COLOMBIA POTENCIA DE LA VIDA

Gobierno del Cambio

Guía de implementación para las especies nativas de palmas y árboles más adecuadas para la restauración y la reforestación en la Orinoquia colombiana Y caracterización de usos

Biocarbono

Paisajes sostenibles bajos en carbono

GRUPO BANCO MUNDIAL

Embajada de la República Federal de Alemania Bogotá

EMBAJADA de ESTADOS UNIDOS BOGOTÁ

UK Government

NICFI

Entidades Socias

Agricultura

Ambiente

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

Asesora

Departamento Nacional de Planeación -DNP

Apoyan

Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia - APC Colombia

NORECCO
Nodo Regional de Cambio Climático Orinoquia

El proyecto hace parte de la iniciativa Paisajes Forestales Sostenibles (ISF) del Fondo Biocarbono

BioCarbon Fund
Initiative for Sustainable Forest Landscapes

CONSULTORÍA No.

049-2022

Título

"Identificar las mejores condiciones habilitantes para promover el desarrollo de plantaciones con visión de paisaje forestal sostenible con fines comerciales, en núcleos productivos de la Orinoquia, integrando la formulación de estrategias que faciliten la adopción de tecnologías para la producción de material vegetal nativo, integrados a las políticas y normativas nacionales, direccionado a la restauración de paisajes productivos sostenibles (SAF y restauración ecológica); priorizando las cadenas objeto del Proyecto BiocarBono y los procesos de restauración y reforestación en núcleos deforestados en los cuatro departamentos objeto de la consultoría".

Presentado a:
PROYECTO BIOCARBONO ORINOQUIA

ISBN

Todos los derechos reservados para el Proyecto BiocarBono 2023
El contenido de esta publicación puede ser usado, citado y divulgado siempre y cuando se realice la debida cita bibliográfica cumpliendo las respectivas normas de derechos de autor.

Presidente de la República de Colombia

Gustavo Francisco Petro Urrego

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR)

Jhenifer Mojica Flórez (2023)
Ministra de Agricultura y Desarrollo Rural

Martha Viviana Carvajalino (2023)
Viceministra de Desarrollo Rural

Luis Alberto Villegas Prado (09/2022-05/2023)
Aura Maria Duarte (2023)
Viceministra de Asuntos Agropecuarios

Clarita Bustamante Zamudio
Alfonso Valderrama Martínez (2024)
Nelson Lozano (2023)
María del Pilar Ruiz Molina (11/2022-03/2023)
Director@ de Innovación, Desarrollo Tecnológico y Protección Sanitaria

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Susana Muhammad
Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Mauricio Cabrera Leal
Viceministro de Políticas y Normalización Ambiental

Lilia Tatiana Roa
Viceministra de Ordenamiento Ambiental del Territorio.

Proyecto BIOCARBONO Orinoquia

Iván Darío Gómez Guzmán
Coordinador Nacional del Proyecto

Fabián Mauricio Gerena Reina
Líder componente Planeación Integrada del Uso del Suelo y Gobernanza para el Control a la Deforestación

Daniel Alberto Aguilar Corrales
Líder componente Uso y Manejo Sostenible del Suelo

Johana Talina Lugo Rosero
Líder de componente Definición del Programa de Reducción de Emisiones (PRE) y de Monitoreo, Reporte y Verificación MRV)

Juan David Turriago
Redactor ERPD

Javier Rodríguez Dueñas
Coordinador Regional

Lilia Patricia Arias Duarte
Gestor Sénior Seguimiento y Monitoreo

Pedro Miguel Salazar
Sabrina Andrea Acosta Angarita
Susana Sandoval González
Mónica Monsalvo Torres
Especialistas

Natalia Andrea Niño Pinilla
Estiven Rojas Roncancio
Profesionales SIG

Edwin Fernando Forero Palomino
Omaira Silena Gil Vides (2024)
Especialista, supervisor@ del contrato
Gandy Alarcón Montero
Fabian Peña
Juliana Fonseca

Asesores

Juan Manuel Cardona & Estefanía Villanueva
Fotografía Portada

Autores:

Equipo consultor ing. Víctor nieto, Director,
Ing. JaVier rodríguez, coordinador componenteviveros y semillas,
Ing. Juan Manuel Cardona, coordinador componente silvicultura,
Ing. estefanía VillanueVa, Componente cartográfico y fotográfico, análisis y compilación de datos, políticas y apoyo técnico.
Ing Mario Cesar góMez, Experto Forestal, Apoyo operativo y gestión del conocimiento.

Contenido

Introducción 22
1. Generalidades 24
1.1 Restauración y reforestación como soluciones complejas 25
1.2 Silvicultura cercana a la naturaleza 29
1.2.1 Nucleación aplicada 30
2.Formaciones naturales menos diversas, su conservación, ...
manejo y generación mediante la siembra 33
3.Dinámica del fuego y la regeneración natural en herbazales .....
arbolados 34
1.2.4 Reforestación y restauración biodiversa 41
1.2.5 Cercas vivas y setos.....48
1.2.6 Sistemas silvopastoriles 62
1.3 El paquete tecnológico 66
1.4 Consideraciones sobre algunas especies promisorias evaluadas
..... 69
2. Experiencias locales prácticas en reforestación con .....
especies nativas en la Orinoquia Colombiana 74
2.1 Reserva Natural La Pedregoza. 75
2.2 Reforestación Hacienda El Manantial (HEM) 75
2.3 Otras iniciativas recientes.....79
2.4 Identificación de nuevas áreas con potencial de restauración .....
en los paisajes de la Orinoquia 80
3. Especies más adecuadas para restauración y reforestación .....
en la Orinoquia colombiana 83
Guía de especies..... 87
1. *Acrocomia aculeata* – Corozo..... 89
Caracterización ecológica 89
Origen y distribución natural. 89
Fenología..... 89
Tipo y capacidad de propagación. 89
Preparación del terreno 89
Técnicas de plantación y mantenimiento 90
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 90

Plagas y enfermedades..... 90
Informes de índices de sitio. 91
Usos 91
2. *Anadenanthera peregrina* – Yopo negro.....95
Caracterización ecológica 95
Origen y distribución natural 95
Fenología.....95
Tipo y capacidad de propagación 95
Preparación del terreno 96
Técnicas de plantación y mantenimiento 96
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 96
Plagas y enfermedades..... 96
Usos 96
Características físicomecánicas de la madera. 98
3. *Attalea maripa* – Palma Cucurita 101
Caracterización ecológica 101
Origen y distribución natural 101
Fenología..... 101
Tipo y capacidad de propagación 101
Plagas y enfermedades..... 101
Usos 102
4. *Bactris brongniartii* – Palma Cubarro 105
Caracterización ecológica 105
Origen y distribución natural. 105
Fenología..... 105
Tipo y capacidad de propagación. 105
Usos 105
5. *Bowdichia virgilioides* – Alcornoco.....109
Caracterización ecológica 109
Origen y distribución natural. 109
Fenología.....109
Tipo y capacidad de propagación. 109
Preparación del terreno 109
Técnicas de plantación y mantenimiento 110
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 110
Plagas y enfermedades..... 110
Informes de índices de sitio. 110
Usos 110

Características físicomecánicas de la madera. 110
6. *Calophyllum pachyphyllum* – Cachicamo 113
Caracterización ecológica 113
Fenología.....113
Tipo y capacidad de propagación. 113
Calidad física y germinación 114
Preparación del terreno 114
Técnicas de plantación y mantenimiento 115
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 115
Plagas y enfermedades.....115
Usos 116
Características físicomecánicas de la madera. 116
7. *Caraipa llanorum* – Saladillo colorado 119
Caracterización ecológica 119
Origen y distribución natural. 119
Fenología..... 119
Tipo y capacidad de propagación 119
Preparación del terreno 119
Técnicas de plantación y mantenimiento 120
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 120
Plagas y enfermedades.....120
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 120
Usos 120
Características físicomecánicas de la madera. 120
Mercados 120
8. *Caryodendron orinocense* – Cacay, inchi, castaño, almendro,
nuez de barinas, metohuayo 123
Caracterización ecológica 123
Origen y distribución natural. 123
Fenología..... 123
Preparación del terreno 124
Técnicas de plantación y mantenimiento 124
Ahoyado 125
Control de Malezas.....125
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 126
Plagas y enfermedades.....126
Usos 126
Mercados 127

9. *Copaifera pubiflora* – Aceite, Palo de Aceite 129
Caracterización ecológica 129
Origen y distribución natural. 129
Fenología 129
Tipo y capacidad de propagación. 129
Preparación del terreno 130
Técnicas de plantación y mantenimiento 130
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 130
Plagas y enfermedades 130
Usos 130
Características físicomecánicas de la madera. 131
Mercados 131
10. *Cordia thaisiana* – Pardillo negro, Pat'ezamuro 133
Caracterización ecológica 133
Origen y distribución natural. 133
Fenología 133
Tipo y capacidad de propagación. 133
Secado 133
Almacenamiento de semillas 134
Sustrato 134
Transplante 135
Propagación vegetativa 135
Preparación del terreno 135
Técnicas de plantación y mantenimiento 136
Trazado 136
Ahoyado 136
Mantenimiento 136
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 136
Plagas y enfermedades 136
Usos 136
Características físicomecánicas de la madera. 137
11. *Dipteryx odorata* – Sarrapio 139
Caracterización ecológica 139
Origen y distribución natural 139
Fenología 139
Tipo y capacidad de propagación. 139
Preparación del terreno 141
Técnicas de plantación y mantenimiento 141

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 141
Plagas y enfermedades..... 141
Usos 141
Características físicomecánicas de la madera. 142
Mercados 142
12.Duroia micrantha – Carutillo, Turma de mico 145
Caracterización ecológica 145
Origen y distribución natural. 145
Fenología..... 145
Tipo y capacidad de propagación 145
Preparación del terreno 145
Técnicas de plantación y mantenimiento 145
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 145
Plagas y enfermedades.....146
Usos 146
13.Enterolobium barinense – Caro blanco, oreja de negro, jaboncillo.....149
Caracterización ecológica 149
Origen y distribución natural. 150
Fenología..... 150
Tipo y capacidad de propagación. 150
Preparación del terreno 151
Técnicas de plantación y mantenimiento 151
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 151
Plagas y enfermedades.....151
Usos 151
Características físicomecánicas de la madera. 152
Mercados 152
14. *Genipa americana* var. *caruto* – Caruto.....155
Caracterización ecológica 155
Origen y distribución natural. 155
Fenología.....155
Tipo y capacidad de propagación. 155
Preparación del terreno 155
Técnicas de plantación y mantenimiento 156
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 156
Plagas y enfermedades..... 156
Usos 156

Mercados 156
15. *Goupia glabra* – Parature, pilón pecueco..... 159
Caracterización ecológica 159
Origen y distribución natural. 159
Fenología..... 159
Tipo y capacidad de propagación. 159
Preparación del terreno 160
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 160
Plagas y enfermedades..... 161
Usos 161
Características físicomecánicas de la madera. 161
16. *Hieronyma alchorneoides* – Chaparro montañero, pantano..... 165
Caracterización ecológica 165
Origen y distribución natural. 165
Fenología..... 165
Tipo y capacidad de propagación. 165
Preparación del terreno 166
Técnicas de plantación y mantenimiento 166
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 166
Plagas y enfermedades.....166
Informes de índices de sitio. 166
Usos 166
Características físicomecánicas de la madera. 167
17. *Hymenaea courbaril* – Algarrobo 169
Caracterización ecológica 169
Origen y distribución natural. 169
Fenología.....169
Tipo y capacidad de propagación. 169
Preparación del terreno 169
Técnicas de plantación y mantenimiento 169
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 170
Plagas y enfermedades..... 170
Usos 170
Características físicomecánicas de la madera. 171
Mercados 171
18. *Jacaranda copaia* – Pavito 173
Caracterización ecológica 173
Origen y distribución natural. 173

