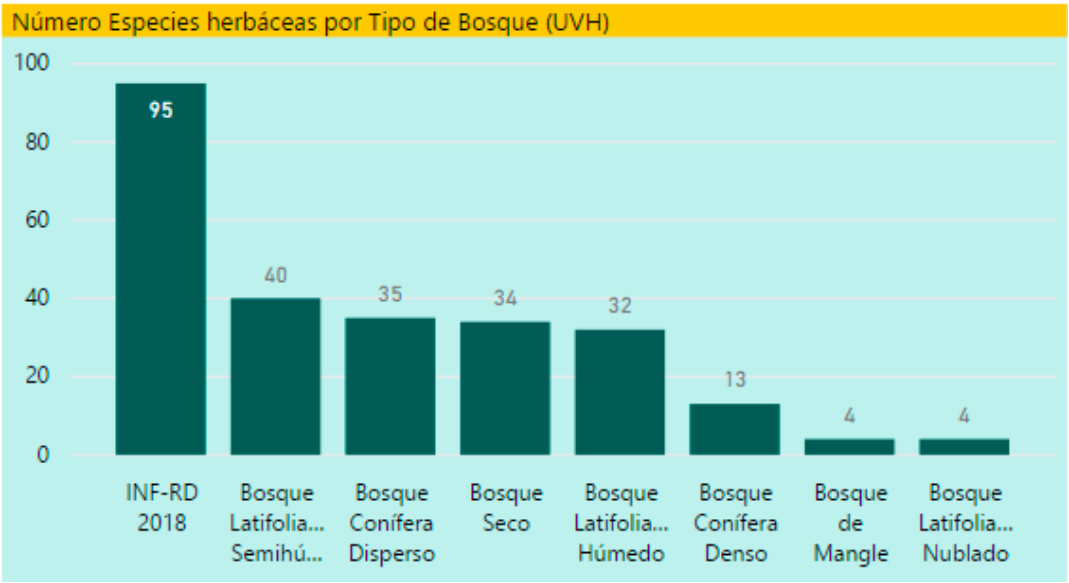


Figura 205. Número total de especies herbáceas por estrato y para INF-RD.

9.3.2 Índice de diversidad de Margalef por estratos y para INF-RD

El índice de diversidad Margalef refleja la riqueza específica. El valor mínimo que puede adoptar el índice es 0 y ocurre cuando solo existe una especie en la muestra. Por lo que, a mayor valor del índice, mayor es la diversidad del ecosistema. Así, se observa en la Figura 206 que los valores más altos están en *Bosque Latifoliado Semihúmedo* (8.25) y *Bosque Conífero Disperso* (8.06), indicando una Alta diversidad. Por otra parte, el valor más bajo está en el estrato *Bosque Latifoliado Nublado* (1,82) con diversidad Baja y en *Bosque de Mangle* (2.16) la diversidad es Media para este último estrato, al igual que para el *Bosque Conífero Denso* (4.33). Para el INF-RD el valor es de 16.12, indicando una Alta diversidad al considerar la totalidad de las especies de los estratos agrupados.

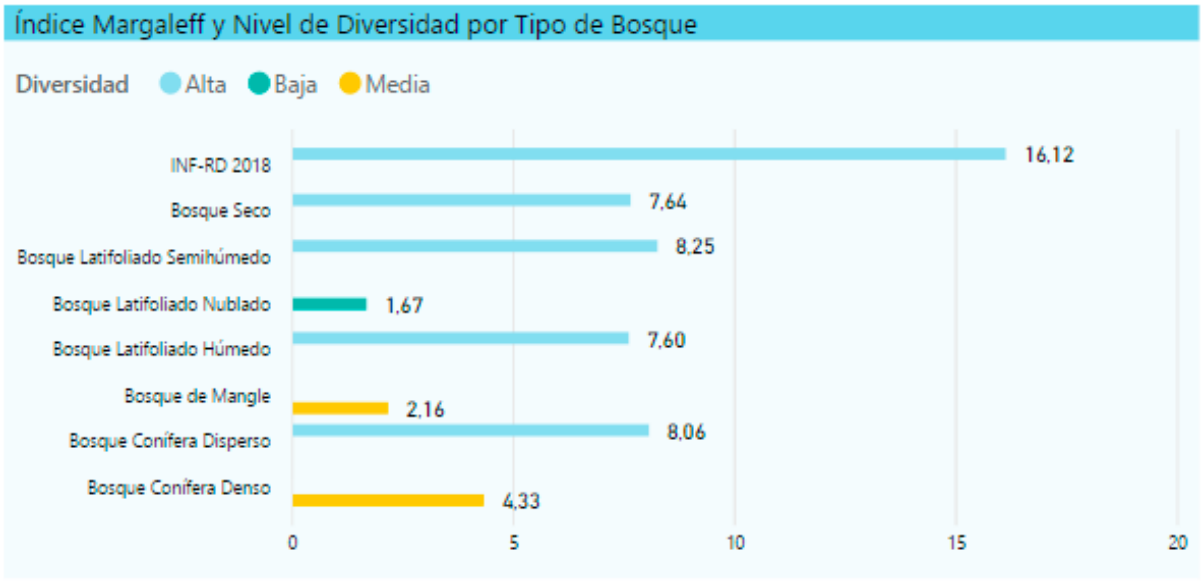


Figura 206. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Margalef en especies herbáceas.

9.3.3 Índice de diversidad de Menhinick por estratos y para INF-RD

El índice de diversidad Menhinick refleja la riqueza específica. A mayor valor del índice, mayor es la diversidad del estrato o ecosistema. Se observa en la Figura 207 que los valores más altos están en ***Bosque Conífero Disperso*** (4.24) y ***Bosque Latifoliado Húmedo*** (4.17), indicando una Muy alta diversidad para estos estratos, al igual que para ***Bosque Seco, Bosque Latifoliado Semihúmedo y Bosque Conífero Denso.*** Por otra parte, el valor más bajo está en el estrato ***Bosque Latifoliado Nublado,*** con un valor de 1.63, lo que indica una diversidad Media, y el estrato ***Bosque de Mangle*** con un valor de índice 2.00, reflejando una Baja diversidad. Para el INF-RD el valor es de 5.14, indicando una Muy alta diversidad al considerar la totalidad de las especies agrupadas en los distintos estratos.

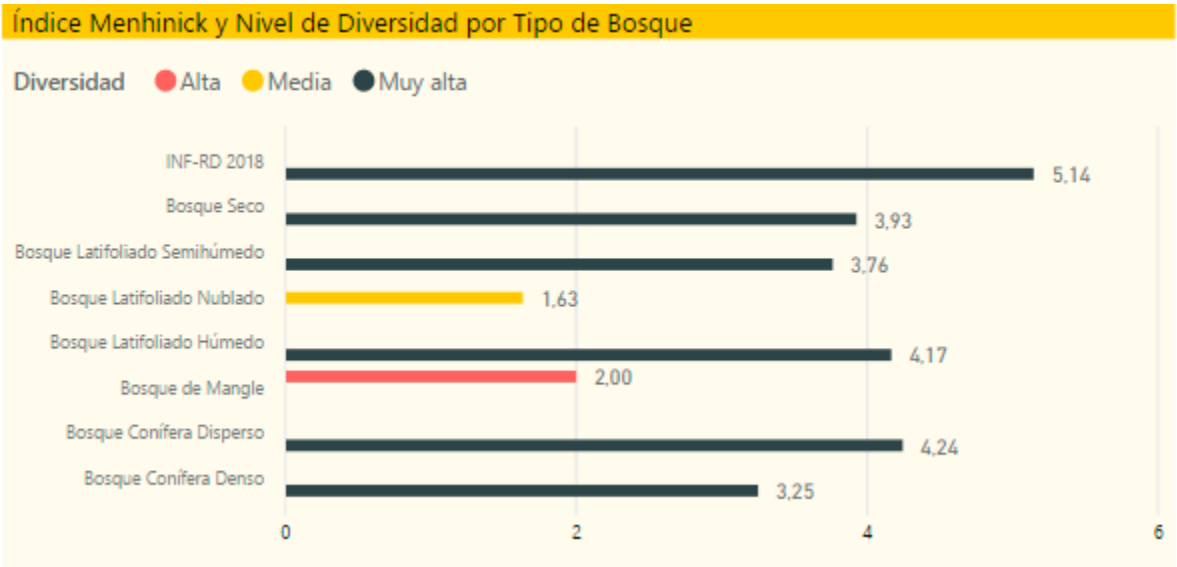


Figura 207. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Menhinick en especies herbáceas.

9.3.4 Índice de diversidad de Berger-Parker por estratos y para el INF-RD

El índice de Berger-Parker mide la dominancia de la especie más abundante. Es un índice de dominancia, por lo que para obtener la diversidad se debe obtener el valor opuesto a la dominancia (1-D). El índice toma valores entre 0 y 1 por lo que valores del índice cercanos a 1 implican una mayor diversidad en el estrato o ecosistema. Se observa en la Figura 208 que los valores más altos están, en este caso, en ***Bosque Conífero Denso*** (0.88) y ***Bosque Latifoliado Húmedo*** (0.80) indicando una Alta y Media diversidad, para cada uno de ellos, respectivamente. Igualmente, la diversidad es Media para el ***Bosque Bosque Conífero Disperso, Bosque de Mangle, Bosque Latifoliado Semihúmedo y Bosque Seco.*** El valor más bajo está en el estrato ***Bosque Latifoliado Nublado*** (0.50) presentando una diversidad Baja. Para el INF-RD, el índice es de 0.74 (diversidad Media), considerando a los ecosistemas o estratos agrupados con muy alta diversidad.

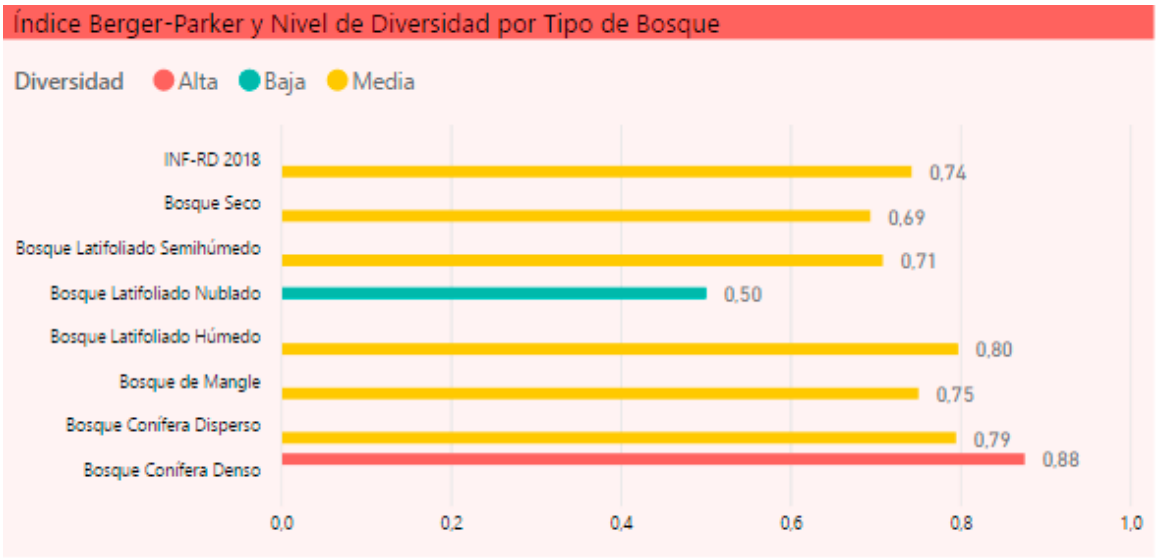


Figura 208. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Berger-Parker en especies herbáceas.

9.3.5 Índice de diversidad de Simpson por estratos y para INF-RD

El índice de Simpson mide la dominancia de la especie más abundante. Es un índice de dominancia, por lo que para obtener la diversidad se debe obtener el valor inverso a la dominancia (1-D). El índice toma valores entre 0 y 1 por lo que valores del índice cercanos a 1 implican una alta diversidad en el estrato o ecosistema. Se observa en la Figura 209 que los valores más altos para este índice están en ***Bosque Latifoliado Húmedo, Bosque Conífero Disperso y Bosque Conífero Denso*** con valores del índice de 0.93, 0.93 y 0.91, respectivamente, presentando una Muy alta diversidad para las especies herbáceas. El valor más bajo está en el estrato ***Bosque Latifoliado Nublado*** (0.67), indicando una Baja o menor diversidad. Para el INF-RD, el índice es de 0.92, considerando a los ecosistemas o estratos agrupados con Muy alta diversidad.