Fenología..... 173
Tipo y capacidad de propagación. 173
Preparación del terreno 174
Técnicas de plantación y mantenimiento 175
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 175
Plagas y enfermedades.....175
Informes de índices de sitio. 175
Usos 175
Características físicomecánicas de la madera. 176
Mercados 176
19. *Lacmellea edulis* – Lechemiel..... 179
Caracterización ecológica..... 179
Origen y distribución natural. 179
Fenología..... 179
Tipo y capacidad de propagación. 179
Preparación del terreno 179
Técnicas de plantación y mantenimiento 179
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 179
Plagas y enfermedades..... 179
Usos 179
20. *Leptolobium nitens* – Congrio..... 183
Caracterización ecológica 183
Origen y distribución natural. 183
Fenología..... 183
Tipo y capacidad de propagación. 184
Tratamiento pregerminativo..... 184
Preparación del terreno 184
Técnicas de plantación y mantenimiento 185
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 185
Plagas y enfermedades..... 185
Informes de índices de sitio. 185
Usos 185
Características físicomecánicas de la madera. 185
21. *Maclura tinctoria* – Mora 186
Caracterización ecológica..... 186
Origen y distribución natural. 186
Fenología..... 186
Tipo y capacidad de propagación. 186

Trasplante 186
Condiciones requeridas para la propagación del Mora..... 187
Preparación del terreno 187
Técnicas de plantación y mantenimiento 187
Usos 187
22. *Mauritia flexuosa* – Moriche.....190
Caracterización ecológica 190
Origen y distribución natural. 190
Fenología.....190
Tipo y capacidad de propagación. 191
Preparación del terreno 191
Técnicas de plantación y mantenimiento 191
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 191
Plagas y enfermedades..... 191
Usos 191
23. *Mespilodaphne cymbarum* – Sasafrás, Cascarillo 194
Caracterización ecológica 194
Origen y distribución natural. 194
Fenología.....194
Tipo y capacidad de propagación. 194
Preparación del terreno 194
Usos 194
Mercados 195
24. *Mimosa trianae* – Yopo café 197
Caracterización ecológica 197
Origen y distribución natural 197
Fenología..... 197
Tipo y capacidad de propagación. 197
Trasplante 197
Preparación del terreno 198
Técnicas de plantación y mantenimiento 198
Trazado..... 198
Ahoyado 198
Enmiendas 198
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 199
Plagas y enfermedades.....199
Usos 199
25. *Moquilea pyrifolia* – Merecure.....201

Caracterización ecológica 201
Origen y distribución natural. 201
Fenología.....201
Tipo y capacidad de propagación. 201
Preparación del terreno 201
Técnicas de plantación y mantenimiento 201
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 201
Plagas y enfermedades..... 202
Usos 202
26. *Parahancornia oblonga* – Salivón.....205
Caracterización ecológica 205
Origen y distribución natural. 205
Fenología.....205
Tipo y capacidad de propagación. 205
Preparación del terreno 205
Técnicas de plantación y mantenimiento 205
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta ... 206
Plagas y enfermedades..... 206
Usos 206
27. *Platycarpum orinocense* – Chaparro suave, Chaparro gigante ... 209
Caracterización ecológica 209
Origen y distribución natural. 209
Fenología..... 209
Tipo y capacidad de propagación. 209
Preparación del terreno 209
Usos 210
28. *Robrichia schomburgkii* – Dormidero 213
Caracterización ecológica 213
Origen y distribución natural 213
Fenología..... 213
Tipo y capacidad de propagación 213
Preparación del terreno 214
Técnicas de plantación y mantenimiento 214
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 214
Plagas y enfermedades..... 215
Usos 215
Características físicomecánicas de la madera. 215
29. *Simaba orinocensis* – Ciruelo, machaco de agua, simarrú de agua..... 217

Caracterización ecológica 217
Origen y distribución natural. 217
Fenología..... 217
Tipo y capacidad de propagación. 217
Preparación del terreno 217
Técnicas de plantación y mantenimiento 217
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 218
Plagas y enfermedades..... 218
Usos..... 218
30. *Simarouba amara* - Machaco, Simarrú 221
Caracterización ecológica 221
Origen y distribución natural. 221
Fenología..... 221
Tipo y capacidad de propagación 221
Preparación del terreno. 222
Técnicas de plantación y mantenimiento 222
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta. ...224
Plagas y enfermedades.....224
Usos..... 225
Características físicomecánicas de la madera. 226
Mercados 226
31. *Syagrus orinocensis* – Churruvay 229
Caracterización ecológica 229
Origen y distribución natural. 229
Fenología..... 229
Tipo y capacidad de propagación 229
Preparación del terreno 229
Técnicas de plantación y mantenimiento 229
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 230
Plagas y enfermedades.....230
Usos 230
32. *Terminalia amazonia* – Macano, Mosco, *Buchenavia tetraphylla* y *Buchenavia viridiflora* – Macano de rebalse, mosco de rebalse.....233
Caracterización ecológica 233
Origen y distribución natural. 234
Fenología.....234
Tipo y capacidad de propagación. 235

Preparación del terreno 235
Técnicas de plantación y mantenimiento 235
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 236
Plagas y enfermedades.....236
Informes de índices de sitio. 236
Usos 237
Características físicomecánicas de la madera. 237
33. *Vitex capitata & Vitex orinocensis* – Guarataro, Nocuito.....239
Caracterización ecológica 239
Fenología.....239
Tipo y capacidad de propagación 239
Preparación del terreno 239
Técnicas de plantación y mantenimiento 239
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta ... 240
Plagas y enfermedades..... 240
Usos 240
34. *Vochysia ferruginea* – Botagajo 243
Caracterización ecológica 243
Origen y distribución natural. 243
Fenología.....243
Tipo y capacidad de propagación. 244
Preparación del terreno 244
Técnicas de plantación y mantenimiento 244
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta ... 244
Plagas y enfermedades..... 245
Usos 245
Características físicomecánicas de la madera. 245
Mercados 245
35. *Vochysia lehmannii – & Vochysia venezuelana* Saladillo blanco...247
Caracterización ecológica 247
Origen y distribución natural. 247
Fenología.....247
Tipo y capacidad de propagación. 247
Preparación del terreno 248

Técnicas de plantación y mantenimiento 248
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 248
Plagas y enfermedades.....248
Usos 248
Características físicomecánicas de la madera 248
36. *Zanthoxylum rhoifolium* – Tachuelo 253
Caracterización ecológica 253
Origen y distribución natural. 253
Fenología..... 253
Tipo y capacidad de propagación. 253
Preparación del terreno 253
Técnicas de plantación y mantenimiento 254
Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta 254
Plagas y enfermedades.....254
Usos 254
Características físicomecánicas de la madera. 255
Referencias citadas 256

Lista de figuras, fotografías y tablas

Figura 1. Tres estrategias comunes para incentivar la cubierta forestal; de izquierda a derecha, Regeneración Pasiva, Nucleación Aplicada y Plantaciones Forestales Tradicionales 31

Figura 2a. Eventos de incendios alrededor la estación de investigación Carimagua 1999-2024 según datos de satélite MODIS..... 34

Figura 2b. Cambio de cobertura del suelo en la estación de investigación Carimagua de Agrosavia antes y después de la investigación de Torrijos (1996) 35

Figura 3. 10 reglas de oro para la reforestación 43

Figura 4. Vista esquemática de un programa de reforestación exitoso 47

Figura 5. Hectárea modelo de arreglo silvopastoril de 41 árboles por hectárea de dormidero (verde) y caruto (azul). 66

Figura 6. Principales focos de investigación e implementación en la restauración y reforestación con especies nativas en la Orinoquia Colombiana 75

Figura 7. Paisajes de la Orinoquia y Áreas WePlan para la restauración 82

Figura 8. Dos esquemas de plantación de cacay 125

Figura 9. Porcentajes comparativos de grasas, proteínas y carbohidratos en varias nueces 126

Fotografía 1. Regeneración masiva favorecida por los incendios de *Acacia mangium* en el Vichada tras la muerte de la plantación por senescencia y otros factores, invadiendo la sabana y matorrales cercanos..... 27

Fotografía 2. Formación natural de núcleos en la sabana del Vichada 32

Fotografía 3. Transición abrupta entre el bosque y la sabana en paisajes frecuentemente quemados. 36

Fotografía 4. Contraste entre la sabana donde el fuego se detuvo durante cinco años (lado inferior del bosque de galería) 37

Fotografía 5. Morichal restaurado entre 2014 (izquierda) y 2022 (derecha) y un antiguo bosque de moriche con un sotobosque bien desarrollado (abajo) en Hacienda El Manantial, Puerto López, Meta 38

Fotografía 6. Desarrollo de un saladillal, dominado por el árbol de saladillo colorado (*Caraipa llanorum*) después de varios años de respiro de los incendios en las zonas de amortiguamiento de Hacienda El Manantial, Puerto López, Meta 40

Fotografía 7. Algunos ejemplos de cercas vivas para evitar el paso del ganado..... 59

Fotografía 8. Cerca viva de granadilla de olor o Burucuña (*Passiflora nítida*), especie nativa de las sabanas de la Orinoquia 60

Fotografía 9. Cerca viva de *Heteropterys alata* 61

Fotografía 10. Evolución anual de una cerca triangular de 1.5 m de altura para árbol individual (*Enterolobium barinense*) de 2019 a 2024 en Puerto López, Meta 65

Fotografía 11. Milpo o Flormorado, *Erisma uncinatum*, en bosque de galería de Puerto Carreño, Vichada 70

Fotografía 12. Crecimiento de *Pachira quinata*, procedencia Paz de Ariporo, Casanare, de 2018 a 2023 sembrada en HEM (Puerto López, Meta) con diámetros de los últimos tres años 71

Fotografía 13. *Attalea butyracea*, vereda Mapoy, Tame, Arauca..... 72

Fotografía 14. *Cavanillesia* sp en la Reserva La Ventana, Vichada.....73

Fotografía 15. Vivero de HEM en Puerto López, Meta..... 79

Fotografía 16. Plantaciones industriales de *Acrocomia aculeata* en el cerrado brasileño para beneficio del aceite del fruto. 91

Fotografía 17. Palma cucurita creciendo en afloramientos del escudo guyanés cerca a Casuarito, Vichada..... 102

Fotografía 18. Semilla de yopo negro 97

Fotografía 19. Diferencia entre las ramitas cuadradas de *Calophyllum pachyphyllum* (izquierda) y las redondas de *C. brasiliense*.....116

Fotografía 20. Saladillal (agrupación de saladillo) desarrollándose en varios entornos 120

Fotografía 21. Máquinas artesanales para la extracción de almendra de sarrapia..... 140

Fotografía 22. Frutos de las tres especies de *Enterolobium* en la Orinoquia 149

Fotografía 23. Árbol de 4.5 años de edad de *E. barinense* en Puerto López, Meta 150

Fotografía 24. Plántula de *Platycarpum orinocense* en tubete del vivero GenLyptus. 210

Fotografía 25. Herramientas para la escarificación del dormidero 214

Fotografía 26. Plantacion de *Simarouba amara* en Puerto López, meta, a los cuatro años de edad..... 223

Fotografía 27. La polilla (*Atteva pustulella*) del Machaco (*Simarouba amara*) y arbolito afectado..... 225

Fotografía 28. Palma de churruvay a los cinco años de sembrada, Puerto López, Meta.... 230

Fotografía 29. Diferencia entre las hojas de *Terminalia amazonia* (izq.) y Buchenavia *tetraphylla* (der.) 234

Fotografía 30. Árbol maduro de *Vochysia lehmannii*, Tame, Arauca. 248

Fotografía 31. Plantaciones de 4 años en 2021 de *Vochysia lehmannii* en Puerto López, Meta 249

Fotografía 32. Árbol de *Vochysia lehmannii* de la plantación de la figura 27 luego de un año de plantado.....249

Fotografía 33. Plantaciones de *Vochysia venezuelana* de 5años de edad en 2024, Rancho Caimán, Puerto Carreño, Vichada 250

Fotografía 34. Ramas y tronco de tachuelo, Puerto lópez, Meta 254

Tablas 1-10. Modelos de restauración por paisajes 49-58

Tabla 11. Especies de árboles y palmas nativos sembradas para reforestación y restauración en la Hacienda El Manantial – HEM 76

Tabla 12. Áreas potenciales para restaurar en la Orinoquia Colombiana según WePlan.....81

Tabla 13. Especies seleccionadas por paisaje como muy adecuadas en la Matriz General De aPtituD De esPecies nativas De la OrinOquia 85

Tabla 14. Rendimiento de varios oleocultivos.....90

Tabla 15. Proporción de ácidos grasos en varios aceites vegetales.....127

Tabla 16. Parámetros dendrométricos de una plantación de *Goupia glabra* a los siete años de Edad en Brasil 161

Tabla 17. Datos de Plantaciones de algarrobo en Venezuela..... 170

Tabla 18. Precios de la madera de pavito según CORMACARENA.....177

Tabla 19. Propiedades de la madera del congrio 186

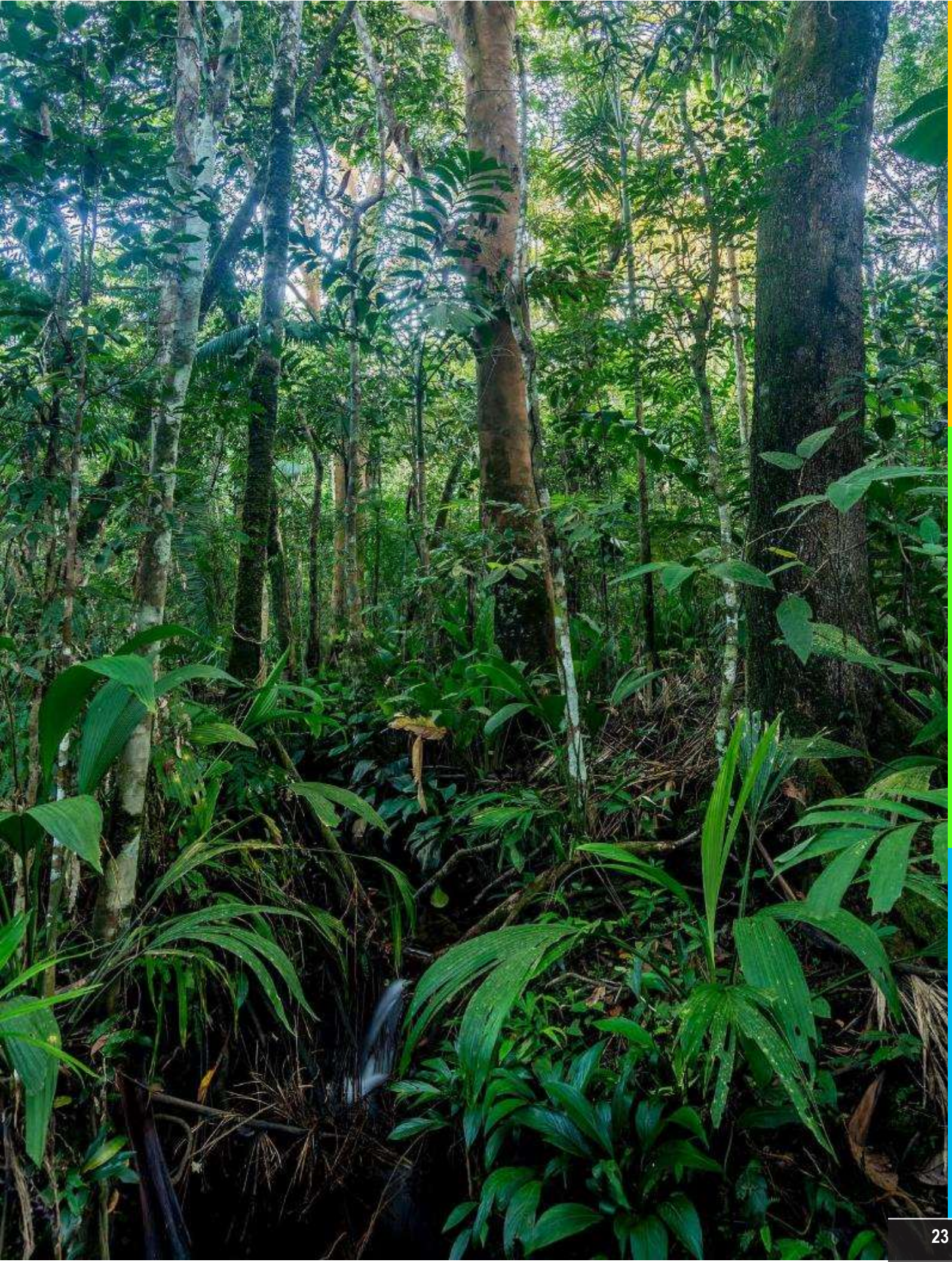
Tabla 20. Precio promedio por producto de madera de Botagajo según CORMACARENA 245

Introducción

El Proyecto Biocarbono Orinoquia – Paisajes sostenibles bajos en carbono busca identificar y desarrollar alternativas que permitan contribuir con la mejora de las condiciones para la planificación y producción agropecuaria sostenible, con el fin de garantizar la disminución en las emisiones de Gases Efecto Invernadero. La iniciativa es liderada por el Gobierno nacional con apoyo del Banco Mundial y se implementa en los departamentos de Arauca, Casanare, Meta y Vichada.

El componente de especies nativas en el Proyecto Biocarbono pretende de manera general la identificación, focalización, difusión y documentación de estrategias de conservación, propagación y acceso al recurso genético de especies nativas de la Orinoquia, recopilando la información existente y haciéndola accesible al usuario final. De igual manera también se pretende la implementación de ean aes tecnológicas en la multiplicación de especies haciendo accesible los conocimientos aplicados de las especies de rápido crecimiento a las especies nativas. El propósito final será una apuesta productiva con análisis de ruta para lograrlo.

En este documento se caracterizan algunas de las especies nativas de importancia en la Orinoquia que no han sido usadas en la silvicultura convencional de la región y que son adaptables a silstemas agroforestales y silvopastoriles, producción de material forestal (maderables y no maderables), con uso de interés económico (maderero nativo de alto valor comercial) y ambiental (especies endémicas amenazadas que deban conservarse en los paisajes intervenidos y/o con mayor riesgo de pérdida por el emplazamiento de las actividades productivas regionales).



1.Generalidades

1.1 Restauración y reforestación como soluciones complejas

Hasta hace relativamente pocos años había poca controversia sobre sembrar árboles, lo cual se consideraba casi universalmente algo bueno. Esto ya no es el caso debido principalmente a las siguientes situaciones:

- Existe una preocupación creciente (Brancalion & Chazdon, 2017; Stevens & Bond, 2023; Veldman et al., 2015) de que se están creando bosques artificiales a expensas de otros ecosistemas sin una planeación adecuada de los efectos de dicha transformación, mencionándose en particular lo desaconsejable de transformar sabanas naturales a bosques. Los mercados voluntarios de carbono en particular han comenzado a implementar estrictas salvaguardas sociales y ambientales como parte de sus estándares para evitar la conversión de ecosistemas[1].
- Con fundamento o sin él, existe un rechazo muy generalizado del público en general[2] y una buena parte de la comunidad científica (Bayle, 2019; Liu et al., 2018) hacia los monocultivos forestales, sobre todo aquellos de especies no autóctonas al lugar o región donde se plantan, algunas de las cuales se reporta pueden ser invasoras (Limin et al., 2020; Salgado-Negret et al., 2022) en condiciones de sabana como las de la Orinoquia, como se observa en las sabanas del Vichada con la *Acacia mangium* (Fotografía 1). Se ha criticado a las plantaciones de monocultivos por tener el potencial de generar varios impactos sociales y ambientales negativos a pesar de los beneficios económicos reconocidos (Alem et al., 2015; Erskine et al., 2006). En cuanto a los impactos sociales, la introducción de plantaciones a gran escala suele conducir al cambio de propiedad de las comunidades locales a grandes empresas privadas, lo que puede acaecer en una pérdida de bienes y culturas tradicionales, derechos consuetudinarios y medios de vida asociados con el reasentamiento forzoso y distribución desigual de los recursos (Baltodano, 2000). Además, los posibles efectos sobre el medio ambiente incluyen la pérdida de productividad y fertilidad del suelo, la alteración de los ciclos hidrológicos, los riesgos de promover plagas y enfermedades, mayores riesgos de efectos adversos de incendios forestales e impactos negativos sobre la biodiversidad, entre otros muchos efectos potencialmente perjudiciales mencionados por los autores anteriormente citados.
- Existe el riesgo de que incluso al sembrar especies nativas, pero de *procedencias* de otras regiones se pueda crear una contaminación genética (Koskela et al., 2014;

1 https://verra.org/verra-releases-version-4-5-of-the-vcs-standard/

2 https://es.mongabay.com/2023/01/los-misak-luchan-contra-una-papelera-multinacional-para-recuperar-su-territorio-en-colombia/

Thomas et al., 2014)genetic resources of forest trees have been increasingly transferred, within and outside of species' native distribution ranges, for forestry and for research and development (R&D de rasgos poco adaptados a las condiciones locales en detrimento del acervo genético local, lo cual se ha reconocido en el caso de Colombia por el IAvH[3] como un riesgo. En la Orinoquia esto lo es para especies como *Terminalia amazonia*, *Pachira quinata*, *Genipa americana*, *Jacaranda copaia*, *Simarouba amara*, *Vochysia ferruginea*, que existen en otras zonas del país o del continente americano, pero cuyo acervo genético cuando se trae de otras regiones no posee las capacidades para adaptarse a lo que las variedades locales (a menudo ausentes de los catálogos proveedores de semillas y de los viveros) evolucionaron durante miles a millones de años, como suelos más ácidos, una diferente y más rigurosa estacionalidad con estaciones secas en diferentes épocas y más prolongadas, etc. Las compensaciones forestales por pérdida de diversidad en la Orinoquia a menudo se ejecutan con material vegetal traído en semillas o plántulas del occidente del país con poco o ninguna planeación de sus impactos en las variedades, clines o ecotipos locales y a menudo ni siquiera se hace el mínimo esfuerzo de imitar la composición florística local. Los miembros del equipo consultor de este documento han visto como, además de especies como la *Acacia mangium*, *Eucalyptus pellita o Gmelina arborea* incluso se utilizan otras como los cítricos (*Citrus* spp), los mangos (*Mangifera*) originarios de Asia para hacer compensaciones por pérdida de biodiversidad y restauraciones hasta en humedales, con el consiguiente fracaso, que frecuentemente se usa como conveniente y fácil excusa para argumentar que la restauración es inviable. Es imperativo que se prioricen los esfuerzos para utilizar material local (Prober et al., 2015).

- Las campañas de siembras masivas de árboles en las que se embarcan gobiernos o empresas se han desprestigiado mucho[4 5 6] debido a que, por razones más de imagen y políticas que "ecológicas", estas suelen realizarse en las épocas menos

3 https://www.elespectador.com/ambiente/bibo/saber-donde-restaurar-clave-para-recuperar-los-bosques-del-pais/

4 https://e360.yale.edu/features/phantom-forests-tree-planting-climate-change

5 https://www.vox.com/down-to-earth/22679378/tree-planting-forest-restoration-climate-solutions

6 https://www.iflscience.com/stop-planting-trees-begs-guy-who-urged-world-to-plant-a-trillion-trees-72081

idóneas (como en el medio de las épocas secas), con material vegetal inadecuado (no apto para la zona, sobrante de viveros, en pobres condiciones de vivero o nutricionales, etc.), los siembran mal (en un hoyo mal cavado y a menudo sin quitarle la bolsa o la maceta siquiera, por

Fotografía 1. Regeneración masiva favorecida por los incendios de *Acacia mangium* en el Vichada tras la muerte de la plantación por senescencia y otros factores, invadiendo la sabana y matorrales cercanos

fuente: equipo del Proyecto

ejemplo) y sin un seguimiento o mantenimiento durante al menos tres años. Tras plantarse, muchos de estos árboles quedan olvidados sin nada que evite que el ganado, el fuego, las malezas, las hormigas cortahojas o la gente los elimine.

Existe cada vez más un consenso público y científico sobre la necesidad de crear y mantener bosques estructuralmente diversos (Nyland, 2016; O'Hara, 2014; Puettmann et al., 2012). Los bosques complejos incluyen diversas características estructurales, como hábitat de vida silvestre o elementos estructurales inusuales. Los bosques complejos de edades y especies múltiples van desde una estructura simple de dos edades que podría resultar desde un bosque de protección con árboles de reserva hasta el bosque complejo y disetáneo resultante de la silvicultura de selección tradicional. Existe ciencia que respalda tanto la necesidad de rodales complejos como la silvicultura para gestionarlos. Esta silvicultura es muy variada y requiere una base sólida en la ciencia ecológica. Sin embargo, esta se basa en algo más que una ciencia ecológica: existe dentro de limitaciones que limitan lo que es operativamente posible y económicamente viable.

La intención de este documento es abordar la necesidad de una base y una justificación sólidas para diseñar e implementar rodales de múltiples especies y/o edades. Esta silvicultura puede ser menos reglamentada y más libre que la silvicultura utilizada para implementar formas de silvicultura de una sola especie y una sola edad. Los autores constatan que la preponderancia de la información sobre plantaciones forestales en Colombia se centra en la silvicultura de monocultivos coetáneos e información sobre otros enfoques es necesaria en un país megadiverso como el nuestro.