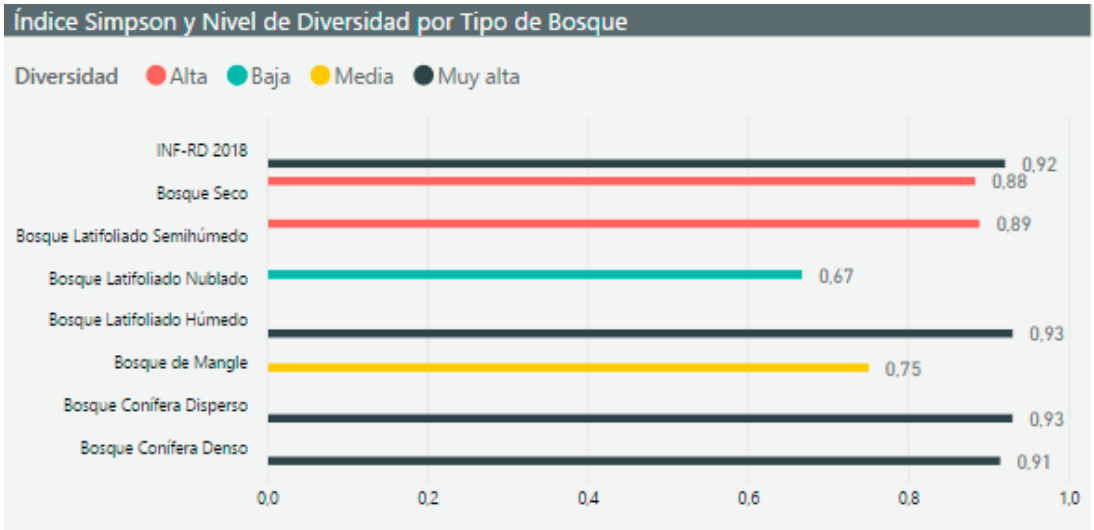


Figura 209. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Simpson en especies herbáceas.

9.3.6 Índice de diversidad de Shannon-Wiener por estratos y para INF-RD

El índice de Shannon-Wiener es utilizado para medir biodiversidad específica, considerando riqueza de especies y abundancia. El índice toma valores entre 1 y ,5 por lo que valores del índice cercanos a 1 implican una muy baja diversidad y valores cercanos o superiores a 5 una muy alta diversidad en el estrato o ecosistema. Se observa en la Figura 210 que el valor más alto está en el estrato ***Bosque Conífero Disperso*** con un índice de 3.16, reflejando un nivel de Alta diversidad; en la misma categoría se encuentran los estratos ***Bosque Latifoliado Húmedo, Bosque Latifoliado Semihúmedo y Bosque Seco,*** con índices de 3.11, 2.94 y 2.90. Para el ***Bosque Conífero Denso,*** la diversidad es Media, en tanto que para ***Bosque de Mangle y Bosque Latifoliado Nublado*** es Baja. Para el INF-RD se observa una Alta diversidad con un valor de 3.62 para el índice.

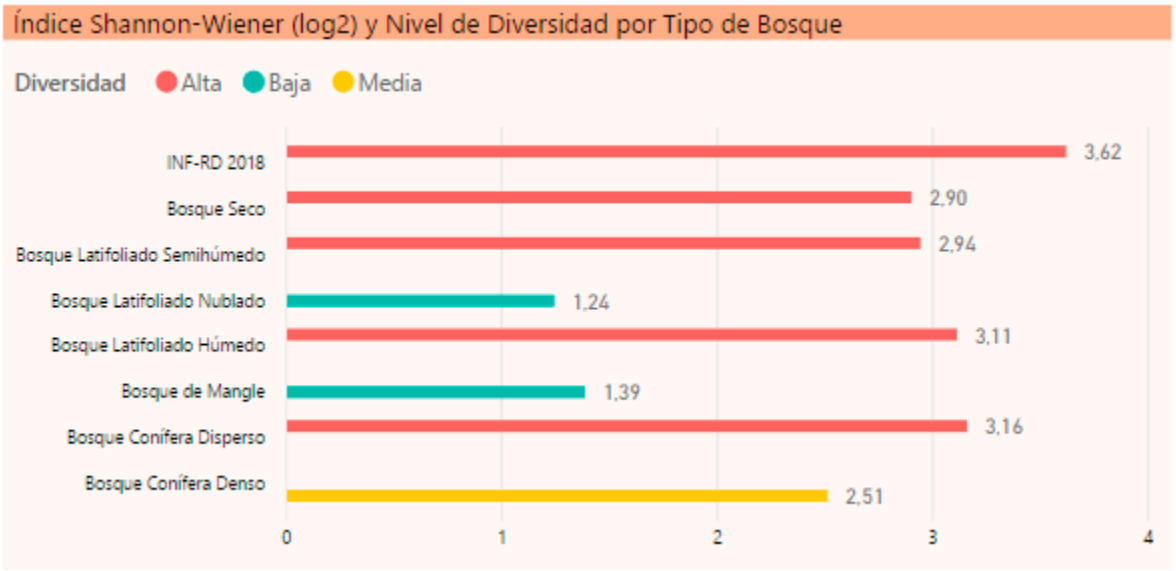


Figura 210. Valores obtenidos con el índice de diversidad de Simpson Shannon-Wiener en especies herbáceas.

Para las especies herbáceas se observa que es el estrato ***Bosque Conífero Disperso*** es el que tiene los valores más altos para la mayoría de los índices (4 de 6), y lo sigue el estrato ***Bosque Latifoliado Húmedo.*** Todos los índices son coincidentes en catalogar al ***Bosque Latifoliado Nublado*** como el tipo de bosque de más baja diversidad en especies herbáceas.

9.4 RELACIÓN ENTRE LAS ESPECIES HERBÁCEAS Y VARIABLES AMBIENTALES

Estudios hechos en varios bosques tropicales parecen indicar que la distribución de las plantas del dosel está influenciada por varios factores: climáticos, bióticos y referentes al sustrato (Hernández-Rosas, 1998).

La presencia de especies herbáceas se encuentra directamente determinada tanto por el régimen de perturbaciones existentes y su relación con la dinámica de dispersión y establecimiento, individual o agrupada, que presenten las especies constituyentes del ecosistema vegetacional, así como también por variables topográficas, climáticas y de la biota en general, entre otras, las cuales determinan la composición y abundancia de las especies herbáceas.

Las variaciones experimentadas en aspectos fisiográficos, tales como exposición y altitud, tienen incidencia directa sobre factores como humedad, profundidad y tipo de suelo, y el microclima, que en conjunto determinan las condiciones del medio, haciéndolo más o menos favorable para el desarrollo de una u otra especie vegetal.

9.4.1 Especies herbáceas en función de la exposición, pendiente y altitud

Para el caso de las especies herbáceas de los bosques de República Dominicana, al analizar la densidad promedio (individuos/ha) de esta en términos de las variables fisiográficas indicadas, es posible evidenciar que la mayor

cantidad de herbáceas por unidad de superficie se encuentra en la exposición Norte, en tanto que en las restantes 3 exposiciones, la cantidad de estas especies es muy similar, existiendo una muy leve tendencia a una mayor cantidad de individuos de herbáceas en la exposición Este; en los terrenos planos es donde se presenta la menor densidad de especies herbáceas (Cuadro 134).

Cuadro 134. Densidad de especies herbáceas en relación a la exposición del terreno.

Exposición	Herbáceas (ind/ha)
Plana	21,249
Norte	71,452
Sur	62,397
Este	63,069
Oeste	45,224
Promedio general	**47,023**

Para el caso de la pendiente del terreno, se evidencia que la mayor densidad de especies herbáceas existentes en los bosques se presenta en el rango de pendiente de entre 15 % y 30 % y la menor densidad en los bosques que se encuentran en los terrenos de menor pendiente (Cuadro 135).

Cuadro 135. Densidad de especies herbáceas en relación a la pendiente del terreno.

Rango de Pendiente (%)	Herbáceas (ind/ha)
0 – 15	38,364
15 - 30	66,903
30 - 45	53,626
Mayor que 45	53,952
Promedio general	**47,023**

En relación a la elevación del terreno, se denota una tendencia a que la densidad de las plantas herbáceas aumenta en la medida que la altitud sobre el nivel del mar es mayor cuando se analiza elevaciones por debajo de los 200 msnm, ya que es en el rango de 100 a 200 msnm donde se alcanza el pick de densidad (103,939 ind/ha) y de ahí en adelante esta se mantiene relativamente estable con un mínimo de 52,253 ind/ha entre los 1,000 y 1,500 msnm a un máximo de 79,686 ind/ha entre los 2,500 y 3,000 msnm (Cuadro 136).

Cuadro 136. Densidad de especies herbáceas en relación a la altitud del terreno

Rango de Altitud (msnm)	Herbáceas (ind/ha)
0-50	9,816
50-100	19,610
100-200	103,939
200-500	57,187
500-1000	75,992
1000-1500	52,253
1500-2000	57,271
2000-2500	56,910
2500-3000	79,686
Promedio general	**47,023**

En la Figura 211 es posible evidenciar gráficamente el comportamiento de la densidad de especies herbáceas presentes en los bosques de República Dominicana en función a la exposición, la pendiente y la altitud del terreno.

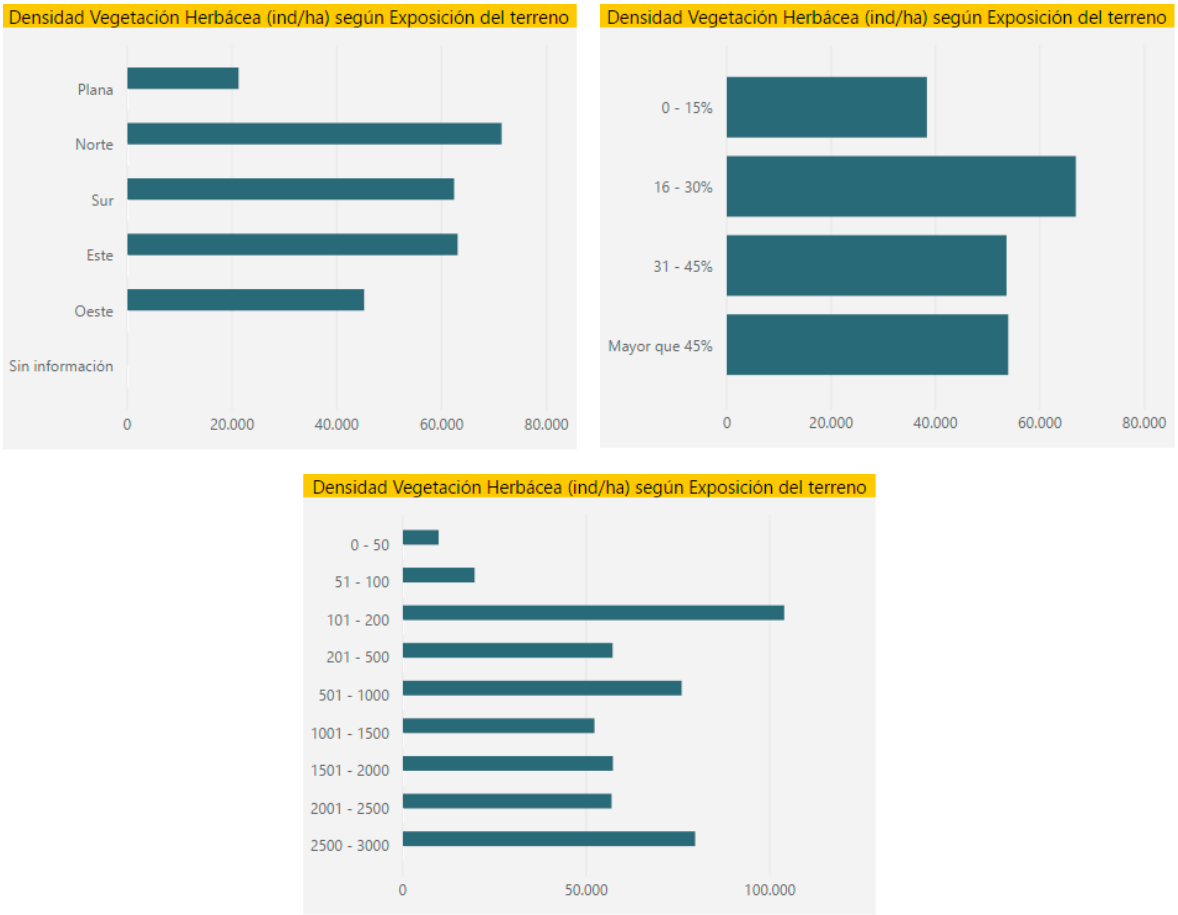


Figura 211. Densidad de las especies herbáceas presentes en los bosques de República Dominicana, en relación a la exposición, la pendiente y la altitud del terreno.