2. Silvicultura cercana a la naturaleza

La silvicultura cercana a la naturaleza es el manejo y transformación de las plantaciones "normales" a bosques permanentes y productivos. Estos principios no intentan imitar a la naturaleza, sino hacer uso de procesos naturales como la composición florística y el control de la luz para crear estructuras de rodal que produzcan beneficios económicos, ambientales, a la vez que se produce madera de calidad mediante ulteriores entresacas y raleos selectivos.

Las oportunidades ofrecidas por este enfoque son las siguientes:

- Valor agregado a los productos forestales al incrementar la proporción de maderas valiosas y de mayores diáme-

tros.

- Existe mayor oportunidad de vender maderas valiosas en pequeñas cantidades a mayores precios que las especies comerciales tradicionales y así crear incentivos para que los propietarios alarguen los turnos para esperar mayores réditos económicos. En el caso de la Orinoquia, donde especies que crecen bien en otras regiones, como la Teca, no medran, genera oportunidades de producir maderas valiosas originarias de la región que hoy se suelen extraer de los bosques naturales de forma insostenible.
- El hacer posible el uso de la regeneración natural cuando los árboles estén maduros minimiza la dependencia de las siembras y reduce mucho los costos, eliminando la necesidad de reinversiones cuando se hacen talas rasas.
- En sitios usualmente más o menos planos como la Orinoquia, este enfoque provee máximos beneficios económicos para propietarios de rodales bien estructurados al reducir los costos de cosecha, y de las operaciones de mantenimiento y de plantación.
- La silvicultura cercana a la naturaleza permite un manejo efectivo de los riesgos, pues el vuelo forestal está repartido en una gama de especies y edades en vez de rodales coetáneos y monoespecíficos donde riesgos como las plagas y los incendios se incrementan exponencialmente a medida que el valor del rodal crece.

Hoy en día existen incentivos como el mercado voluntario de carbono que presenta una mayor demanda para proyectos forestales que no sean monocultivos, debido a las salvaguardas cada vez más estrictas que se implementan en dicho mercado, que a la vez incluyen condiciones que exigen que los reforestadores/ restauradores aseguren la permanencia del vuelo forestal por lo menos durante 40 años[7] y turnos o períodos crediticios de al menos 30[8] y hasta 100 años[9], lo que presenta una aliciente y oportunidad sin precedentes para producir maderas valiosas en turnos largos con las metodologías de reforestación y restauración (ARR, A/R, etc.) o las de manejo forestal mejorado (IFM – *Improved Forest Management*).

1.2.1 Nucleación aplicada

Algo que los autores de este documento creen importante resaltar es que es transcendental recurrir a diferentes estrategias para la reforestación y la restauración en la Orinoquía, que se alejan del concepto tradicional de plantaciones forestales que suele tenerse como prácticamente el único referente para su aplicación,

7 https://verra.org/verra-releases-version-4-5-of-the-vcs-standard/

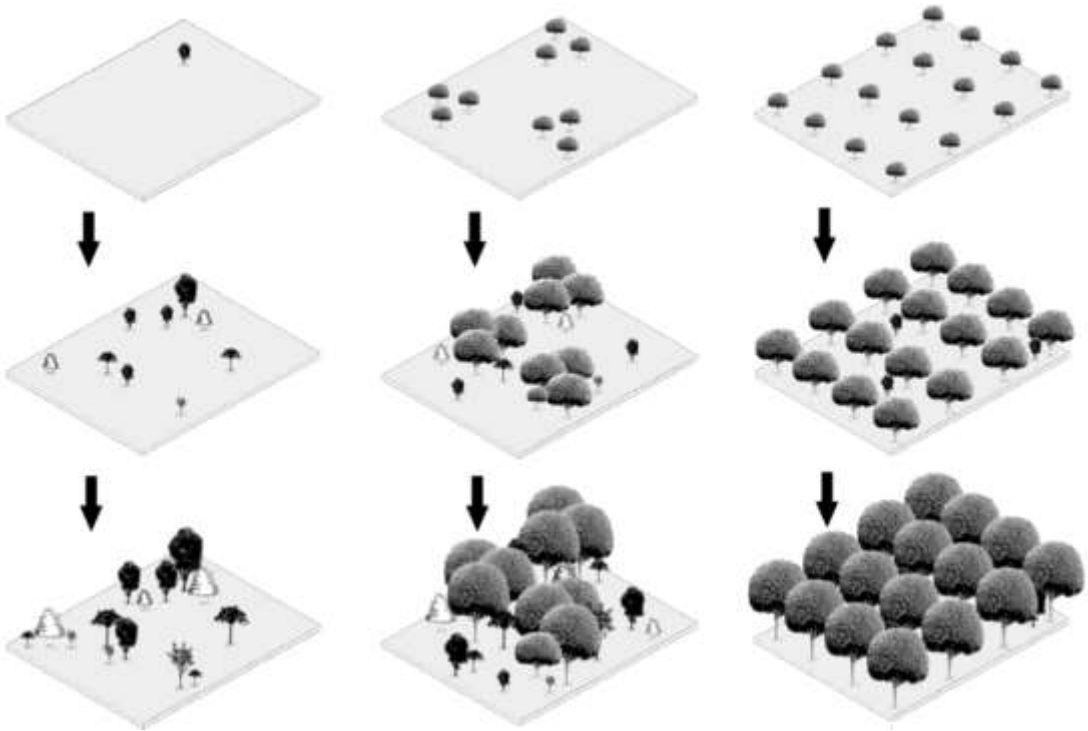
8https://globalgoals.goldstandard.org/standards/203_V1.2.1_AR_ LUF-Activity-Requirements.pdf

9https://www.cercarbono.com/wp-content/ uploads/2022/09/2022.07.29-Protocolo-de-Cercarbono-Version-4.1.pdf y nota de pie de página 7.

como suele verse en los esfuerzos privados de reforestación con especies nativas y las compensaciones por pérdida de biodiversidad exigidos por las autoridades ambientales, por ejemplo, que hacen un desproporcionado énfasis en arreglos en cuadro o tresbolillo sin una justificación real para implementar la restauración de forma esquemática y artificial.

La Figura 1muestra la secuencia temporal de tres estrategias comunes para restaurar la cubierta forestal: *restauración pasiva*, *nucleación aplicada* y *plantación*. A medida que cada diseño va avanzando (de arriba abajo en la Figura), la cubierta arbórea se expande mediante el crecimiento y la colonización de los árboles. La *restauración pasiva* produce una comunidad forestal diversa, aunque con la menor cobertura forestal de los tres escenarios, una mayor necesidad de tiempo en los procesos y no necesariamente el aseguramiento de la llegada de todas las especies esperadas. Por el contrario, la *nucleación aplicada* (Corbin & Holl, 2012) da como resultado una mayor cobertura forestal en comparación con la restauración pasiva, y una menor cobertura en comparación con la plantación, pero una comunidad más diversa en comparación con las otras estrategias. En aras de la simplicidad en este diagrama, sólo se planta un tipo de árbol en la nucleación aplicada y todas las demás especies colonizan de forma natural. En realidad, los núcleos y las plantaciones podrían y deberían variar en su composición de especies y en el número de árboles plantados.

Figura 1. Tres estrategias comunes para incentivar la cubierta forestal; de izquierda a derecha, Regeneración Pasiva, Nucleación Aplicada y Plantaciones Forestales Tradicionales



fuente: CorByn & Holl (2012)

Un enfoque de nucleación estratégicamente ubicado puede ser el más adecuado para ayudar a la regeneración con mínima intervención (comparado con los arreglos forestales de 1.111 árboles por hectárea en cuadro consuetudinariamente utilizados en compensaciones por pérdidas de diversidad y en plantaciones forestales tradicionales), ya que se asemeja a la forma en que los árboles colonizan la sabana. Hay que anotar que la regeneración pasiva avanza lentamente, porque es difícil para las semillas alcanzar y sobrevivir en zonas abiertas de sabana degradada por sí solas. Si se ayuda a crear núcleos, los bosques de sabana se desarrollan mucho más rápidamente y la oferta de semilla en el sitio por movilidad por el viento o por animales se aumenta. Esto se parece mucho a lo que ahora se llama el método Miyawaki (Miyawaki, 1993, 2004) de creación de arboledas.

Fotografía 2. Formación natural de núcleos en la sabana del Vichada

fuente: equipo consultor

Como se ilustra en la Fotografía 2, la colonización de los árboles en sabana abierta sigue un proceso natural de nucleación. En esta figura se muestra cómo, en una zona en la que el fuego se detenga al menos cinco años, se genera espontáneamente (izquierda) un núcleo con, por ejemplo, un árbol de Alcornoco *(Bowdichia virgilioides)* como centro, bajo el cual se encuentran chaparro'e vidrio *(Palicourea rigida)*, vara blanca *(Casearia sylvestris)*, malagueto *(Xylopia aromatica)* y una de las muchas especies de tuno *(Miconia albicans)* que están empezando a aparecer. En la misma figura *(derecha)*, se observa un núcleo más desarrollado rodeado por un anillo de bejuco chaparro *(Davilla nitida)*, resistente al fuego, que lo protege de fuertes incendios. Si en años posteriores el fuego tarda en alcanzar estas zonas, estos núcleos se expanden y se unen a otros creando arboledas o "matas de monte", como se les conoce en los Llanos.

2.Formaciones naturales menos diversas, su conservación, manejo y generación mediante la siembra

En la Orinoquia la dinámica natural del fuego y la adaptación de los árboles y otra vegetación a ella junto con condiciones de suelo particulares (por ejemplo las zonas inundables), propicia la creación de formaciones temporales en las que predomina una o pocas especies (Acero, 2005; Lasso & Rial, 2013). Si las perturbaciones, especialmente el fuego, se detienen o espacian en el tiempo, estas se transforman gradualmente a formaciones más diversas y complejas (Cardona-Granda & Villanueva-Rojas, 2023; Minorta-Cely & others, 2020). Algunas de estas son:

- Morichales. Predominio de la palma de moriche (*Mauritia flexuosa*).
- Saladillales. Predominio de saladillo colorado (*Caraipa llanorum*) o saladillo blanco (*Vochysia lehmannii*/*V. venezuelana*)
- Carutales. Predominio del caruto (*Genipa americana var. caruto*)
- Yopales. Predominio del yopo, *Anadenanthera peregrina*.
- Chaparrales. Predominio de Chaparro (*Curatella americana*).
- Alcornocales. Predominio de alcornoco (*Bowdichia virgilioides*)
- Congriales. Predominio de congrio (*Acosmium nitens*).

Como ocurre con otras especies forestales, como el *Pinus ponderosa* (O'Hara, 2005) en otras latitudes, debido a la sociabilidad de estas especies consigo mismas y con otras, su adaptación a regenerarse y crecer desde jóvenes a plena exposición solar, la tolerancia e incluso tendencia a la monoespecificidad, las bajas densidades por hectárea a las que suelen presentarse de forma espontánea en herbazales arbolados, y su tolerancia o adaptación al fuego no demasiado frecuente ni demasiado intenso, además de la buena forma forestal y autopoda de algunas de ellas (como el Alcornoco y el Saladillo) cuando no se ven frecuentemente azotadas por los incendios, hacen posible pensar en establecerlas de forma artificial para su manejo como plantaciones forestales coetáneas o disetáneas, varias de ellas en terrenos que harían imposible o prohibitivo plantar con las especies forestales tradicionales introducidas.