CAPÍTULO

10

Conclusiones de la cuantificación y caracterización de los recursos forestales de República Dominicana



BOSQUE LATIFOLIADO SEMIHÚMEDO EN SAMANÁ
Foto tomada por: Tomás Montilla

El desarrollo del INF-RD tuvo por objetivo principal determinar las existencias, características y el estado de los recursos forestales del país como base para orientar el ordenamiento de las tierras forestales en la toma de decisiones para su manejo y administración. En este contexto, y en función de los resultados presentados en los capítulos precedentes, es posible establecer las siguientes conclusiones:

1. De la superficie territorial total de República Dominicana, correspondiente a 4,819,400 ha, la superficie con cobertura forestal es de 1,814,503 ha (37.65 %). La superficie forestal está determinada en base a los 7 ecosistemas forestales definidos para el desarrollo del INF-RD. Los bosques de conífera representan el 13.8 % de esta superficie, en tanto que los bosques latifoliados el 62.1 % de la cobertura forestal.

2. Los tipos de bosques de mayor participación en cuanto a la superficie de los bosques de República Dominicana son el ***Bosque Latifoliado Húmedo*** (39.8 %) y el ***Bosque Seco*** (22.6 %), que en conjunto representan el 62.4 % de la superficie boscosa del país; la tercera superficie en importancia corresponde al ***Bosque Latifoliado Semihúmedo,*** con un 15.2 % de participación. El Bosque de Humedales (Mangle y Drago) representa solo el 1.5 % de la superficie de interés.

3. A partir de la evaluación de 404 unidades de muestreo, el stock estimado de CO_2 de los bosques de República Dominicana alcanza a 1,833,252,290 toneladas, estimación que tiene asociado un error de muestreo del 5.1 %, por lo que este stock oscila entre 1,739,756,423 y 1,926,748,157 toneladas. En términos de la incertidumbre asociada a las estimaciones de las existencias de CO_2 por tipo de bosque, el máximo error de muestreo corresponde a un 17.9 %, para el estrato ***Bosque Latifoliado Nublado,*** seguido por un 9.6 % para el ***Bosque Conífero Disperso,*** en tanto que el mínimo error de muestreo corresponde a un 5.6 %, para el estrato ***Bosque Latifoliado Semihúmedo.***

4. El estrato ***Bosque Latifoliado Húmedo*** es el que posee la mayor cantidad de stock de CO_2 fijado con 653,493,100 toneladas (35.6 %), seguido por el ***Bosque Seco*** con 453,378,859 toneladas (24.7 %). Se entiende que esto es reflejo de las existencias de biomasa que aportan estos bosques que son los de mayor superficie.

5. En términos de cada uno de los sumideros de CO_2 evaluados en el INF-RD, si no se considera el aporte de CO_2 del suelo, el mayor stock de CO_2 está dado por los Árboles iguales o mayores a 10 cm de DAP, que representan un 58.4 % del CO_2 total, seguido de los componentes Raíces (19.4%) y Maderas muertas (7 %). Cuando se incorpora en el análisis como sumidero el Suelo (a 30 cm de profundidad), este componente por sí sólo representa el 78.6 % del CO_2 total, seguido de los Árboles mayores o iguales a 10 cm de DAP (12.5 %).

6. Respecto a la variabilidad asociada a las estimaciones realizadas por cada tipo de bosque, el stock total de CO_2 para ***Bosque Conífero Denso*** varía entre 114 y 138 millones de toneladas, para el estrato ***Bosque Conífero Disperso*** entre 60 y 73 millones de toneladas, para ***Bosque de Mangle*** entre 34 y 40 millones de toneladas, para ***Bosque Latifoliado Húmedo*** entre 593 y 714 millones de toneladas, para el estrato ***Bosque Latifoliado Nublado*** fluctúa entre 107 y 153 millones de toneladas,para ***Bosque Latifoliado Semihúmedo*** entre 346 y 387 millones de toneladas y para el estrato ***Bosque Seco*** fluctúa entre 414 y 492 millones de toneladas.

7. Considerando los árboles mayores o iguales a 10 cm de DAP y el conjunto de todos los estratos definidos, se estima un DAP medio de 18.1 cm (± 2.5 %) para los bosques de República Dominicana. Los mayores diámetros promedios se encuentran en el ***Bosque Conífero Disperso,*** influenciados por la menor densidad (árboles por hectárea) que poseen. Luego siguen el ***Bosque Latifoliado Húmedo, Bosque Latifoliado Nublado y Bosque Latifoliado Semihúmedo.*** Los menores DAP se encuentran en el estrato ***Bosque de Mangle,*** seguido con un valor muy similar por el ***Bosque Seco.***

8. Para los bosques de República Dominicana (todos los estratos en conjunto), considerando los árboles mayores o iguales a 10 cm de DAP, se estima una altura total promedio de 10 m (± 1.7 %). Las mayores alturas se encuentran en el estrato ***Bosque Conífero Disperso y Bosque Conífero Denso,*** hecho que, sumado al mayor DAP promedio de estos mismos bosques, permite establecer que es en el ecosistema dominado por las coníferas donde se encuentran los árboles de mayor tamaño en los bosques de República Dominicana. Las menores alturas se estiman en el estrato ***Bosque Seco,*** seguido del ***Bosque de Mangle*** y el ***Bosque Latifoliado Semihúmedo;*** la combinación de las menores alturas y DAP del ***Bosque Seco y Bosque de Mangle*** permite inferir que es en estos dos ecosistemas forestales en donde se encontraron los árboles de menor tamaño de los bosques de República Dominicana.

9. Considerando los árboles mayores o iguales a 10 cm de DAP y el conjunto de todos los estratos definidos, se estima un área basal promedio de 13.3 m^2/ha (± 8.6 %) para los bosques de República Dominicana. Los mayores valores en área basal se presentan en el estrato ***Bosque Latifoliado Nublado*** (19.8 m^2/ha) y ***Bosque Conífero Denso*** (18.2 m^2/ha). Los menores valores por hectárea se encuentran en el estrato ***Bosque Seco y Bosque Latifoliado Semihúmedo,*** con 6.6 m^2/ha y 9.5 m^2/ha respectivamente, debido al efecto simultáneo de la baja densidad y DAP de los árboles de ambos estratos.

10. Para los bosques de República Dominicana (todos los estratos en conjunto), considerando los árboles mayores o iguales a 10 cm de DAP, se estima una biomasa promedio de 67 ton/ha (± 10.9 %). La existencia de biomasa promedio es mayor en el estrato ***Bosque Latifoliado Nublado*** con 114.7 ton/ha (47.1 ton/ha de error de muestreo) y le sigue el estrato ***Bosque Conífero Denso*** con 103.7 ton/ha (12 ton/ha de error de muestreo). Los menores valores para esta variable se encuentran en los estratos ***Bosque Seco y Bosque Latifoliado Semihúmedo,*** con 26 Ton/ha y 39.4 ton/ha, respectivamente. La biomasa total que aporta este componente de árboles mayores a 10 cm de DAP es de 123,336,258 toneladas.

11. De acuerdo a todos los índices de biodiversidad calculados con la información resultante del INF-RD, considerando los árboles mayores o iguales a 2 cm de DAP (Unidad Muestral Primaria y Unidad Muestral Secundaria), los estratos ***Bosque Latifoliado Semihúmedo y Bosque Latifoliado Húmedo*** presentan la mayor diversidad de especies, con presencia de 235 y 230 especies distintas respectivamente. El siguiente estrato con mayor diversidad es ***Bosque Seco,*** el cual presenta 177 especies distintas. Los estratos ***Bosque Conífero Denso*** (55 especies distintas) y ***Bosque de Mangle*** (37 especies distintas) presentan diversidad Media a Baja, debido a que predominan solo algunas especies, y el resto tiene escasa presencia, lo que los hace menos diversos.

12. El muestreo aplicado permite estimar, para los árboles mayores o iguales a 10 cm de DAP del estrato ***Bosque Conífero Denso,*** valores medios de densidad de 513 árboles/ha, de DAP de 20.6 cm, de altura total de 12.8 m, de área basal de 18.2 m^2/ha, y existencias de volumen de 142.9 m^3/ha y de CO_2 de 190 ton/ha. Para este tipo de bosque, los mayores valores de CO_2 se encuentran en el componente suelo con 461.2 ton/ha (61.4 %), lo sigue el componente arbóreo (incluidas raíces) con 190.1 ton/ha y, entre ambos, aportan un 97.4 % del total de CO_2 almacenado en este tipo de bosque. El menor aporte de CO_2 corresponde a los depósitos de hojarasca y maderas muertas, ambos con 9.6 ton/ha.

13. En el estrato ***Bosque Conífero Disperso,*** para los árboles mayores o iguales a 10 cm de DAP, se estiman valores de densidad de 322 árboles/ha, DAP de 21.0 cm, altura total de 13.2 m, área basal de 12.6 m^2/ha, y existencias de volumen de 100.3 m^3/ha y de CO_2 de 130.8 ton/ha. Los mayores valores de CO_2 se encuentran en el componente suelo con 595 ton/ha (74.4 %), seguido por el componente arbóreo con 130.8 ton/ha, entre ambos aportan un 97.6 % del total. El menor aporte de CO_2 corresponde a los depósitos de hojarasca y maderas muertas con 5.2 ton/ha y 12.2 ton/ha, respectivamente.

14. En el estrato ***Bosque de Mangle,*** para los árboles mayores o iguales a 10 cm de DAP, se estiman valores medios de densidad de 454 árboles/ha, DAP de 16.6 cm, altura total de 10 m, área basal de 13.3 m^2/ha y, existencias de volumen de 97.1 m^3/ha y de CO_2 de 155.2 ton/ha. Los mayores valores de CO_2 se encuentran en el componente suelo con 1,119.9 ton/ha (81.6 %), seguido por el componente arbóreo con 242.1 ton/ha; entre ambos aportan un 99.2 % del total. El menor aporte de CO_2 corresponde a los depósitos de maderas muertas y hojarasca con 0.9 ton/ha y 10.1 ton/ha, respectivamente.

15. En el estrato ***Bosque Latifoliado Húmedo,*** para los árboles mayores o iguales a 10 cm de DAP, se estiman valores medios de densidad de 414 árboles/ha, DAP de 19.8 cm, altura total de 10.8 m, área basal de 16.7 m^2/ha y, existencias de volumen de 119 m^3/ha y de CO_2 de 155.8 ton/ha. Los mayores valores de CO_2 se encuentran en el componente suelo con 665.9 ton/ha (73.6 %), seguido por el componente arbóreo con 155.8 ton/ha; entre ambos aportan un 98 % del total. El menor aporte de CO_2 corresponde a los depósitos de maderas muertas y hojarasca con 3 ton/ha y 12.8 ton/ha, respectivamente.

16. El muestreo aplicado permite estimar, para los árboles mayores o iguales a 10 cm de DAP del estrato ***Bosque Latifoliado Nublado,*** valores medios de densidad de 479 árboles/ha, DAP de 19.5 cm, altura total de 10.9 m, área basal de 19.8 m^2/ha, y existencias de volumen de 154.5 m^3/ha y de CO_2 de 210.3 ton/ha. Los mayores valores de CO_2 se encuentran en el componente suelo con 637 ton/ha (63.4 %), seguido por el componente arbóreo con 299.4 ton/ha, entre ambos aportan un 93.2 % del total. El menor aporte de CO_2 corresponde a los depósitos de hojarasca y raíces, con 1.4 ton/ha y 63.6 ton/ha respectivamente, seguido de maderas muertas con 66.9 ton/ha.

17. El muestreo aplicado permite estimar, para los árboles mayores o iguales a 10 cm de DAP del estrato ***Bosque Latifoliado Semihúmedo,*** valores medios de densidad de 357 árboles/ha, DAP de 16.5 cm, altura total de 8.6 m, área basal de 9.5 m^2/ha, y existencias de volumen de 48.5 m^3/ha y de CO_2 de 72.2 ton/ha. Los mayores valores de CO_2 se encuentran en el componente suelo con 987.56 ton/ha (87 %), seguido por el componente arbóreo con 72.2 ton/ha, entre ambos aportan un 99 % del total. El menor aporte de CO_2 corresponde a los depósitos de hojarasca y madera muertas con 2.9 ton/ha y 7.6 ton/ha, respectivamente.

18. En el estrato ***Bosque Seco,*** para los árboles mayores o iguales a 10 cm de DAP, se estiman valores medios de densidad de 328 árboles/ha, DAP de 14.7 cm, altura total de 7.5 m, área basal de 6.6 m^2/ha, y existencias de volumen de 29.1 m^3/ha y de CO_2 de 47.5 ton/ha. A nivel general en este tipo de bosque, los mayores valores de CO_2 se encuentran en el componente suelo con 978.3 ton/ha (88.4 %), seguido por las especies forestales (árboles mayores a 2 cm de DAP, incluido raíces) con 116.4 ton/ha, y entre ambos aportan un 99 % del CO_2 total. El menor aporte de CO_2 corresponde a los depósitos de hojarasca y maderas muertas con 2.1 ton/ha y 10.2 ton/ha, respectivamente.

19. En los estratos ***Bosques de Mangle, Bosque Latifoliado Húmedo y Bosque Seco*** se encontró la mayor cantidad de regeneración, con 52,233 plantas/ha, 35,098 plantas/ha y 32,623 plantas/ha respectivamente. Contrariamente, son el ***Bosque Conífero Denso y el Bosque Conífero Disperso*** los que presentan la menor regeneración, con tan solo 3,797 y 5,942 plantas/ha respectivamente. El promedio de la densidad de la regeneración para el INF-RD es de 28,014 plantas/ha, estimado con un error de muestreo de 18.5 %.

20. De acuerdo a los índices de biodiversidad, son también los estratos ***Bosque Latifoliado Semihúmedo y Bosque Latifoliado Húmedo*** los que presentan la mayor diversidad de especies regenerándose (135 y 121 especies distintas, respectivamente). En la situación inversa se encuentran los estratos ***Bosque de Mangle y Bosque Conífero Denso,*** para los cuales los índices establecen que la biodiversidad de la regeneración es baja (11 y 19 especies distintas, respectivamente). Al considerar todos los estratos en su conjunto, se tiene que para los bosques de República Dominicana se estima que se encuentran en situación de regeneración 238 especies distintas de árboles.

21. Respecto a la densidad promedio de plantas regenerándose (plantas/ha), independiente del tipo de bosque que se analice, se evidencia una tendencia a menor regeneración cuando hay una mayor inclinación del terreno, una mayor altitud y la exposición es diferente a Norte o Plana.

22. En cuanto a plantas herbáceas presentes en los bosques, para los estratos ***Bosque Conífero Disperso y Bosque Conífero Denso*** es donde existe una mayor cantidad de individuos, con 92,957 ind/ha y 85,427 ind/ha, respectivamente. Para ***Bosque de Mangle y Bosque Latifoliado Nublado*** se tiene la menor cantidad de individuos de plantas herbáceas, con solo 2,571 ind/ha en el primero y 12,727 ind/ha en el segundo. El promedio de la densidad de herbáceas para el INF-RD es de 51,399 individuos por unidad de superficie, con un error de muestreo de 22.4 %.

23. De acuerdo a los índices de biodiversidad, son los estratos ***Bosque Latifoliado Semihúmedo y Bosque Conífero Disperso*** para los que se estima la mayor diversidad de especies herbáceas presentes en los bosques (40 y 35 especies distintas, respectivamente). En tanto los estratos ***Bosque de Mangle y Bosque Latifoliado Nublado,*** los índices establecen que la biodiversidad de las especies herbáceas es baja (4 especies distintas ambos). Al considerar todos los tipos de bosques en su conjunto, se tiene que existen 95 especies distintas de plantas vasculares herbáceas en los bosques de República Dominicana.

24. Respecto a la densidad promedio de plantas herbáceas presentes en los bosques, analizando el conjunto de todos los tipos de bosques, se evidencia una mayor cantidad de herbáceas por unidad de superficie en la exposición Norte, la presencia de una mayor densidad de herbáceas en el rango de inclinación del terreno entre 15 % y 30 % y un aumento de la cantidad de plantas herbáceas en la medida que la altitud sobre el nivel del mar es menor.

25. Finalmente, el desarrollo del INF-RD permitió cuantificar y caracterizar las existencias de los recursos forestales en el país, siendo este un insumo fundamental para establecer la línea base para la implementación del Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) en el marco de la Estrategia REDD+ Nacional. Así como también, la información recabada y las múltiples combinaciones posibles que puede realizarse con ella, son pieza clave para la toma de decisiones para el manejo sostenible de los bosques de República Dominicana.

Bosque Seco en el flanco sur de la cordillera Central • Foto tomada por: **Tomás Montilla**





Bibliografía

1. Aguilar, H. 2011. Biomasa sobre el suelo y carbono orgánico en el suelo en cuatro estadios de sucesión de bosques en la Península de Osa, Costa Rica. Tesis para optar por el grado de licenciatura en Ingeniería Forestal. Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 65p.

2. Alvarado, A. y W. Forsythe. 2005. Variación de la densidad aparente en órdenes de suelos de Costa Rica. Agronomía Costarricense 29(1): 85-94.

3. Amón, I. 2010. Guía metodológica para la selección de técnicas de depuración de datos. Tesis de Maestría en Ingeniería - Ingeniería de Sistemas. Escuela de Sistemas, Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. 120p.

4. ANAM-OIMT. 2002. Guía técnica de capacitación en inventarios forestales. Autoridad Nacional Del Ambiente (ANAM), Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT). Panamá, Panamá. 30p.

5. Appel, I. 1993. Evaluación de la regeneración en renovales de Canelo (Drimys winteri Forst) sometidos a diferentes niveles de intervención, en la Cordillera de la Costa, Provincia de Valdivia. Tesis Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 78p.

6. Arnemann, F. 2013. Cuadernillo divulgativo del Plan de Manejo del Parque Nacional Montaña La Humeadora. Santo Domingo, República Dominicana. 22p.

7. Arreaga, W. 2002. Almacenamiento de carbono en bosques con manejo forestal en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 86p.

8. BIOMARCC-SINAC-GIZ. 2012. Evaluación de carbono en el Humedal Nacional Térraba-Sierpe. San José-Costa Rica. 26 pp.

9. Bueno-López, S.; Torres, J.G.; Reyes, J. y C. Goris. 2016. Medición y predicción de la biomasa y el contenido de carbono de árboles individuales de Pinus occidentalis, en bosques de la Provincia de Santiago, República Dominicana. Informe del Programa de Investigaciones Silviculturales, Ambientales y de Cambio Climático (PISACC). Vicerrectoría de Investigación e Innovación, Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. Santiago de los Caballeros, República Dominicana. 55p.

10. Campo, J.; García Oliva, F.; Navarrete Segueda, A. y C. Siebe. 2016. Almacenes y dinámica del carbono orgánico en ecosistemas forestales tropicales de México. Terra Latinoamericana 34: 31-38.

11. Cancino, J. 1999. Métodos de muestreo aplicados a inventarios forestales. Proyecto de Desarrollo de la Docencia 97-116. Dirección de Docencia, Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 203p.

12. Carrasco, S. y S. Figueroa. 1999. Estrategias de regeneración natural de un bosque Siempreverde, en un sector de la isla de Chiloé, X región. Seminario de Título Técnico Universitario Forestal. Unidad Académica Los Ángeles, Universidad de Concepción. Los Ángeles, Chile. 107p.

13. Celentano, D.; Zahawi, R.; Finegan, B.; Casanoves, F.; Ostertag, R.; Cole, R. & K. Holl. 2011a. Restauración ecológica de bosques tropicales en Costa Rica: efecto de varios modelos en la producción, acumulación y descomposición de hojarasca. Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) 59 (3): 1323-1336.

14. Celentano, D.; Zahawi, R.A.; Finegan, B.; Ostertag, R.; Cole R.J. & K.D. Holl. 2011b. Litterfall dynamics under different tropical forest restoration strategies. Biotropica 43: 279-287.

15. Chandola, V.; Arindam, B. & K. Vipin. 2007. Outlier detection: A survey. Technical Report Department of Computer Science and Engineering. University of Minnesota. Agosto 15, 2007.

16. Chao, J.; Phillips, L.; Baker, R.; Peacock, J.; López, G.; Vasquez, R.; Monteagudo, A.; Torres A. 2009. After trees die: quantities and determinants of necromass across. Amazonia. Biogeosciences 6: 1615–1626.

17. Chave, J; Condit, R.; Aguilar, S.; Hernández, A., Lao, S. y Pérez, R. 2004. Error propagation and scaling for tropical forest biomass estimates. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 359 1443: 409-420.

18. Chave, J.; Andalo, C.; Brown, S.; Cairns, M.A.; Chambers, J.Q.; Eamus, D.; Fölster, H.; Fromard, F.; Higuchi, N.; Kira, T.; Lescure, J.-P.; Nelson, B.W.; Ogawa, H.; Puig, H.; Riéra, B.; Yamakura, T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. Oecologia, Ecosystem ecology 145: 87–99.

19. Chave, J. 2006. Medición de densidad de madera en árboles tropicales. Proyectos Pan Amazonía - RAINFOR. 7 pp.

20. Chave, J; Rejou-Mechain, M; Burquez, A; Chidumayo, E; Colgan, MS; Delitti, WB; Duque, A; Eid, T; Fearnside, PM; Goodman, RC; Henry, M; Martinez.Yrizar, A; Mugasha, WA; Mullerlandau, HC; Mencuccini, M; Nelson, BW; Ngomanda, A; Nogueira, EM; Ortiz-Malavassi, E; Pelissier, R; Platon, P; Ryan, CM; Saldarriaga, JG; Vieilledent G. 2014. Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. Global Change Biology 20 (10): 3177-3190

21. Cifuentes-Jara, M.; Jobse, J.; Watson, V & B. Kauffman. s/f. Determinación de carbono total en suelos de diferentes tipos de uso de tierra a lo largo de una gradiente climática en Costa Rica. 12p. http://reddcr.go.cr/es/centro-de-documentacion/densidades-de-carbono?page=5.

22. Clark, D.A., S. Brown, D.W. Kicklighter, J.Q. Cambers, J.R. Thomlinson, J. Ni & E.A. Holland. 2001. Net primary production in tropical forests: an evaluation and synthesis of existing field data. Ecol. Appl. 11: 371-389.

23. Clase, T. & B. Peguero. 2006. Inventario preliminar de plantas exclusivas de Haití. IX Congreso Latinoamericano de Botánica. Santo Domingo, República Dominicana. Libro de resúmenes. P. 140.

24. CONAF - GTZ. 1998. Experiencia Silvicultural del Bosque Nativo de Chile. Recopilación de Antecedentes para 57 Especies Arbóreas y Evaluación de Prácticas Silviculturales. Proyecto Manejo Sustentable del Bosque Nativo. CONAF-GTZ. Publicaciones Lo Castillo. Santiago, Chile. 420 p.

25. Craig-Chrisme, J. 1986. Relación entre factores fisiográficos, crecimiento y densidad de renovales de raulí-roble en Hacienda Jauja, IX región, Chile. Tesis Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Departamento de Ciencias Forestales. Universidad de Concepción. Chillán, Chile. 82p.

26. Daniel, P., Helms, J. & F. Baker. 1982. Principios de Silvicultura. Trad. R. Elizondo. Segunda Edición. Mc Graw Hill Book Company. México. 492p.

27. DGFyFS. 2012. Manual base para la Planificación y Ejecución de Inventarios Forestales en Bosques de Producción Permanente (Versión 1.0). Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre (DGFyFS), Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. 52p.

28. Díaz B., R.A. 1991. Rendimiento y crecimiento del Pinus occidentalis en la República Dominicana. Tesis de Ingenieria Forestal. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. 90p.

29. Donoso, C. 1990. Ecología Forestal: el bosque y su medio ambiente. Segunda Edición. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 369p.

30. Donoso, C. 1993. Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica. Ecología Forestal. Editorial Universitaria S.A. Santiago, Chile. 483 p.

31. Gaceta Oficial 10656. 2012. Ley No. 1-12 que establece la Estrategia Nacional de Desarrollo 2030. Santo Domingo, República Dominicana. 60p.

32. Ewel, J..J. 1976. Litterfall and leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala. J. Ecol. 64: 293-308.

33. FAO - PNUD. 1973. Inventario y Fomento de los Recursos Forestales: Inventario Forestal de la República Dominicana. Informe Técnico N° 2, SF/DOM 8., Roma, Italia. 1973. 486p.

34. FAO. 2002. Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Informes sobre recursos mundiales de suelos. FAO. Roma, Italia. 83p.

35. FAO - INAB. 2004. Manual de Campo del Inventario Nacional Forestal de Guatemala. Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación (FAO) - Instituto Nacional de Bosques (INAB). Documento de trabajo 94S. Guatemala. 89p.

36. FAO. 2009. Monitoreo y Evaluación de los Recursos Forestales Nacionales-Manual para la recolección integrada de datos de campo. Versión 2.2. Documento de Trabajo de Monitoreo y Evaluación de los Recursos Forestales Nacionales, NFMA 37/S. Roma. 216p.