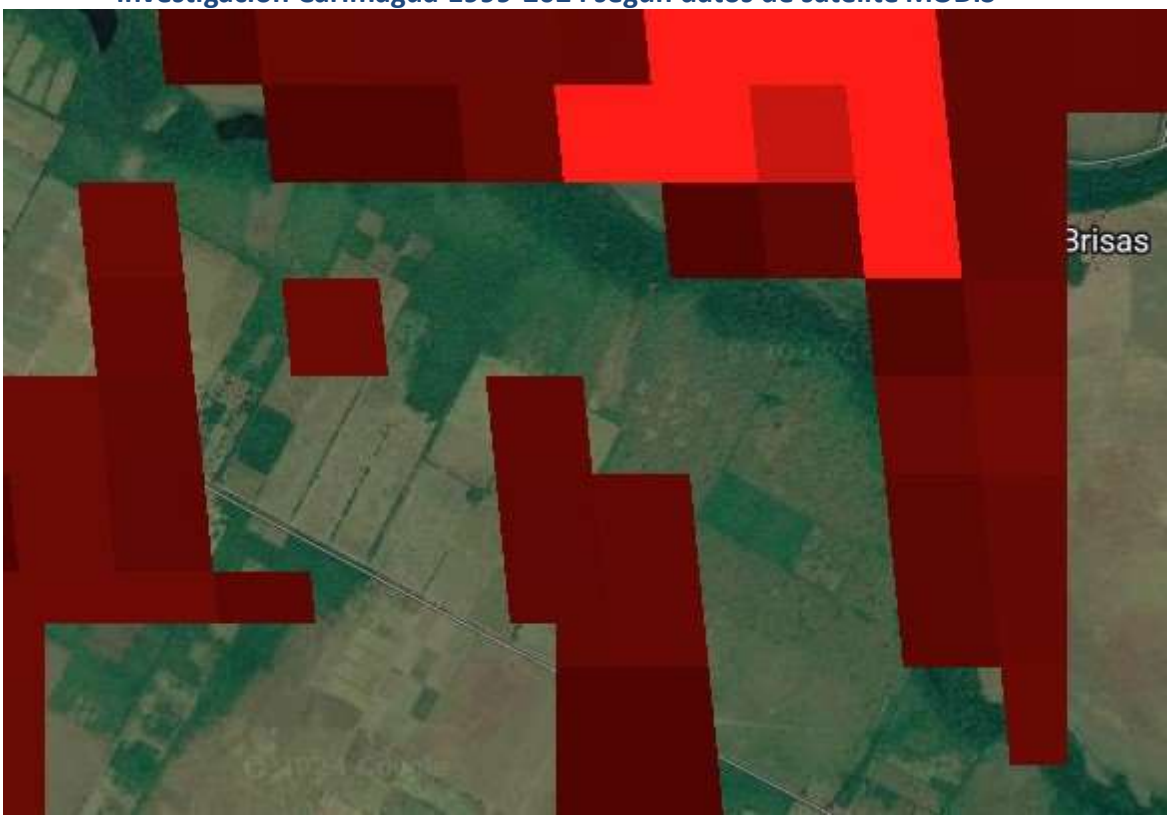
Ello tiene la ventaja adicional de su tolerancia al fuego, lo que las hace más resilientes a los incendios forestales y al cambio climático, y posibilita incluso el manejo del fuego como herramienta silvicultural, como se hace en otras latitudes (Boby et al., 2023) con especies de estas características (como el Pino de Virginia, Longleaf pine – *Pinus palustris*) mediante las quemas controladas (Kirkman & Jack, 2017; Outcalt, 2000), bien sea para estimular la regeneración, y prevenir incendios no controlados

de mayor magnitud y por ello más destructivos, así como proteger el nivel freático al reducir el número de árboles por hectárea, reduciendo así la transpiración, estimular la germinación de semillas de las especies objetivo, etc. (Nyland, 2016).

1.2.3 Dinámica del fuego y la regeneración natural en herbazales arbolados

Los ambientes de sabana (herbazales) en la Orinoquia pueden convertirse en sabanas arboladas y eventualmente en bosques, si las perturbaciones antrópicas, como se ha documentado científicamente durante décadas, por ejemplo en el Centro de Investigación Carimagua de Agrosavia (antes Corpoica) (71°18'25.9"W, 4°33'22.2"N) (Rippstein et al., 2001; Torrijos, 1996) y por otras investigaciones (Castro-Lima & Meza-Elizalde, 2021). Los terrenos utilizados para la investigación de Agrosavia nunca fueron talados y han seguido evolucionando mediante sucesión natural hasta convertirse en bosque (bosque denso bajo, según la clasificación Corine Landcover (IDEAM, 2014)). El contraste con las propiedades vecinas que han seguido siendo quemadas inmediatamente hacia el norte es bastante marcado, como se muestra en la Figura 2, y también contrastan con algunas áreas de Carimagua, propiedad que sigue siendo pastoreada por ganado en pastizales artificiales convertidos en pastos africanos.

Figura 2a. Eventos de incendios alrededor la estación de investigación Carimagua 1999-2024 según datos de satélite MODIS

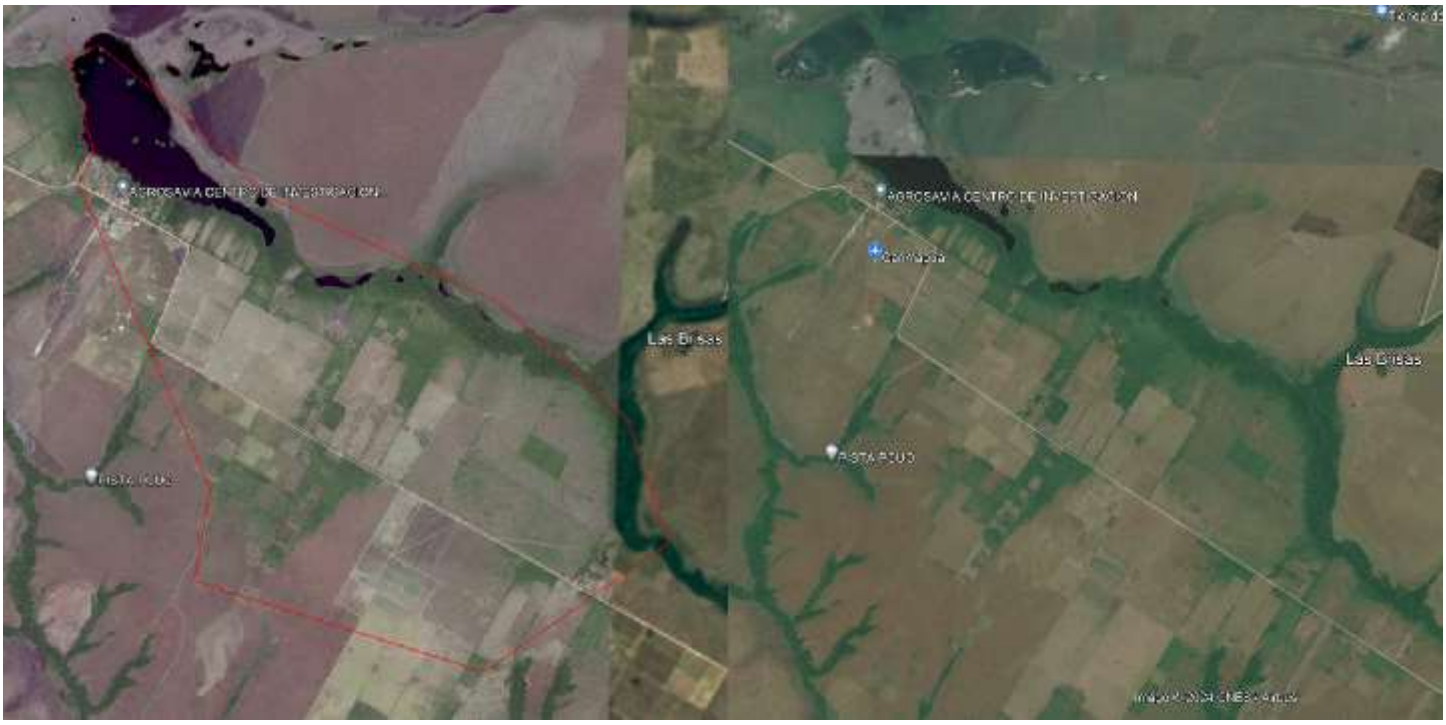


fuente: equipo consultor – Wilson caBanzo
https://code.eartHengine.google.com/aB42ef68ef7B4cB5f10d13847fc0c591

Figura 2b. Cambio de cobertura del suelo en la estación de investigación Carimagua de Agrosavia antes y después de la investigación de Torrijos (1996) a mediados de los años noventa. La flecha apunta al sitio de investigación real, pero la progresión del bosque cerca del bosque de galería se puede ver claramente en contraste con las propiedades vecinas al norte al otro lado del bosque de galería y la laguna Carimagua.

1969 1985

2013 2023



fuente: equipo consultor – Wilson caBanzo

Fotografía 3. Transición abrupta entre el bosque y la sabana en paisajes frecuentemente quemados.

fuente: equipo Consultor

El límite entre el bosque de galería y la sabana sujeta a frecuentes incendios es bastante abrupto (Fotografía 3). En la imagen el área de pastoreo es dominada por el pasto *Axonopus purpusii*. En contraste con esto, cuando los eventos de incendio se vuelven más naturales y espaciados en el tiempo, como se puede ver en la Fotografía 4, en la parte izquierda de la imagen de arriba, se genera una transición considerablemente más difusa entre sabana y bosque de galería en un área protegida de incendios forestales durante cinco años. Nótese cómo la vegetación a la derecha, en una propiedad vecina sujeta al menos a una quema por año, está mucho más dominada por pastizales bajos con muy pocos árboles y con una transición mucho más repentina de sabana a bosque de galería en el medio. Los marcados efectos de los incendios demasiado frecuentes se ven más fácilmente en las lomas, que son iguales en ambos lados.

Los primeros investigadores de esta dinámica (Blydenstein, 1967; Vincelli, 1980) señalaron que la abrupta transición de sabana a bosque de galería que generalmente se observa en la

Orinoquia se debe a los frecuentes incendios y a la formación de un ecosistema separado, resistente al fuego, similar al mencionado anteriormente en arboledas aisladas, que limita el ingreso de incendios forestales moderados al bosque. Esta barrera, sin embargo, puede ser superada mediante conflagraciones suficientemente grandes, lo que hace que el bosque pierda terreno. La composición de esta frontera varía de una región a otra, pero sus componentes habituales son los árboles *Xylopia aromatica, Byrsonima crasifolia, Tapirira guianensis, Miconia albicans, Miconia stenostachya, Miconia rubiginosa, Bowdichia virgilioides, Siparuna guianensis, Jacaranda obtusifolia,* así como el *Smilax spp, Davilla nitida* y otras.

Fotografía 4. Contraste entre la sabana donde el fuego se detuvo durante cinco años (lado inferior del bosque de galería) y la sabana frecuentemente quemada por la gente (lado superior del bosque de galería) en Meta, en zonas de amortiguamiento de Hacienda El Manantial, Puerto López, Meta. En la foto de abajo se ve el desarrollo del herbazal arbolado desde tierra

fuente: Hacienda el Manantial

La fuerza del incendio resultante del sotobosque puede variar dependiendo de la combustibilidad de la hojarasca y la fuerza de los vientos. En un incendio moderado, la hojarasca se consume por completo y sólo las plántulas y los árboles jóvenes se ven afectados. En incendios fuertes, en años muy secos, con vientos fuertes y secos, los incendios pueden quemar todo menos los árboles más grandes.

Estos eventos pueden ser considerados responsables de las interrupciones anómalas que a veces se observan cerca de los ríos, donde el bosque se interrumpe por algunos metros y la sabana toca directamente el río. Sin embargo, estos eventos extremos parecen ser raros y en la mayoría de los incendios que ingresan al bosque de galería en la Orinoquia, sobreviven árboles de más de 10 cm de DAP.

Fotografía 5. Morichal restaurado entre 2014 (izquierda) y 2022 (derecha) y un antiguo bosque de moriche con un sotobosque bien desarrollado (abajo) en Hacienda El Manantial, Puerto López, Meta

fuente: Hacienda el Manantial,

Las observaciones en proyectos de restauración en los Llanos Orientales de pastizales boscosos húmedos de palma Moriche *(Mauritia flexuosa)* (Fotografía 5) y saladillo rojo *(Caraipa llanorum)* (Fotografía 6) y ambientes de sabana boscosa dominados por Chaparro y Alcornoco *(Bowdichia virgilioides)* demuestran que si se producen incendios repetidos, más con frecuencia superior a cada tres o cinco años, incluso las especies de árboles resistentes al fuego como éstos, no pueden alcanzar la madurez reproductiva necesaria para producir semillas que puedan dispersarse, así como tampoco tienen tiempo para desarrollarse lo suficiente las estructuras resistentes al fuego como la corteza corchosa, un tallo suficientemente alargado y otras como los lignotubérculos[10]. En estas condiciones, si se producen repetidos incendios durante un año, los árboles pequeños no pueden sobrevivir a la estación seca e incluso los árboles que escaparon aleatoriamente del fuego durante algunos incendios eventualmente son vencidos por repetidos incendios y mueren.