37. FAO. 2015. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2015 (FRA 2015). Informe Nacional República Dominicana. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Roma, Italia. 81p.

38. Ferris, R. y J.W. Humphrey. 1999. Areview of potential biodiversity indicators for application in British forests. Forestry 72 (4): 313- 328.

39. Figuereo, B. 2016. Tabla de volumen para las especies dominantes del bosque latifoliado húmedo en la Región Noreste de la República Dominicana. Tesis de Grado para optar al título de Ingeniero en Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Ciencias Forestales (UNACIFOR). Siguatepeque, Honduras C.A. 94 p.

40. Finegan, B.; Palacios, W.; Zamora, N. y D. Delgado. 2001. Ecosystem-level Forest Biodiversity and Sustainability Assesment for Forest Management. In: R.J. Raison, A.G. Brown & D.W. Flinn (eds). Criteria and indicators for sustainable forest management: 341-376. IUFRO Research Series No. 7. CABI Publishing. Wallingford.

41. García, R.; Peguero, B.; Jiménez, F.; Veloz, A. y T. Clase 2016. Lista roja de la Flora Vascular en República Dominicana. Jardín Botánico Nacional Dr. Rafael Ma. Moscoso. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ministerio de Educación Superior Ciencia y Tecnología. Santo Domingo, República Dominicana. 763p.

42. Golley, F. 1983. Tropical rain forest. Ecosystems, structure and function. Elsevier Scientific Publishing Company. New York, USA. 381p.

43. Gómez, J. y T. Krömer. 2012. Efectos altitudinales, antropológicos y ambientales sobre patrones ecológicos de helechos y angiospermas herbáceas. Ponencia en el 2do Simposio de becarios y exbecarios del CONACyT en Europa. Estrasburgo, Francia. 29-30 noviembre. 8p.

44. Groombridge, B. y M.D. Jenkins. 1996. Assessing biodiversity status and sustainability. WCMC Biodiversity Series No 5. World Conservation Press. Cambridge.

45. Hernández-Rosas, J. 1998. Diversidad y Estructura de las comunidades de epífitas del bosque siempreverde tropical. Informe Final al Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas. San José, Costa Rica. 90p.

46. Hernández-Rosas, J. 1999. Diversidad de grupos funcionales de plantas del dosel de un bosque húmedo tropical del Alto Orinoco, Estado Amazonas, Venezuela. Ecotrópicos 12(1):33-48.

47. Holdridge, L.R. 1967. Life Zone Ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica.

48. Husch, B.; Beers, T.W. y J.A. Kershaw. 2002. Forest Mensuration. Fourth Edition. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey. 456p.

49. INAFOR. 2009. Resultados del Inventario Nacional Forestal de Nicaragua 2007-2008. Instituto Nacional Forestal (INAFOR). Managua, Nicaragua. 232p.

50. IPCC. 1997. Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero - versión revisada en 1996. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Libro de Trabajo (Volumen 2). Editores: J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, B. Lim., K. Tréanton, I. Mamaty, Y. Bonduki, D.J. Griggs and B.A. Callander. 185p.

51. IPCC. 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Edited by Jim Penman, Michael Gytarsky, Taka Hiraishi, Thelma Krug, Dina Kruger,

Riitta Pipatti, Leandro Buendia, Kyoko Miwa, Todd Ngara, Kiyoto Tanabe and Fabian Wagner. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. Published by the Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the Intergubernamental Panel on Climate Change (IPCC). 583p.

52. IPCC. 2006. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Programa de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero del IPCC, Dependencia de Apoyo Técnico. Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Volumen 4 Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU). Capítulo 2: Metodologías genéricas aplicables a múltiples categorías de uso de la tierrra. Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japón.

53. Jacobs, M. 1988. The tropical rain forest. A First Encounte. Edited by Remke Kruk et al. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo. 295p.

54. Kaiser, L. 1983. Unbiased estimation in line-intersect sampling. Biometrics. 39: 965-976.

55. Kleinn, C. 2002. Nuevas tecnologías y metodologías para los inventarios forestales nacionales. Unasylva 210 (53): 10-18.

56. Körner, C.; Allison, A. & H. Hilscher. 1983. Altitudinal variation in leaf diffusive conductance and leaf anatomy in heliophytes of montane New Guinea and their interrelation with microclimate. Flora 174: 91-135.

57. Lal, R. 2012. Climate change and soil degradation mitigation by sustainable management of soils and other natural resources.

58. Lal, R. 2014. Crop residues and soil carbon. Congreso Latinoamericano de la ciencia del suelo. Perú.

59. Lal, R. 2014. World Soils and the Carbon Cycle in Relation to Climate Change and Food Security. Carbon Management and Sequestration Center. The Ohio State University, Columbus, OH 43210 USA.

60. Lugo, A.E. 1992. Comparison of tropical tree plantations with secondary forests of similar age. Ecol. Monogr. 62: 1-41.

61. Lund, H.G. 1986. A primer on integrating resource inventories. Gen. Tech. Rep. WO-49. United States Department of Agriculture, Forest Service. 64p.

62. Magurran, A. E. 1988. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedrá. Traducido por: Dra. Antonia M. Cirer. 200p.

63. Manly, B.F.J. 1997. Randomization, bootstrap and Monte Carlo methods in biology. Second Edition, Chapman & Hall, London.

64. Margalef, R. 1980. Diversidad, estabilidad y madurez en los ecosistemas naturales. En: Conceptos unificadores en ecología. Edit. Blume. Barcelona, España.

65. Margalef, R. 1991. Reflexiones sobre la Diversidad y significado de su expresión cuantitativa. Diversidad Biológica: 105-114. Fundación Araces, Madrid.

66. Margalef, R. 1995. Ecología. Ediciones Omega. Barcelona, España. 968p.

67. Márquez, L. 2000. Elementos técnicos para inventarios de carbono en uso del suelo. Fundación Solar. Guatemala. pp 10, 14, 16, 19, 20, 21, 33p.

68. Marshall, P.L.; Davis, G.; LeMay, V.M. 2000. Using line intersect sampling for coarse woody debris. Tech. Rep. TR-003. Vancouver, BC: Research Section, Vancouver Forest Region, BC Ministry of Forests. 34p.

69. Medina, E. 1990. Eco-fisiología y evolución de las Bromeliaceae. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias. Córdoba 59: 71-100.

70. Mejía, M. 2006. Flora de la Española: conocimiento actual y estado de conservación. IX Congreso Latinoamericano de Botánica. Santo Domingo, República Dominicana. Libro de resúmenes. P. 11.

71. MARN. 2010. Cuarto Informe Nacional de Biodiversidad de la República Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana. 117p.

72. MARN. 2011. Lista de especies en peligro de extinción, amenazadas o protegidas de la República Dominicana (Lista Roja). Santo Domingo de Guzmán, República Dominicana. 50p.

73. MARN. 2014a. Estudio de Uso y Cobertura del Suelo 2012. Informe Metodológico y Resultados. Dirección de Información Ambiental y de Recursos Naturales (DIARENA). MARN. Santo Domingo, República Dominicana. 56p.

74. MARN. 2014b. Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de la República Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana. 80p.

75. MARN. 2015. Estudio de uso y cobertura de la tierra en la República Dominicana con imágenes RapidEye. Direccion de Informacion sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales (DIARENA). Santo Domingo, República Dominicana. Sin publicar.

76. MARN. 2020. Mapas de regiones geomorficas, cuencas hidrográficas y del Sistema Nacional de Areas Protegidas. Direccion de Informacion sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales (DIARENA). Documento sin publicar.

77. MARN-GIZ. 2014. Manual de Campo del Inventario Nacional Forestal de la República Dominicana. Unidad de Monitoreo Forestal. Programa REDD CCAD GIZ. Santo Domingo, R.D. 61p.

78. MARN-GIZ. 2016. Memoria de cálculo y principales resultados del inventario nacional forestal de la República Dominicana. Primera Aproximación con base en los Resultados de la Fase I. Reporte Preliminar. Programa REDD CCAD GIZ. Santo Domingo, República Dominicana. 78p.

79. MARN-PNUD. 2010. Cuarto Informe Nacional de Biodiversidad. Santo Domingo, República Dominicana. 112p.

80. MARN-UASD-PNUMA. 2010. Geo República Dominicana 2010: Perspectiva del Medio Ambiente. MARN – UASD – Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) Santo Domingo, República Dominicana. 226p.

81. MARN. 2021. Mapa de uso de la tierra y cobertura forestal para la República Dominicana al 2020. Direccion de Informacion sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ministerio de Medo Ambiente y Recursos Naturales. Santo Domingo, República Dominicana. Sin publicar.

82. Montalvo, J.M.; Bueno, S. y J.G. Torres. 2001. Ecuación para el cálculo del volumen del árbol para Pinus occidentalis SW., en el Plan Sierra, República Dominicana. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 7(1): 49-53.

83. Moreno, A.C. 2016. Ecuación alométricas de biomasa y captura de carbono para la Región Noreste de la República Dominicana. Tesis de Grado para optar al título de Ingeniero en Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Ciencias Forestales (UNACIFOR). Siguatepeque, Honduras. 84p.

84. Mostacedo, B. y T. Fredericksen. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Ed. El País. Santa Cruz, Bolivia. 87p.

85. Meentemeyer, V., E.O. Box & R. Thompson. 1982. World patterns and amounts of terrestrial plant litter production. BioScience 32: 125-128.

86. Mueller–Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley, Nueva York. 547p.

87. Murillo, O. y P. Camacho. 1997. Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales recién establecidas. Agronomía Costarricense 21(2): 189-206.

88. Neumann, L.; Zimmermann, B.; Hall, J.S.; van Breugel, M. & E. Helmut. 2011. Soil carbon dynamics under young tropical secondary forests on former pastures-A case of study from Panama. Forest Ecology and Management. 261: 1625-1633.

89. Núñez, J. 2000. Fundamentos de edafología. 3 reimp. de la 2 ed. San José, Costa Rica. EUNED. 185p.

90. Odum, E. 1980. La Diversidad como función del flujo de energía. En: Conceptos unificadores en ecología. Edit. Blume. Barcelona, España.

91. OEA. 1967. Reconocimiento y Evaluación de los Recursos Naturales de la República Dominicana: Estudio para su Desarrollo y Planificación. Unión Panamericana. Washington, D.C.

92. Oelbermann, M. & A.M. Gordon. 2000. Quantity and quality of autumnal litterfall into a rehabilitated agricultural stream. J. Environ. Qual. 29: 603-611.

93. Orellana, J. 2009. Determinación de índices de diversidda florística arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del Valle de Sacta. Tesis para la obtención del título de Técnico Superior Forestal. Escuela de Ciencias Forestales, Facultad de Ciencias Agrícolas, Forestales y Veterinarias. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 49 p.

94. Osborne, J. W.; Christiansen, W. R.I. & J.S. Gunter. 2001. Educational psychology from a statistician's perspective: A review of the quantitative quality of our field. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Seattle, WA.

95. Ostertag, R., E. Marin-Spiotta, W.L. Silver & J. Schulten. 2008. Litterfall and decomposition in relation to soil carbon pools along a secondary forest chronosequence in Puerto Rico. Ecosystems 11: 701-714.

96. Ovalles, P. 2011. Identificación de las causas de la deforestación y degradación de bosques en la República Dominicana. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Programa REDD CCAD GIZ. Santo Domingo, República Dominicana. 85p.

97. Poeplau, C. & A. Don. 2013. Sensitivity of soil organic carbon stocks and fractions to diferent land-use changes across Europe. Geoderma 192: 189-201.

98. Powers, J.S. & E. Veldkamp. 2005. Regional variation in soil carbon and in forests and pastures of northeastern Costa Rica. Biogeochemistry 72: 315-336.

99. Prodan, M.; Peters, R.; Cox F. y P. Real. 1997. Mensura Forestal. Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible Proyecto IICA/GTZ. San José, Costa Rica. 561p.

100. Rasmussen, J.L. 1988. Evaluating outlier identification tests: Mahalanobis D Squared and Comrey D. Multivariate. Behavioral Research, 23 (2): 189-202. 1988.

101. Reynoso, F.; Gil, T. y B. Cuevas. 1986. Tabla de volumen local, general y de factor de forma para Pinus occidentalis en el Proyecto La Celestina, San José de las Matas, República Dominicana. Instituto Superior de Agricultura (ISA). ISA-Nota Técnica No 26. 14p.

102. Ríos, N.; Acosta, V.; De Benítez, C. y M. Pece. 2000. Comparación entre métodos de muestreo. Invest. Agr.: Sist. Recur. For. Vol. 9 (1). 45-57.