Cuando esto ocurre, y ocurre frecuentemente a lo largo de la Orinoquia, el paisaje resultante gradualmente queda completamente dominado por pastos de matas como *Trachypogon* spp, *Paspalum* spp, entre otros, y juncos especializados como *Bulbostylis paradoxa*, con la única excepción de árboles que tienen un estado alternativo de sufrútice como *Byrsonima verbascifolia*, *Palicourea rígida* y *Casearia sylvestris* var,*lingua* (varablanca), que producen semillas viables cuando solo tienen unos cuantos cm de altura. Sin embargo, cuando los incendios se vuelven menos frecuentes, estos pueden convertirse en arbolitos retorcidos de hasta 5 m de altura con una capa de corcho suberoso muy espesa e ignífuga.

Como se explicó anteriormente, el patrón de propagación del fuego, junto con una etapa temprana de vida de los árboles explícita y vulnerable al fuego, afecta la densidad de los árboles y el patrón espacial. La densidad de árboles depende en gran medida tanto de la frecuencia de los incendios como de la competencia entre árboles, aunque la frecuencia de los incendios, que induce interacciones indirectas entre los árboles y entre los árboles y el pasto, parece ser el factor crucial que controla la transición de la extinción de los árboles en la que la sabana se convierte en herbazal no arbolado. Dependiendo de los parámetros, los árboles adultos pueden disponerse en diferentes patrones regulares o agrupados, estos últimos de dos tipos diferentes (Bosque denso y Bosque abierto).

10 los lignotubérculos son estructuras de engrosamiento en la base del cuello de las plantas de adaptación al fuego que algunas especies han desarrollado que les permiten tener yemas dormantes bajo estructuras de protección y que se activan luego de la acción del fuego, muy desarrollado y estudiado en *Eucalyptus* (Cardona-Granda, 2006). Estructuras similares en la vegetación de la Orinoquia les permite resistir hasta cierto punto los incendios (Castro-Lima & Meza-Elizalde, 2021).

Además, y como reconocieron los investigadores mencionados y lo demuestra la experiencia en HEM y en Carimagua, la presencia de árboles en ambientes de sabana a menudo presenta un gradiente dependiendo de la gravedad y frecuencia de los incendios. Las zonas más afectadas por los incendios suelen ser las lomas bajas y onduladas conocidas localmente como "serranía". Este tipo de sabana se presenta en la topografía escarpada de la altillanura sobre suelos erosionados con una capa superficial acumulada de grava de plintita y exposición ocasional de capas duras, afloramientos rocosos de arenisca y guijarros de cuarzo blanco. Esta es una sabana de pastos bajos dominada por *Paspalum carinatum* y *Ctenium concissum* y algunas otras especies de pastos y juncos. En zonas más planas alejadas de los ríos y que, como las lomas, pueden tornarse extremadamente resecas durante la estación del llamado verano en la Orinoquia, la hierba dominante suele ser *Paspalum lanciflorum*. Si los incendios son frecuentes, los árboles son escasos y se encuentran más fácilmente junto a afloramientos rocosos o en los barrancos y pequeños valles entre las lomas, conocidos localmente como *culatas*, donde se puede encontrar más humedad o refugio contra los incendios.

Fotografía 6. Desarrollo de un saladillal, dominado por el árbol de saladillo colorado (*Caraipa llanorum*) después de varios años de respiro de los incendios en las zonas de amortiguamiento de Hacienda El Manantial, Puerto López, Meta

fuente: Hacienda el Manantial

Las áreas con escasa presencia humana y ayudadas por una topografía relativa a los vientos alisios predominantes del noreste

con un patrón de drenaje de oeste a este y barrancos protegidos en las cabeceras de pequeños arroyos y en algunas laderas abiertas orientadas al sur en las lomas de la serranía crean cortafuegos naturales que permiten relictos. Los bosques persisten y se expanden, y se genera un gradiente natural de rodales abiertos de Alcornoco y Chaparro, y otros árboles resistentes al fuego con exuberantes herbazales en el medio, como *Axonopus purpusii* y *Andropogon bicornis*, que a menudo acompañan la disminución gradual de la humedad del suelo que rebaja gradualmente desde el bosque de galería hacia la sabana.

Como se mencionó anteriormente, con quemas poco frecuentes se forma un mosaico de sabana con pastizales boscosos y arboledas derivadas de los procesos de nucleación naturales. Estas arboledas irradian hacia afuera con árboles que crecen bajo la sombra protectora de los pioneros chaparros y alcornocos que son capaces de colonizar los pastizales abiertos. Estas arboledas nucleadas se forman a partir de semillas traídas allí por aves que se posan sobre ellas para observar a sus presas, o por murciélagos (como ocurre con *Vismia* y *Calophyllum*), o por otros animales (zorros, tapires, ciervos) que se refugian bajo la sombra de esos primeros árboles en campos abiertos.

1.2.4 Reforestación y restauración biodiversa

Una plantación biodiversa puede reconocerse (Andres et al., 2023) como aquella que hace referencia a una comunidad vegetal autosuficiente y resiliente a las perturbaciones que contenga una mezcla de especies nativas de diferentes orígenes de procedencia con rasgos funcionales, que a su vez que respaldan funciones clave de la comunidad de referencia en base a la cual se estableció.

La reforestación biodiversa presenta una alternativa eficaz a los monocultivos para el secuestro de carbono y la generación consiguiente de importantes volúmenes de madera, con co-beneficios reconocidos para la conservación (Bekessy & Wintle, 2008; George et al., 2012; Standish & Hulvey, 2014) y beneficios positivos para la salud humana y bienestar (Russell et al., 2013; Speldewinde et al., 2015; Turner Skoff & Cavender, 2019). La provisión de servicios ecosistémicos es mayor cuando se seleccionan diversas mezclas de especies nativas para plantaciones de restauración en comparación con monocultivos de árboles (Bullock et al., 2011; Hua et al., 2016; Lamb, 2018). Por ejemplo, las plantacio- nes biodiversas brindan mejores servicios de aprovisionamiento, como la calidad del agua y la estructura del hábitat, una mayor disponibilidad de nutrientes del suelo (Cunningham et al., 2015) y una mayor productividad (Cardinale et al., 2012) en relación con mezclas de baja diversidad. También es probable que las plantaciones biodiversas con especies nativas produzcan mayores servicios de regulación en el largo plazo, debido a su capacidad de adaptarse al clima y a perturbaciones como incendios, sequías y herbivoría (Cunningham et al., 2015; Gong et al., 2020).

Por ejemplo, se ha descubierto que las plantaciones biodiversas proporcionan una mayor resiliencia funcional a factores estresantes como especies invasoras o patógenos (Oliver et al., 2015) y reservas de carbono más estables durante los extremos climáticos (por ejemplo, olas de calor y sequía) en comparación con plantaciones pobres en especies (Hutchison et al., 2018; Isbell et al., 2017; Osuri et al., 2020). Además, la biodiversidad brinda importantes servicios culturales a las personas, como una mejor salud mental (Berman et al., 2012), mayor vigor físico (Bell et al., 2008) y mayores vínculos comunitarios (Turner Skoff & Cavender, 2019) Sin embargo, estos beneficios para las personas sólo serán sostenibles cuando la restauración se mantenga a largo plazo mediante la gestión (por ejemplo, prevención de la deforestación y mitigación del riesgo de malezas o incendios). Por lo tanto, las estrategias a largo plazo para mantener los beneficios del secuestro de carbono deben reconocer e incorporar el papel explícito que desempeñan las personas y sus valores en el manejo de las plantaciones.

Para encarar tanto el cambio climático como la pérdida de biodiversidad, un proyecto de reforestación ideal incluiría una diversidad de especies en su protocolo de plantación. En realidad, los proyectos de reforestación varían ampliamente en sus contribuciones a la biodiversidad debido a diferencias en la comprensión fundamental de lo que significa "biodiversidad" y, por lo tanto, cómo se incorpora a la plantación (Tabla 1). Idealmente, la recuperación de la biodiversidad debería definirse como la biodiversidad en la práctica de restauración como aquella que contiene >80% de la composición de especies, además de características físicas, estructurales y funcionales comparables a las de un sitio de referencia.

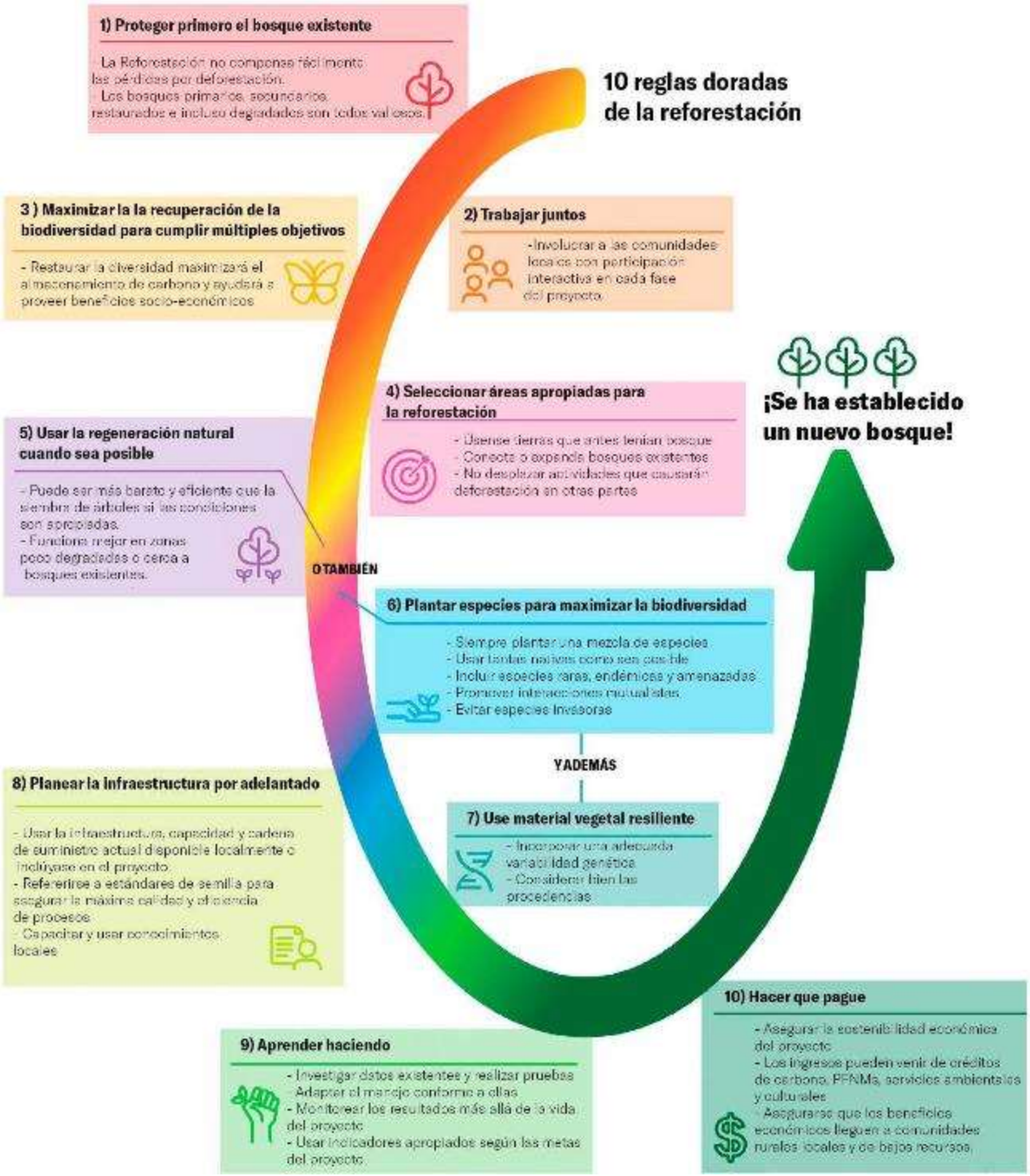
Un enfoque adecuado debe proporcionar estrategias claras para las actividades de restauración ecológica, que incluyan metodologías de planificación, implementación y monitoreo, así como un marco para evaluar periódicamente los resultados generales de la restauración. Creemos que las actividades de reforestación de la biodiversidad para la captura de carbono deben apuntar a la restauración de los ecosistemas cuando sea posible y considerar la adopción de estos estándares como mejores prácticas, máxime cuando el equipo consultor de este documento conoce que la mayor parte de los esfuerzos de restauración y compensación por pérdida de diversidad en la Orinoquia adolecen de una carencia crónica de estrategia, sitio de referencia para comparar su efectividad y justificación en cuanto a estructura florística, funcional y de rodal, y lo que es peor, de seguimiento que asegure su permanencia en el tiempo.