103. Rodas, C. 2005. Inventario Forestal del Bosque Natural de la Comunidad Popular en Resistencia de Petén,«Comunidad Salvador Fajardo», La Libertad, Petén. Trabajo de grado. Universidad de San Carlos. Petén, Guatemala. 75p.

104. Rodríguez, R.; Jiménez, J.; Aguirre, O.; Treviño, E. y R. Razo. 2009. Estimación de carbono almacenado en el bosque de pino-encino en la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. Ra Ximhai 5 (3): 317-327.

105. Rondeux, J. 1999. Inventarios forestales y biodiversidad. Unasylva 196 (50): 35-41.

106. Romme, W.H. & D.H. Knight. 1981. Fire frequency and subalpine forest succession along a topographic gradient in Wyoming. Ecology 62:319-326.

107. Salvo, L.; Hernández, J.& O. Ernst. 2010. Distribution of soil organic carbon in different size fractions, under pasture and crop rotations with conventional tillage and no-till systems. Rev. Soil and Tillage Research. 2010. v 109, p. 116–122.

108. Samalca, I. 2007. Estimation of Forest Biomass and its Error. A case in Kalimantan, Indonesia. Tesis para optar al grado de Master of Science in Geo-information Science and Earth Observation. International Institute for Geo-information Science and earth Observation. Enschede, Netherlands. 84p.

109. Schedlbauer, J.L. & K. L. Kavanagh. 2008. Soil carbon dynamics in a chronosequence of secondary forests in northeastern Costa Rica. Forest Ecology and Management 255: 1326-1335.

110. Scherer-Lorenzen, M., J.L. Bonilla & C. Potvin. 2007. Tree species richness affects litter production and decomposition rates in a tropical biodiversity experiment. Oikos 116: 2108-2124.

111. Schulze, E.D. y H. A. Mooney. 1994. Ecosystem function of biodiversity: a summary. In: E.D. Schulze & H.A. Mooney (eds.), Biodiversity and Ecosystem Function: 497-510. Springer-Verlag. Berlin.

112. Schwager, S. J., & B. H. Margolin. 1982. Detection of multivariate outliers. The annals of statistics, Vol. 10: 943-954.

113. Segura, M.A; Sánchez, P; Ortiz, C.A. & Gutiérrez, M. C. 2005. Carbono orgánico de los suelos de México. Terra Latinoamericana. 23 (1): 21-28. Smith, R.L. & T.M. Smith. 2001. Ecología. 4ª Edición. Pearson Educación. Madrid, España. 642p.

114. Snowdon, P.; Raison, J.; Keith, H.; Montagu, K.; Bi, K.; Ritson, P.; Grierson, P.; Adams, M.; Burrows, W. & D. Eamus. 2001. Protocol for sampling tree and stand biomass. National carbon accounting system technical report No. 31 Draft-March 2001. Australian Greenhouse Office. 114p.

115. Sorrentino, A. 1997. Manual para el diseño y ejecución de inventarios forestales. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur S. R. L. Montevideo, Uruguay. 350 p.

116. Teissier du Cros, R.; López, S. 2009. Preliminary study on the assessment of deadwood volume by the French national forest inventory. Ann. For. Sci 66, 302.

117. Tolentino, L. y peña, M. 1998. Inventario de la vegetación y uso de la tierra en la República Dominicana. Departamento de Inventario de los Recursos Naturales (DIRENA), Secretaría de Agricultura. Santo Domingo, República Dominicana. Revista Moscosoa. Vol 10, pp 179-203

118. Van Wagner, C.E. 1968. The Line Intersect Method in Forest Fuel Sampling. Forest Science 14: 20-26.

119. Van Wagner, C.E. 1982a. Graphical estimation of quadratic mean diameters in the line-intersect method. Forest Science. 28: 852-855.

120. Van Wagner, C.E. 1982b. Practical aspects of the line intersect method. Inform. Rep. PIX-12. Petawawa National Forestry Institute, Canadian Forestry Service. 18p.

121. Velasco, F. 2012. Comparación de dos métodos de muestro para la estimación de existencias maderables de un inventario forestal en Analco, Ixtlán, Oaxaca. Tesis para obtener el título de Ingeniero Forestal. Universidad de la Sierra Juárez. Ixtlán de Juárez, Oaxaca. 75p.

122. Vitousek, P.M. & R.L. Sanford. 1986. Nutrient cycling in moist tropical forest. Ann. Rev. Ecol. Syst. 17: 137-167.

123. Waite, M. & L. Sack. 2011. Shift in bryophyte carbon isotope ratio across an elevation x soil age matrix on Mauna Loa, Hawaii: do bryophytes behave like vascular plantas? Oecologia 166:11-22.

124. Wang, G.; Zhou, Y.; Xu, X.; Ruan, H. & J. Wang. 2013. Temperature sensitivity of soil organic carbon mineralization along an elevation gradient in the Wuyi Mountains, China. PLoS One 8 (1), e53914. 7p. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0053914.

125. Wardle, D.A., K.I. Bonner & K.S. Nicholson. 1997. Biodiversity and plant litter: experimental evidence which does not support the view that enhanced species richness affects ecosystem function. Oikos 79: 247-258.

126. Warren, W.G.; Olsen, P.F. 1964. A line-intersect technique for assessing logging waste. Forest Science. 10: 267-276.

127. Wegner, C.; Wunderlich, M & M. Kessler. 2003. Foliar C: N ratio of ferns along an Andean elevation gradient. Biotropica 35(4): 486-490.

128. Woodall, C.W.; Holden, G.R.; Vissage, J.S. 2004. Large scale maps of forest fuels. Fire Management Today. 64 (2): 19-21.

129. Woodall, C. y M. Williams. 2005. Sampling Protocol, Estimation, and Analysis Procedures for the Down Woody Materials Indicator of the FIA Progam. Gen. Tech. Rep. NC-256. St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Research Station. 47p.

130. Woodall, C.W.; Rondeux, J.; Verkerk, P.; Stahl, G., 2009. Estimating dead wood during national inventories: a review of inventory methodologies and suggestions for harmonization. Environmental Management 44: 624–631.

131. Yepes, A.; Zapata, M.; Bolivar, J.; Monsalve, A.; Espinosa, S.; Sierra-Correa, P. y Sierra, A. 2015. Ecuaciones alométricas de biomasa aérea para la estimación de los contenidos de carbono en manglares del Caribe Colombiano. Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 64 (2): 913-926, June 2016

132. Zimmerman, D.W. 1994. A note on the influence of outliers on parametric and nonparametric tests. Journal of General Psychology, 121 (4): 391-401.

133. Zimmerman, D.W. 1995. Increasing the power of nonparametric tests by detecting and downweighting outliers. Journal of Experimental Education, 64 (1): 71-78.

134. Zimmerman, D.W. 1998. Invalidation of parametric and nonparametric statistical tests by concurrent violation of two assumptions. Journal of Experimental Education, 67 (1): 55-68.

135. Zou, X., C.P. Zucca, R.B. Waide & W.H. McDowell. 1995. Long-term influence of deforestation on tree species composition and litter dynamics of a tropical rain forest in Puerto Rico. Forest Ecol. Manag. 78: 147-157.

Bosque Conífero Disperso en mezcla con Bosque Latifoliado Húmedo • Foto tomada por: **Tomás Montilla**





Anexos

Anexo 1. Especies arbóreas de DAP ≥ 2 cm identificadas para cada tipo de bosque en el INF-RD.

Nº	Nombre común	Nombre científico	*Bosque Conífero Denso*	*Bosque Conífero Disperso*	*Bosque de Mangle*	*Bosque Lat. Húmedo*	*Bosque Lat. Nublado*	*Bosque Lat. Semi Húmedo*	*Bosque Seco*
1	Aroma, aromilla	*Acacia farnesiana*				X		X	X
2	Cambrón, bayahonda	*Acacia macracantha*						X	X
3	Candelón	*Acacia scleroxyla*				X		X	X
4	Acacia amarilla	*Acacia sp.*				X		X	X
5	Taquito	*Acacia vogeliana*							X
6	Mata pollo	*Acnistus arborescens*						X	
7	Jía	*Adelia ricinella*				X			X
8	Peonia	*Adenanthera pavoniana*					X		
9	Helecho de pozo	*Adianthum pyramidale*				X			
10	Pinillo	*Agalinis fasciculata*				X	X		X
11	Chachá	*Albizia lebbeck*						X	
12	Bija cimarrona	*Alchornea latifolia*	X	X		X	X	X	
13	Palo de gallina	*Alchorneopsis floribunda*		X				X	X
14	Tres palabras	*Allophylus cominia*				X		X	X
15		*Allophylus occidentalis*				X			
16	Guaconejo	*Amyris diatrypa*	X			X	X	X	X
17	Cajuil	*Anacardium occidentale*						X	
18	Palo de burro	*Andira inermis*		X		X		X	X
19	Guanábana	*Annona muricata*				X		X	
20	Anón	*Annona reticulata*		X	X	X		X	
21	Anón cimarrón	*Annona sp.*			X			X	
22	Mamón de perro	*Annona urbaniana*						X	
23	Tamarindo de loma	*Arcoa govanensis*							X
24	Anicillo	*Aspidosperma cuspa*					X	X	X
25	Asota potranca	*Ateleia microcarpa*	X	X		X	X	X	X
26	Palo de hueso	*Ateramnus lucidus*						X	
27	Mangle prieto	*Avicennia germinans*			X				
28	Nim	*Azadirachta indica*						X	X
29	Falso sauce	*Baccharis myrsinites*	X			X			

Anexo 1. Especies arbóreas de DAP ≥ 2 cm identificadas para cada tipo de bosque en el INF-RD. (continuación)

Nº	Nombre común	Nombre científico	*Bosque Conífero Denso*	*Bosque Conífero Disperso*	*Bosque de Mangle*	*Bosque Lat. Húmedo*	*Bosque Lat. Nublado*	*Bosque Lat. Semi Húmedo*	*Bosque Seco*
30	Pata de cabra	*Bauhinia divaricata*						X	X
31	Framboyán	*Bauhinia monandra*				X			X
32	Cigua miracielo	*Beilschmiedia pendula*	X			X		X	
33	Bija	*Bixa orellana*				X	X	X	
34	Capacillo, colorado	*Bombacopsis emarginata*		X		X		X	
35	Olivo	*Bontia daphnoides*					X	X	X
36	Café cimarrón	*Bourreria ovata*				X	X	X	
37	Palo de cotorra	*Brunellia comocladifolia*	X	X		X	X		
38	Palo de cerro	*Brya spp*							X
39	Ciruelillo	*Buchenavia tetraphylla*				X	X		
40	Grigrí	*Bucida buceras*			X	X		X	X
41	Cabrilla, cabrita, cabra	*Bunchosia glandulosa*				X		X	X
42	Almácigo	*Bursera simaruba*	X		X	X		X	X
43	Almácigo blanco	*Bursera sp.*				X		X	
44	Almácigo colorado	*Bursera sp.*							X
45	Tabaco	*Buxus glomerata*						X	X
46	Maricao, piragua	*Byrsonima yaroana*		X		X	X	X	
47	Guatapanal	*Caesalpinia coriaria*							X
48	Palo de brasil	*Caesalpinia sp.*						X	X
49	Guandul	*Cajanus cajan*				X			
50	Caliandra	*Calliandra calothyrsus*					X		
51	Oreganillo	*Calliandra haematomma*	X					X	X
52	Mara	*Calophyllum brasiliense*				X		X	X
53	Guayabillo	*Calyptranthes guayabillo*	X	X		X		X	X
54	Limoncillo camarón	*Calyptranthes sintenisii*			X	X		X	
55	Limoncillo sierra	*Calyptranthes sp.*						X	
56	Palma manacla	*Calyptronoma plumeriana*	X	X		X	X		
57	Canela	*Canella winterana*	X			X		X	
58	Frijol, frijolito	*Capparis cynophallophora*		X		X		X	X

Anexo 1. Especies arbóreas de DAP ≥ 2 cm identificadas para cada tipo de bosque en el INF-RD. (continuación)