Es totalmente posible utilizar estratégicamente el conoci-

miento anterior sobre las especies nativas y la dinámica de los ecosistemas en los bosques de sabana, como lo demuestran proyectos pioneros con trayectoria en la Orinoquia.

Es recomendable seguir reglas bien reconocidas para el éxito de proyectos de forestación cercanos a la naturaleza (Figura 3) (Di Sacco et al., 2021).

Figura 3. 10 reglas de oro para la reforestación



fuente: di Sacco et al. 2021

Además, a continuación, destacamos ciertas cuestiones que son particularmente relevantes para garantizar el éxito de proyectos de reforestación o restauración en la Orinoquia:

- **Plantar en el momento adecuado es crucial.** Muchas de las especies recomendadas tienen semillas disponibles de enero a marzo. Si la semilla se recolecta/obtiene a tiempo y se usa rápidamente en el vivero, la planta resultante estará lista para el campo a mediados de junio-julio, lo cual es justo para que el árbol pueda aprovechar suficientes días de lluvia después de haber sido plantado con un suelo húmedo, hasta que las lluvias disminuyan a finales de octubre. Esto permite que la plántula desarrolle suficiente raíz y otros sistemas para resistir la próxima estación seca. Según la experiencia de los consultores, plantar a finales de año conlleva un riesgo innecesario de mayor mortalidad y frena el crecimiento de los árboles. Se ha observado que los árboles plantados demasiado tarde, en diciembre, por ejemplo, tuvieron un rendimiento inferior al de los árboles plantados en julio del año siguiente, después de dos años en el campo.
- **El uso de semillas con baja diversidad genética puede causar problemas debido a la depresión endogámica.** Para evitar problemas, las recolecciones de semillas deben realizarse de al menos 20 árboles individuales. Estos árboles semilleros deben estar separados por una distancia de al menos 200 m (para reducir la probabilidad de incluir parientes cercanos en la colección) (Cornelius & Ugarte, 2010). Las semillas no deben adquirirse de fuentes poco fiables, con lo que es muy probable que la semilla proveniese de uno o unos pocos árboles con alta producción de semillas, pero quizás con características genéticas pobres o alto grado de parentesco.
- **La procedencia adecuada del material vegetal es de suma importancia para una implementación exitosa.** Si bien algunas de las especies recomendadas para la Orinoquia existen en otras regiones del país o incluso en otras partes de América Latina (e.g. *Simarouba amara, Jacaranda copaia, Terminalia amazonia, Goupia glabra, Pachira quinata, Genipa americana, Vochysia ferrugínea*, etc.), no se puede subestimar la importancia de las fuentes locales (procedencias) de material vegetal; a lo largo de miles de años de evolución, estas ya presentan una adaptación local y están en sintonía con el clima y la estacionalidad particular, sin mencionar el suelo y las plagas, en comparación con procedencias extrañas, que en la Orinoquia generalmente no sobreviven más allá de unas pocas o incluso apenas una estación seca.
- Asimismo, debe evitarse ceder a la tentación de iniciar programas de restauración o reforestación con material vegetal fácil de conseguir, pero de dudosa adaptabilidad

o calidad genética y vigor. Es demasiado frecuente ver en los viveros de la Orinoquia especies como el cajeto, yátago o nacedero (*Trichantera gigantea*), la ceiba (Ceiba *pentandra*), el samán (*Albizia saman*) y el guásimo (*Guazuma ulmifolia*) entre otras, especies poco adaptadas a la dinámica climática y a los suelos de la mayor parte de la región, donde se dan marcados cambios entre periodos húmedos y secos; y lo que es peor, con semilla procedente de otras regiones del país con condiciones completamente diferentes, y que predominan en los viveros porque se consiguen con mucha más facilidad que las especies de la biodiversidad local, y es a lo que están acostumbrados los técnicos recién llegados de la zona andina o del caribe que tienen un conocimiento apenas superficial de la flora y ecología de la Orinoquia. Esto ha causado el fracaso de numerosos proyectos con especies nativas y no solo en la Orinoquia, sino en muchas regiones del país.

•Oferta de material vegetal. En la Orinoquia existen limitaciones logísticas reales en cuanto a mano de obra disponible localmente, disponibilidad de semillas, capacitación de equipos y capacidad instalada de los viveros locales para proporcionar la cantidad de plantas que proyectos de gran escala necesitarán, sobre todo en su primer año. Por lo anterior es recomendable siempre planificar de manera gradual la producción.

•Planificar de acuerdo con la época de cosecha. La temporada de disponibilidad de semillas en la Orinoquia coincide con el inicio de la estación seca, que comienza a mediados de diciembre y dura hasta finales de abril o mediados de mayo. No debe subestimarse la importancia de ponerse en contacto con los proveedores de plantas y semillas antes de que finalice el año anterior, con el objeto de planificar las cosechas. Además, muchas semillas tropicales son recalcitrantes, lo que significa que no pueden almacenarse durante más de unas pocas semanas, a veces días. La mayoría de las especies de árboles recomendadas para reforestación o restauración en la sabana de la Orinoquia son recalcitrantes y altamente estacionales, lo que significa que, si se pasa por alto el estrecho margen de disponibilidad, se pierde un año entero y no se puede obtener (buena) semilla a ningún costo. Por otro lado, las especies de árboles adaptadas a ambientes más húmedos a menudo tienen disponibilidad de semillas más adelante en el año, ya que evolucionaron para sincronizar la liberación máxima de semillas con el pico de la temporada de lluvias (junio/julio) en lugar de al comienzo de la temporada de lluvias (abril), este es el caso de muchas especies ribereñas como *Parahancornia oblonga, Calophyllum pachyphyllum, Jacaranda copaia, Macrolobium* spp. Y otras que tienden a florecer y dar frutos más tarde en el año o cuyos frutos

son más grandes y que tardan más en desarrollarse y madurar.

•En cuanto al material vegetal, la calidad genética y el vigor, y la plantación oportuna durante la estación húmeda se generarán beneficios con árboles exitosos en el campo para las próximas décadas. Condiciones como: la siembra tardía, la escasez de semillas, las procedencias o especies inadecuadas para obtener plantas y/o semillas causarán costosos retrasos, bajos rendimientos, alta mortalidad y muchos otros problemas que pueden evitarse cosechando la especie adecuada, seleccionado el árbol indicado y utilizando la semilla y plantando en el momento indicado.

•La Orinoquia tiene un limitante biológico de cuidado que tiene que ver con las hormigas cortadoras de hojas, localmente conocidas como bachacos, u hormigas arrieras, que son la principal plaga de las plantaciones jóvenes en el oriente de Colombia. Ciertas especies tienen la ventaja adicional de no ser muy perseguidas por estos insectos como *Jacaranda copaia, Vochysia lehmannii, Caraipa llanorum, Calophyllum pachyphyllum, Genipa americana var. caruto, Matayba spp., Simarouba amara y Bowdichia virgilioides*.

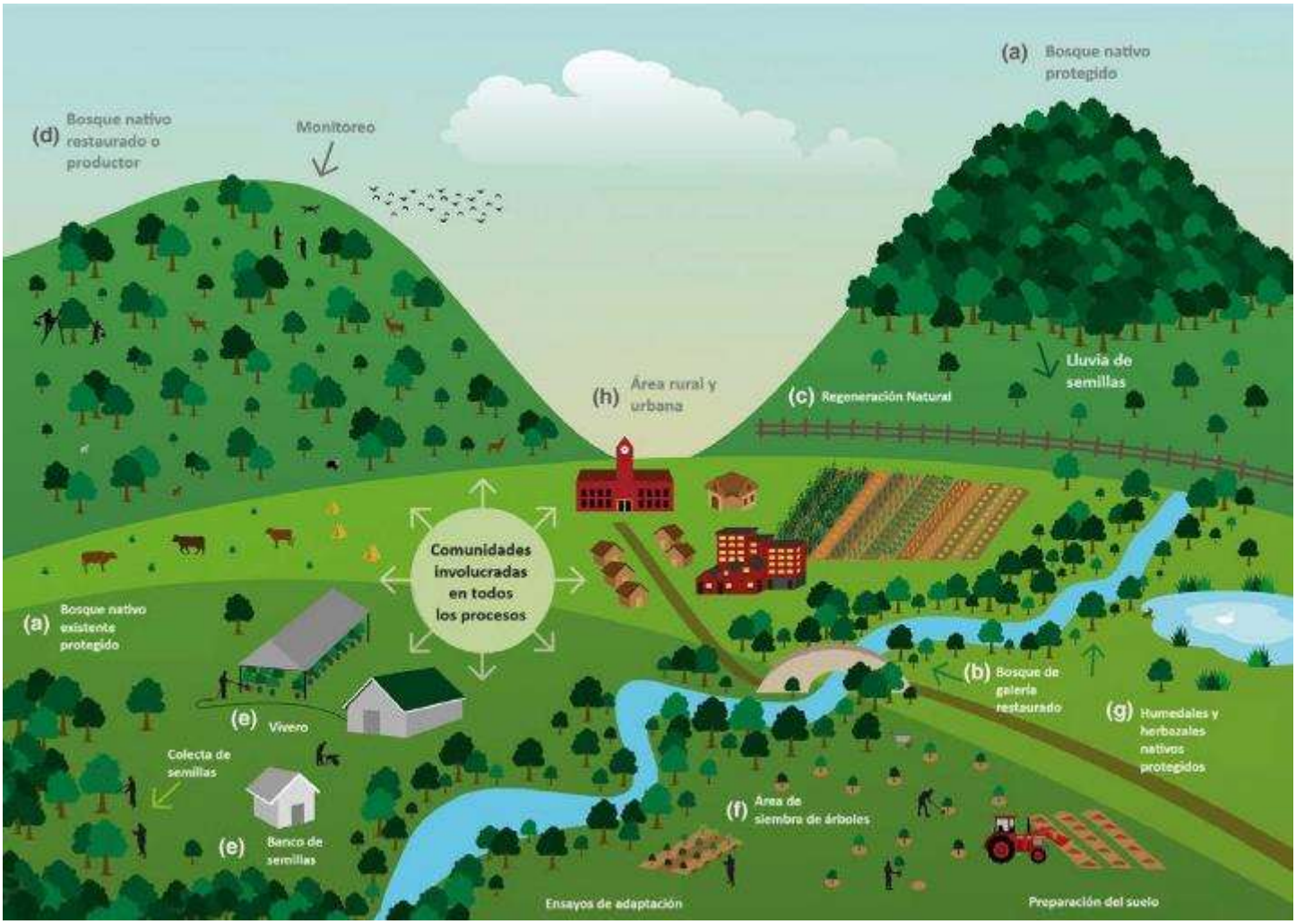
•Asimismo, especies como *Anadenanthera peregrina, Caraipa llanorum, Vochysia lehmannii, Mauritia flexuosa, Simarouba amara y Bowdichia virgilioides, Platycarpum orinocense*, aunque no son a prueba de fuego (ningún árbol lo es), ciertamente pueden resistirlo hasta cierto punto después del quinto año.

•Se ha demostrado que la intercalación de especies fijadoras de nitrógeno, como *Anadenanthera, Bowdichia y Enterolobium*, con otras como *Terminalia* y *Simarouba*, conduce a mayores rendimientos, lo cual reflejan investigaciones en otros países (Nichols & Carpenter, 2006).

•Ciertas especies de árboles como *Dipteryx odorata, Anadenanthera peregrina, Copaifera pubiflora, Genipa americana var. Caruto, Caryodendron orinocense, Hymenaea courbaril*, y otros, tienen el potencial de generar ingresos adicionales a través de la cosecha de valiosos productos no maderables como frutos, especias, nueces, resinas, compuestos bioactivos o biodiesel, colorantes, etc., que pueden alcanzar un excelente precio en el mercado. Algunas de ellas pueden dar su primera cosecha después de 3 o 4 años.

Si se siguen las recomendaciones anteriores, los componentes de un programa de reforestación exitoso tendrán todos los ingredientes necesarios para considerar un enfoque integral, como deben verse los programas de recomposición vegetal. Lo cual es descrito en detalle en el análisis a continuación (Figura 4): (a) bosques nativos existentes protegidos, ya sean antiguos o de segundo crecimiento, donde se generan y recolectan las semi-

Figura 4. Vista esquemática de un programa de reforestaciónexitoso



fuente: (di Sacco et al., 2021)

llas nativas; (b) bosque ribereño restaurado creando un corredor biológico que conecta los parches de bosque restantes; (c) un área de regeneración natural, adyacente a un bosque nativo existente que proporciona lluvia de semillas para la regeneración natural; (d) bosque nativo restaurado o de subsistencia, que podría incluir especies exóticas no invasivas útiles para productos forestales maderables y no maderables (PFNM), donde las personas monitorean la recuperación de la biomasa y la biodiversidad y donde estratégicamente ahora se utilizan como construcción de abrigo para la llegada de especies nativa; vivero de árboles y banco de semillas donde se almacenan y propagan semillas nativas; f) zona de plantación de árboles, con una sección dedicada a los ensayos de establecimiento; g) ecosistemas nativos no forestales protegidos, como pastizales y humedales; h) zonas urbanas y, con agricultura y ganadería sostenibles.