Nº	Nombre común	Nombre científico	Bosque Conífero Denso	Bosque Conífero Disperso	Bosque de Mangle	Bosque Lat. Húmedo	Bosque Lat. Nublado	Bosque Lat. Semi Húmedo	Bosque Seco
59	Frijol blanco	*Capparis dominguensis*		X		X			
60	Palo de maco	*Capparis eustachiana*						X	X
61	Cabirma guinea	*Carapa guianensis*				X			
62	Palo de vaca	*Casearia aculeata*						X	X
63	Palo de yagua	*Casearia arborea*		X		X	X	X	X
64	Palo amarillo	*Casearia guianensis*		X		X		X	X
65	Carga agua	*Cassia crista*						X	X
66	Palo de chivo	*Cassia emarginata*			X	X		X	X
67	Cañafístula	*Cassia fistula*				X			
68		*Cassia sp.*						X	X
69	Libertad	*Cassia spectabilis*		X		X		X	
70	Roble	*Catalpa longissima*				X		X	
71	Catawba	*Catalpa macrocarpa*							X
72		*Catalpa sp.*						X	
73	Grayumbo macho	*Cecropia peltata*		X		X	X	X	
74	Yagrumo	*Cecropia schreberiana*		X	X	X		X	
75	Cedro	*Cedrela odorata*							X
76	Ceiba	*Ceiba pentandra*				X		X	
77	Palo chicharrón	*Cestrum coelophlebium*					X		
78		*Cestrum sp.*						X	
79		*Chaetocarpus globoso*	X						
80	Palo de reyna	*Chamissoa altisima*	X	X				X	
81	Piñi-Piñi	*Chiococca alba*						X	X
82	Lirio, liriao, lirio cimarrón	*Chionanthus domingensis*				X		X	X
83	Moral	*Chlorophora tinctoria*						X	
84	Jicaco	*Chrysobalanus icaco*			X	X			
85	Caimito cimarrón	*Chrysophyllum angustifolim*				X		X	X
86	Caimitillo	*Chrysophyllum argenteum*		X		X		X	
87	Caimitico, caimito	*Chrysophyllum cainito*		X	X	X	X	X	X

Anexo 1. Especies arbóreas de DAP ≥ 2 cm identificadas para cada tipo de bosque en el INF-RD. (continuación)

Nº	Nombre común	Nombre científico	*Bosque Conífero Denso*	*Bosque Conífero Disperso*	*Bosque de Mangle*	*Bosque Lat. Húmedo*	*Bosque Lat. Nublado*	*Bosque Lat. Semi Húmedo*	*Bosque Seco*
88	Caimitillo	*Chrysophyllum oliviforme*						X	X
89	Caimito cocuyo	*Chrysophyllum sp.*	X	X		X		X	X
90	Ozúa	*Cinnamodendron angustifolium*		X		X		X	X
91	Aguacatillo, guacatillo	*Cinnamomum elongatum*	X	X		X	X	X	X
92	Penda, péndula	*Citharexylum fruticosum*	X	X		X	X	X	X
93	Naranja agria	*Citrus auriantum*		X		X		X	
94	Limón dulce	*Citrus limetta*				X			
95	Naranja	*Citrus sinensis*				X		X	X
96	Naranja mandarina	*Citrus sp.*		X		X	X		
97	Copey	*Clusia rosea*	X	X		X	X	X	X
98		*Coccoloba fuertesi*		X					
99	Guayabo de mula	*Coccoloba costata*						X	
100	Uvero, Uvero cimarrón	*Coccoloba diversifolia*			X	X		X	X
101	Uva de sierra	*Coccoloba laurifolia*			X	X		X	
102	Oreja de burro	*Coccoloba pubescens*	X	X	X	X		X	X
103	Uva de monte	*Coccoloba sp.*					X	X	
104	Guarapo	*Coccoloba venosa*				X			
105	Palma guano, guano	*Coccothrinax argentea*		X		X		X	X
106	Guina, Quina	*Coeloneurum ferrugineum*		X				X	X
107	Café	*Coffea arabica*				X	X	X	
108	Corazón de paloma	*Colubrina arborescens*	X	X		X	X	X	X
109		*Colubrina spinosa*				X			
110	Guao	*Comocladia glabra*				X		X	X
111	Mangle botón	*Conocarpus erectus*			X				
112	Alpargata	*Consolea moniliformis*						X	X
113	Juan prieto	*Cordia alliodora*	X					X	
114	Cigua	*Cordia laevigata*	X	X		X	X	X	X
115	Capa puerto rico	*Cordia sp.*						X	X

Anexo 1. Especies arbóreas de DAP ≥ 2 cm identificadas para cada tipo de bosque en el INF-RD. (continuación)

Nº	Nombre común	Nombre científico	*Bosque Conífero Denso*	*Bosque Conífero Disperso*	*Bosque de Mangle*	*Bosque Lat. Húmedo*	*Bosque Lat. Nublado*	*Bosque Lat. Semi Húmedo*	*Bosque Seco*
116		*Cordia sulcata*				X			
117		*Cosmos caudatos*				X			
118	Higuerito	*Crescentia linearifolia*				X			
119	Hueledor	*Croton corylifolius*						X	X
120	Tremolina	*Croton discolor*		X					
121	Palo de barraco	*Croton poitaei*							X
122	Guárano, Guárana	*Cupania americana*	X	X		X	X	X	X
123	Guánara	*Cupania glabra*		X		X	X		
124		*Curatella americana*				X			
125	Helecho camarón	*Cyathea arborea*	X	X		X	X		
126	Helecho arbóreo	*Cyathea sp.*	X			X	X		
127		*Cyrilla antillana*							X
128	Ayay, Hayao, Hayay	*Daphnopsis crassifolia*				X		X	
129	Palo de viento	*Dendropanax arboreus*	X	X		X	X	X	X
130	Pata de gallo	*Digitaria sanguinalis*		X					
131	Sota, Sota criolla	*Drypetes alba*						X	
132		*Drypetes picardae*						X	
133	Fruta de paloma	*Duranta repens*				X		X	
134	Roblillo	*Ekmanianthe longiflora*						X	X
135	Arabo	*Erythroxylum aereolatum*							X
136	Palo amargo	*Erythroxylum brevipes*	X	X	X	X	X	X	X
137	Guázara	*Eugenia aeruginea*				X		X	
138		*Eugenia axillaris*						X	X
139	Yayao	*Eugenia confusa*						X	
140		*Eugenia crenutala*						X	
141	Escobón	*Eugenia foetida*	X	X	X	X	X	X	X
142	Escobón blanco	*Eugenia monticola*	X	X		X		X	X
143	Escobón prieto	*Eugenia pomifera*						X	
144	Lengua de chivo	*Eupatorium daleoides*				X			X

Anexo 1. Especies arbóreas de DAP ≥ 2 cm identificadas para cada tipo de bosque en el INF-RD. (continuación)

Nº	Nombre común	Nombre científico	*Bosque Conífero Denso*	*Bosque Conífero Disperso*	*Bosque de Mangle*	*Bosque Lat. Húmedo*	*Bosque Lat. Nublado*	*Bosque Lat. Semi Húmedo*	*Bosque Seco*
145		*Eupatorium odoratum*				X			
146		*Euphorbia sp.*							X
147	Quina blanca	*Exostema caribeaum*						X	
148		*Exostema ellipticum*				X		X	
149		*Exostema nitens*				X		X	X
150		*Exostema parviflorum*				X			
151		*Exostema sp.*							X
152	Cuerno de buey	*Exothea paniculata*		X				X	X
153	Clavito	*Faramea occidentalis*				X	X	X	
154		*Ficus americana*							X
155	Higo, Higuerón	*Ficus elastica*				X			
156	Higo	*Ficus maxima*			X	X		X	X
157	Higo blanco	*Ficus sp.*				X		X	X
158	Palo de diente	*Garrya fadyenii*				X		X	X
159	Jagua	*Genipa americana*				X			
160	Piñón Cubano	*Gliricidia sepium*				X			
161	Auquey rajador	*Gomidesia lindeniana*		X		X	X		
162	Algodoncillo	*Gossypium barbadense*						X	
163	Guayacán	*Guaiacum officinale*						X	X
164	Vera	*Guaiacum sanctum*			X	X		X	X
165	Guayacan colorao	*Guaiacum sp.*							X
166	Víbora	*Guapira obtusata*				X	X		
167	Cabirma santa, cabirma	*Guarea guidonia*				X	X	X	
168	Guazumilla	*Guazuma sp.*				X		X	X
169	Guácima	*Guazuma ulmifolia*				X		X	X
170	Cucharita	*Guettarda abbottii*	X			X		X	X
171		*Guettarda ocoana*						X	
172		*Gymnanthes lucida*						X	X
173	Azucarita, casabito	*Gyrotaenia myriocarpa*	X	X		X	X	X	X
174		*Gyrotaenia sp.*				X			

Anexo 1. Especies arbóreas de DAP ≥ 2 cm identificadas para cada tipo de bosque en el INF-RD. (continuación)

Nº	Nombre común	Nombre científico	Bosque Conífero Denso	Bosque Conífero Disperso	Bosque de Mangle	Bosque Lat. Húmedo	Bosque Lat. Nublado	Bosque Lat. Semi Húmedo	Bosque Seco
175	Campeche	*Haematoxylum campechianum*		X		X		X	X
176	Manzanillo	*Hippomane mancinella*				X			
177	Jabilla	*Hura crepitans*				X		X	
178	Barrilla blanca	*Hybanthus havanensis*							X
179	Algarrobo	*Hymenaea courbaril*				X			
180		*Ilex berteroi*				X			
181	Cuero de hombre	*Ilex guianensis*		X		X		X	
182	Palo blanco	*Ilex krugiana*	X	X		X	X	X	X
183		*Ilex nitida*	X						
184		*Ilex sp.*					X		
185	Gina	*Inga fagifolia*		X	X			X	X
186	Guama, sicle	*Inga vera*	X	X	X	X	X	X	
187	Jacaranda	*Jacaranda poitaei*				X			
188		*Jacquinia berterii*		X					X
189		*Jatropha curcas*						X	
190	Sabina, sabina sin olor	*Juniperus ekmanii*					X		
191	Siguamo	*Krugiodendron ferreum*				X			X
192	Mangle blanco	*Laguncularia racemosa*		X					
193	Leucaena	*Leucaena diversifolia*				X		X	X
194	Lino	*Leucaena leucocephala*				X		X	X
195	Cigua prieta.	*Licaria triandra*		X		X	X	X	X
196	Tarana	*Linociera caribaea*		X		X		X	
197		*Lyonia alainii*					X		
198	Caracolí	*Lysiloma latisiliquum*				X			X
199	Ébano Verde	*Magnolia dominguensis*		X			X		
200		*Malpighia aquifolia*						X	X
201	Mango	*Mangifera indica*		X		X		X	
202	Balata	*Manilkara bidentata*				X	X		
203	Nisperillo	*Manilkara valenzuelana*				X		X	
204	Sangre de gallo	*Maytenus buxifolia*	X	X		X	X		X
205	Arbolito, guaconejo	*Maytenus elíptica*						X	X
206	Limoncillo	*Melicoccus bijugatus*				X		X	X

Anexo 1. Especies arbóreas de DAP ≥ 2 cm identificadas para cada tipo de bosque en el INF-RD. (continuación)

Nº	Nombre común	Nombre científico	*Bosque Conífero Denso*	*Bosque Conífero Disperso*	*Bosque de Mangle*	*Bosque Lat. Húmedo*	*Bosque Lat. Nublado*	*Bosque Lat. Semi Húmedo*	*Bosque Seco*
207	Petirén	*Meliosma impressa*	X						
208	Chicharrón	*Meliosma recurvata*		X		X	X	X	X
209	Cotinilla	*Metopium toxiferum*						X	X
210	Pie de gallo	*Miconia dodecandra*		X		X		X	
211	Tres filos blanco	*Miconia mirabilis*		X		X	X	X	X
212	Jai-Jao, Jau-Jau	*Miconia prasina*		X		X	X	X	
213	Cenizoso	*Miconia pteropoda*		X		X		X	X
214		*Miconia selleana*				X			
215		*Mimosa sp.*							X
216	Cola	*Mora abbottii*				X	X	X	
217	Noni	*Morinda citrifolia*						X	X
218	Memizo	*Muntingia calabura*		X		X	X	X	X
219		*Myrcia floribunda*							X
220	Guayabón	*Myrcia leptoclada*				X		X	X
221		*Myrcia splendens*				X	X		
222	Arraijaán	*Myrica apiculata*			X	X		X	X
223		*Myrsine coriacea*				X			
224	Tembladera	*Myrsine nubicola*		X		X	X		
225		*Myrsyne cubana*					X		
226	Palo colorado	*Nectandra coriacea*		X		X	X		
227	Aguacatillo blanco	*Nectandra hihua*				X			
228	Laurel negro	*Nectandra megapotamica*		X					
229	Aguacatillo amarillo	*Nectandra sp.*				X			
230		*Niphidium crassifolium*				X			
231	Lana cimarrona	*Ochroma pyramidale*		X					
232	Cigua blanca	*Ocotea coriacea*		X		X	X	X	X
233	Cigua aguacate	*Ocotea floribunda*		X		X	X	X	
234	Cigua laurel	*Ocotea leucoxylon*		X		X	X		
235	Sasafrás	*Ocotea nemodaphne*		X		X		X	
236	Laurel blanco	*Ocotea patens*					X	X	
237	Aguacate cacao	*Ocotea sp. 1*	X						
238	Cigüa avispa	*Ocotea sp. 2*				X			
239	Cigua colorada	*Ocotea sp. 3*					X	X	X

Anexo 1. Especies arbóreas de DAP ≥ 2 cm identificadas para cada tipo de bosque en el INF-RD. (continuación)

Nº	Nombre común	Nombre científico	*Bosque Conífero Denso*	*Bosque Conífero Disperso*	*Bosque de Mangle*	*Bosque Lat. Húmedo*	*Bosque Lat. Nublado*	*Bosque Lat. Semi Húmedo*	*Bosque Seco*
240	Cactus cayuco	*Opuntia sp.*						X	X
241	Pita	*Oreopanax capitatus*	X			X	X	X	
242	Pionia	*Ormosia krugii*				X			
243	Yaya	*Oxandra lanceolata*				X	X	X	X
244	Cafetán	*Palicourea eriantha*	X	X		X	X	X	
245	Cafecillo	*Palicourea sp.*				X			
246	Abey, abey rojo	*Pelthophorum berteoranum*		X				X	X
247	Palo prieto	*Pera bumelifolia*	X			X	X	X	
248	Aguacate	*Persea americana*				X		X	
249	Baitoa	*Phyllostylon rhamnoides*						X	X
250		*Picramnia antidesma*						X	
251	Palo de peje	*Picramnia pentandra*						X	X
252		*Pilea sp.*		X				X	X
253	Cayuco	*Pilosocereus polygonus*				X		X	X
254	Berroncillo	*Pimenta sp.*		X			X		
255	Pino Hondureño	*Pinus caribaea*		X			X		
256	Pino criollo, Pino	*Pinus occidentalis*	X	X		X	X	X	X
257		*Piper amalogo*		X		X	X	X	
258		*Pithecellobium circinale*						X	X
259		*Pithecellobium unguis-cati*						X	
260		*Plumeria magna*						X	
261	Aleli	*Plumeria obtusa*			X	X	X	X	X
262	Falso mangle	*Podocarpus erectus*			X				
263	Avanito	*Por determinar*					X		
264	Bignoniacea	*Por determinar*						X	
265	Cai	*Por determinar*					X		
266	Cas	*Por determinar*				X			
267	Choma, comá	*Por determinar*				X		X	
268	Cimarrón	*Por determinar*				X			
269	Comebuey	*Por determinar*					X		
270	Copa	*Por determinar*						X	
271	Durito	*Por determinar*		X		X			

Anexo 1. Especies arbóreas de DAP ≥ 2 cm identificadas para cada tipo de bosque en el INF-RD. (continuación)

Nº	Nombre común	Nombre científico	*Bosque Conífero Denso*	*Bosque Conífero Disperso*	*Bosque de Mangle*	*Bosque Lat. Húmedo*	*Bosque Lat. Nublado*	*Bosque Lat. Semi Húmedo*	*Bosque Seco*
272	Espina de hoja	*Por determinar*				X			
273	Flor de oro	*Por determinar*				X			
274	Florecido	*Por determinar*				X		X	
275	Fruta verde	*Por determinar*		X		X	X		
276	Gino verde	*Por determinar*					X		
277	Guatao	*Por determinar*					X		
278	Hueso de chivo	*Por determinar*						X	
279	Ladilla	*Por determinar*						X	
280	Llora lejo	*Por determinar*						X	
281	Luterillo	*Por determinar*						X	
282	Montilla	*Por determinar*			X				
283	Mussi	*Por determinar*				X			
284	Okey	*Por determinar*					X		
285	Osico	*Por determinar*				X			
286	Palo de buey	*Por determinar*						X	
287	Palo de caña	*Por determinar*		X					
288	Palo de cao	*Por determinar*						X	
289	Palo de corral	*Por determinar*						X	
290	Palo de lejo	*Por determinar*					X		
291	Palo hediondo	*Por determinar*						X	
292	Palo indio	*Por determinar*						X	
293	Palo vivo	*Por determinar*						X	
294	Palomilla	*Por determinar*						X	
295	Panio	*Por determina*		X					
296	Papagayo	*Por determinar*		X			X		
297	Patas pa'rriba	*Por determinar*						X	
298	Pejecito	*Por determinar*						X	
299	Pino amarillo	*Por determinar*						X	
300	Pino blanco	*Por determinar*				X			
301	Pólvora	*Por determinar*					X		
302	Rompe deo	*Por determinar*				X			
303	Saldita	*Por determinar*				X			
304	Sapindacea	*Por determinar*					X		
305	Scandia	*Por determinar*						X	
306	Sed	*Por determinar*				X			
307	Siq	*Por determinar*				X			
308	Tres aguas	*Por determinar*		X					

Anexo 1. Especies arbóreas de DAP ≥ 2 cm identificadas para cada tipo de bosque en el INF-RD. (continuación)

Nº	Nombre común	Nombre científico	*Bosque Conífero Denso*	*Bosque Conífero Disperso*	*Bosque de Mangle*	*Bosque Lat. Húmedo*	*Bosque Lat. Nublado*	*Bosque Lat. Semi Húmedo*	*Bosque Seco*
309	Tres costillas	*Por determinar*				X	X		
310	Ulmacea	*Por determinar*						X	
311	Vela	*Por determinar*					X		
312	Verde se pudre	*Por determinar*				X			
313	Yaguero	*Por determinar*						X	
314	Zapatillo	*Por determinar*				X			
315	Bayahonda	*Prosopis juliflora*				X		X	X
316	Almendrillo, caobilla	*Prunus myrtifolia*		X		X	X	X	X
317	Almendro	*Prunus occidentalis*	X	X		X		X	
318	Corbano	*Pseudoalbizzia berteroana*	X	X		X	X	X	X
319	Macao	*Pseudolmedia spuria*				X		X	
320	Cacheo	*Pseudophoenix vinifera*						X	X
321	Guayaba, guayabo	*Psidium guajava*		X		X		X	X
322	Cafetón, escobón	*Psychotria berteriana*				X			
323	Palo santo	*Psychotria heterochroa*	X	X		X	X	X	X
324	Café gallina	*Psychotria liogieri*						X	X
325	Helecho	*Pteris sp.*	X						
326	Drago	*Pterocarpus officinalis*		X					
327		*Quararibea turbinata*				X			
328	Serrasuela	*Randia aculeata*			X			X	X
329		*Randia parvifolia*						X	X
330	Palo de leche	*Rauvolfia nítida*		X		X		X	X
331		*Retama sp.*						X	
332	Mangle rojo	*Rhizophora mangle*		X					
333		*Rhytidophyllum sp.*				X			
334		*Rivina humilis*				X			
335		*Rondeletia berterii*				X			
336	Lirio blanco, frijol	*Rondeletia ochracea*		X		X			
337	Palma real, palma	*Roystonea hispaniolana*			X	X	X	X	
338	Palma cana	*Sabal domingencis*						X	X
339	Cana	*Sabal umbraculifera*				X		X	X
340	Samán, samanillo	*Samanea saman*			X	X		X	

Anexo 1. Especies arbóreas de DAP ≥ 2 cm identificadas para cada tipo de bosque en el INF-RD. (continuación)

Nº	Nombre común	Nombre científico	*Bosque Conífero Denso*	*Bosque Conífero Disperso*	*Bosque de Mangle*	*Bosque Lat. Húmedo*	*Bosque Lat. Nublado*	*Bosque Lat. Semi Húmedo*	*Bosque Seco*
341	Quiebra hacha	Savia sessiliflora			X	X		X	X
342	Sablito	*Schefflera morototoni*	X	X	X	X	X	X	
343	Palo chivo	*Senna atomaria*							X
344	Brucal	*Senna pendula*				X			X
345	Canilla de chivo	*Senna sp.*					X		X
346	Cañafo	*Senna spectabilis*				X		X	X
347	Caya colorada	*Sideroxylon cubense*					X		
348	Caya amarilla	*Sideroxylon foetidissimum*				X	X	X	X
349	Caraqueño	*Sideroxylon salicifolium*				X	X	X	X
350	Caya prieta	*Sideroxylon sp.*				X		X	
351	Maruba	*Simarouba amara*						X	
352	Juan primero	*Simarouba glauca*	X	X		X		X	X
353	Simarua	*Simarouba sp.*				X			
354	Cacao cimarrón	*Sloanea berteroana*				X			X
355		*Solanum nudum*	X					X	
356	Amapola campana	*Spathodea campanulata*				X			
357	Juana la blanca	*Spermacoce laevis*					X		
358	Jobo, jobo de puerco	*Spondia mombin*		X	X	X		X	X
359	Anacahuita	*Sterculia apetala*		X					X
360	Caoba, caoba criolla	*Swietenia mahagoni*		X		X		X	X
361	Membrillo	*Symplocos berteroi*				X	X	X	
362	Jaiquí	*Symplocos domingensis*				X	X	X	X
363	Moradilla	*Symplocos sp.*	X			X			
364	Pomo	*Syzygium jambos*	X			X		X	
365	Aceituno, palo cenizo	*Tabebuia berterii*	X	X		X	X	X	X
366	Yagua	*Tabebuia bullata*		X					X
367	Muñeco	*Tabebuia polyantha*		X		X		X	X
368	Miracielo	*Tabebuia ricardii*					X		
369	Flor Blanca	*Tabebuia sp.*				X	X	X	
370	Aceituno morado	*Tabebuia vinosa*				X	X		
371	Tamarindo	*Tamarindus indica*							X
372	Sauco	*Tecoma stans*				X	X		

Anexo 1. Especies arbóreas de DAP ≥ 2 cm identificadas para cada tipo de bosque en el INF-RD. (continuación)

Nº	Nombre común	Nombre científico	*Bosque Conífero Denso*	*Bosque Conífero Disperso*	*Bosque de Mangle*	*Bosque Lat. Húmedo*	*Bosque Lat. Nublado*	*Bosque Lat. Semi Húmedo*	*Bosque Seco*
373	Cacao	*Teobromma cacao*				X			
374	Tabebuia	*Terminalia intermedia*				X			
375	Almendra de jabar	*Terminalia sp.*				X		X	
376	Palo de paloma	*Ternstroemia buxifolia*				X			
377	Botoncillo	*Ternstroemia peduncularis*		X			X	X	
378	Amacey	*Tetragastris balsamifera*		X		X		X	
379	Tabebuia	*Tetrazygia cordata*			X			X	
380	Alamo	*Thespesia populnea*			X				
381	Paria, mate	*Thouinia trifoliata*				X		X	X
382		*Thrinax multiflora*			X				
383		*Tournefortia scabra*							X
384	Memiso de paloma	*Trema micrantha*				X		X	
385	Jojobán	*Trichilia hirta*				X		X	X
386	Gaita	*Trichilia pallida*				X			
387	Pabellón	*Trichostigma octandrum*					X		
388	Ramón de vaca	*Trophis racemosa*		X		X		X	
389	Guaraguao	*Turpinia occidentalis*				X	X	X	X
390	Violeta cimarrona	*Turpinia paniculata*		X		X			
391		*Urtica urens*					X		
392	Lengua de vaca	*Wallenia apiculata*						X	
393	Caimoní	*Wallenia laurifolia*				X		X	X
394		*Weinnannia pinnata*					X		
395	Cara de hombre	*Zanthoxylum azuense*	X			X	X		
396	Pino de teta	*Zanthoxylum elephantiasis*	X			X	X	X	
397		*Zanthoxylum flavum*						X	
398	Pino macho	*Zanthoxylum martinicense*	X	X		X		X	X
399	Suparpito, sopaipo	*Ziziphus reticulata*						X	X
400	Saona	*Ziziphus rignonii*			X			X	X

GOBIERNO DE LA
REPÚBLICA DOMINICANA

MEDIO AMBIENTE

Con el apoyo de:

PROGRAMA REGIONAL REDD
Reducción de Emisiones de la Deforestación y Degradación de Bosques en Centroamérica y República Dominicana

cooperación alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

giz

CCAD

SICA
Sistema de la Integración Centroamericana

GRUPO BANCO MUNDIAL

FOREST CARBON PARTNERSHIP FACILITY

REDD+
República Dominicana

Este libro **"Inventario Nacional Forestal de la República Dominicana"** realizado
por la Agencia Internacional de Cooperación Alemana - GIZ - para el Ministerio de Medio Ambiente,
se terminó de imprimir en el mes de abril del 2021 en los talleres de Editora Búho,
Santo Domingo, República Dominicana.

GOBIERNO DE LA
REPÚBLICA DOMINICANA

MEDIO AMBIENTE