,

Las Tabla 1 a la Tabla 10 especifican algunas fichas modelo de escenarios de producción de madera, captura de carbono y fomento de la biodiversidad para su aplicación en diversos paisajes de la Orinoquia colombiana, basados en el enfoque de (Andres et al., 2023).

1.2.5 Cercas vivas y setos

En países como Francia e Inglaterra las cercas vivas, o setos, son una milenaria tradición campesina que precede incluso a los romanos. Son refugio para la fauna, barreras para el ganado, delimitación natural de predios, hábitat de enemigos naturales de las plagas y de polinizadores nativos(Maclean, 2015; Wright, 2016).

En varias regiones de Colombia se reconoce y practican métodos de setos y cercas vivas para delimitar propiedades agrícolas y como forraje para el ganado (Calle & Murgueitio, 2020). Sin embargo, en la Orinoquia, el desconocimiento de la flora nativa, muy diferente a la del occidente del país, junto con condiciones como los suelos ácidos, la fuerte estacionalidad y la poca disponibilidad de material vegetal nativo no sólo de árboles sino también de frutales, forrajeras, pastos y arbustos nativos en los proveedores de semilla y viveros de la región, limitan la adopción de sistemas con especies autóctonas mucho más idóneas y útiles para la región, su flora, fauna (incluyendo el ganado) y su gente (Murgueitio E., Galindo A. & Bothia J.L., Sossa C.P, 2017).

Mientras que las cercas de alambre son un gasto y eventualmente deben ser reparadas o cambiadas, los setos son prácticamente eternos, pudiendo durar siglos con mínimo mantenimiento, como lo demuestran los ejemplos antes mencionados.

Utilizadas creativamente, especies nativas que se tradicionalmente se han considerado molestas, como los chaparros de árbol y de bejuco se constituyen en cortafuegos naturales y unos excelentes setos permanentes. Algunos árboles y arbustos recomendados para la creación de dichos setos en zonas de sabana son:

Altillanura

- Alcornoco (*Bowdichia virgilioides*)
- Caruto (*Genipa americana var.caruto*)
- Chaparro de vidrio (*Palicourea rigida*)
- Chaparro manteco (*Byrsonima crassifolia*)
- Chaparro sabanero (*Curatella americana*)
- Gallino (*Pera glabrata*)
- Lacres (*Vismia cayennensis, Vismia baccifera*)
- Merey o marañón (*Anacardium occidentale*)
- Peralejo (*Byrsonima crispa*)
- Tuno duro (*Miconia rubiginosa* & *Miconia brevipes*)
- Tunos sabaneros (*Miconia albicans* & *Miconia stenostachya*)

Tabla 1. Cómo los motivos, métodos y resultados convergen cuando se planta para biodiversidad y captura de carbono. Ejemplos de implementación en ALTILLANURA de la Orinoquia, basado en (Andres et al., 2023)

MOTIVO	Sembrar para captura de carbono	Sembrar para biodiversidad	Sembrar para captura de carbono y biodiversidad	
EJEMPLO	Plantaciones convencionales o Miyawaki	Restauración de sabanas degradadas hacia herbazales arbolados con núcleos de alcornoco junto con palmas y especies de frutos grandes como el caruto	Restauración de áreas deforestadas que eran bosque de galería o matas	Restauración de una sabana arbolada con nucleación
DEFINICIÓN + METODOLOGÍAS	Definición: La restauración para carbono puede incluir especies no arbóreas y/o no leñosas Ejemplo metodológico: Las plantaciones mixtas pueden consistir en una mezcla de especies de árboles y arbustos locales, y pueden incluir especies de cobertura del suelo. En sitios donde por ejemplo formaciones semi-homogéneas como los saladillales, existan, se puede plantar una sola especie.	Definición: La restauración de especies nativas para restaurar la funcionalidad ecosistémica y suministrar hábitats críticos para la fauna y en particular a polinizadores y especies amenazadas. Ejemplo Metodológico: Las plantaciones mixtas deben componerse de especies locales, y se debe considerar con mucho cuidado el tipo de terreno, nivel freático, pH, suelo, etc. para sembrar cada especie en el sitio más adecuado para su desarrollo.	Definición: Reforestación biodiversa usando mezclas de especies Ejemplo Metodológico: Se debe sembrar al menos 2-5 especies de árboles y 0-5 especies de arbustos de la comunidad local; los proyectos deben fomentar sembrar especies para cubrir el suelo (de cobertura) cuando sea posible. La proporción de árboles debe ser del 35% al 40%. Se debe considerar la resiliencia a la sequía y al cambio climático para seleccionar las especies.	Definición: Reforestación de un ecosistema autosostenible y resiliente usando una comunidad de referencia para restaurar especies, así como la diversidad estructural y funcional. Ejemplo metodológico:
RESULTADO	Reforestar con una especie nativa a una comunidad vegetal local es un gran paso hacia la recuperación, mas sin metas para la restauración y de composición de los rodales hay un alto potencial de fracasar en el intento de restaurar ecosistemas biodiversos y funcionales para la captura de carbono.	Restaurar comunidades usando métodos que apunten a restaurar ecosistemas saludables y biodiversas que suministren hábitat y fuentes alimenticias para otros niveles tróficos.	Un proyecto de reforestación sin metas ni estándares claros que carezca de un entendimiento comprehensivo de la ecología de un ecosistema de referencia presenta una barrera para la restauración que puede llevar a resultados decepcionantes.	Un proyecto de restauración con metas claras que adopte estándares que utilicen la mejor información disponible tendrá éxito en la restauración de un ecosistema saludable y biodiverso con alta diversidad, alta captura de carbono y con mejora de la calidad de vida de todos los involucrados.

Metas de restauración: Restauración de 1000 hectáreas de sabana degradada con predominancia casi completa de la hierba cabeza de indio (*Bulbostylis paradoxa*), con muchos sitios de suelo desnudo, para lograr una completa recuperación en diez años.
Ecosistema de referencia: Herbazales arbolados de altillanura en el Vichada cerca del Andén Orinoqués.

- Composición: Especies resistentes a las hormigas cortahojas.
  - Árboles: Alcornoco (*Bowdichia virgilioides*), Machaco (*Simarouba amara*), Caruto (*Genipa caruto*), Palma churruvay (*Syagrus orinocensis*), Chaparro (*Curatella americana*), lacre (*Vismia guianensis*), Malagueto (*Xylopia aromatica*), Quince días (*Tapirira guianensis*), Chaparro suave (*Platycarpum orinocense*).
  - Arbustos: *Miconia rubiginosa, Miconia rufescens, Miconia albicans, Cassaria sylvestris, Palicourea rigida.*
  - Cobertura del suelo: Bejuco chaparro (*Davilla nitida*), mastrantillo (*Hyptis dilatata*), *Eriope crassipes, Grona barbata, Galactia* spp., *Ichthyothere terminalis*, pastos *Trachypogon* spp., *Paspalum* spp., *Axonopus* spp.
  - Estructura: Núcleos.
- Función: Se recuperan las interacciones entre especies, se mejora el suelo y se genera una sombra bajo la cual otras especies puedan regenerarse.

Otros métodos:
El ecosistema está diseñado para integrarse en el contexto del paisaje circundante.
Se requieren plateos periódicos y resiembras para asegurar que la competencia no elimine las especies de interés.
Remoción temprana de especies invasoras como *Acacia mangium* que se regeneren en los núcleos.
Se deben conseguir semillas de procedencias locales (ajustadas al clima, estacionalidad y suelo locales).

fuente: equipo consultor

Tabla 2. Cómo los motivos, métodos y resultados convergen cuando se planta para biodiversidad y captura de carbono. Ejemplos de implementación en SABANAS BAJAS de la Orinoquia, basado en (Andres et al., 2023)

MOTIVO	Sembrar para captura de carbono	Sembrar para biodiversidad	Sembrar para captura de carbono y biodiversidad	
EJEMPLO	Plantaciones convencionales	Restauración de sabanas degradadas hacia herbazales arbolados con núcleos de quince días junto con palmas y especies de frutos grandes como el salivón	Restauración de áreas deforestadas que eran bosque de galería o matas	Restauración de una sabana arbolada con nucleación
DEFINICIÓN + METODOLOGÍAS	Definición: La restauración para carbono puede incluir especies no arbóreas y/o no leñosas Ejemplo metodológico: Las plantaciones mixtas pueden consistir en una mezcla de especies de árboles y arbustos locales, y pueden incluir especies de cobertura del suelo. En sitios donde por ejemplo formaciones semi-homogéneas como los saladillales, existan, se puede plantar una sola especie.	Definición: La restauración de especies nativas para restaurar la funcionalidad ecosistémica y suministrar hábitats críticos para la fauna y en particular a polinizadores y especies amenazadas. Ejemplo Metodológico: Las plantaciones mixtas deben componerse de especies locales, y se debe considerar con mucho cuidado el tipo de terreno, nivel freático, pH, suelo, etc. para sembrar cada especie en el sitio más adecuado para su desarrollo.	Definición: Reforestación biodiversa usando mezclas de especies Ejemplo Metodológico: Se debe sembrar al menos 2-5 especies de árboles y 0-5 especies de arbustos de la comunidad local; los proyectos deben fomentar sembrar especies para cubrir el suelo (de cobertura) cuando sea posible. La proporción de árboles debe ser del 35% al 40%. Se debe considerar la resiliencia a la sequía y al cambio climático para seleccionar las especies.	Definición: Reforestación de un ecosistema autosostenible y resiliente usando una comunidad de referencia para restaurar especies, así como la diversidad estructural y funcional. Ejemplo metodológico:
RESULTADO	Reforestar con una especie nativa a una comunidad vegetal local es un gran paso hacia la recuperación, mas sin metas para la restauración y de composición de los rodales hay un alto potencial de fracasar en el intento de restaurar ecosistemas biodiversos y funcionales para la captura de carbono.	Restaurar comunidades usando métodos que apunten a restaurar ecosistemas saludables y biodiversos que suministren hábitat y fuentes alimenticias para otros niveles tróficos.	Un proyecto de reforestación sin metas ni estándares claros que carezca de un entendimiento comprehensivo de la ecología de un ecosistema de referencia presenta una barrera para la restauración que puede llevar a resultados decepcionantes.	Un proyecto de restauración con metas claras que adopte estándares que utilicen la mejor información disponible tendrá éxito en la restauración de un ecosistema saludable y biodiverso con alta diversidad, alta captura de carbono y con mejora de la calidad de vida de todos los involucrados.

Metas de restauración: Restauración de 1000 hectáreas de sabana baja degradada con predominancia casi completa de el pasto exótico invasor yaraguá (*Hyparrhenia rufa*), y el pasto nativo rabo de vaca (*Andropogon* spp), para lograr una completa recuperación en diez años.
Ecosistema de referencia: Herbazales arbolados de altillanura en el Vichada cerca del Andén Orinoqués.

- Composición: Especies resistentes a los suelos ácidos e inundaciones relativamente prolongadas.
  - Árboles: Macano (*Terminalia amazonia*), Machaco (*Simarouba amara*), saladillo blanco (*Vochysia lehmannii*), aceite (*Copaifera publiflora*), guarataro (*Vitex orinocensis*), Quince días (*Tapirira guianensis*), salivón (*Parahancornia oblonga*), pardillo (*Cordia thaisiana*), *Attalea* spp., tuno grande (*Miconia poeppigii*), algodoncillo (*Alchornea discolor*)
  - Arbustos: *Miconia rubiginosa*, *Miconia rufescens*, *Miconia albicans*.
  - Cobertura del suelo: Bejuco chaparro (*Davilla nitida*), mastrantillo (*Hyptis dilatata*), *Pterogastra divaricata*, *Desmoscelis villosa*, *Ertela trifolia*, *Chamaecrista desvauxii*, *Zornia diphylla*, *Mikania* spp., pastos *Trachypogon* spp., *Paspalum* spp., *Axonopus* spp, *Panicum rudgei*.
- Estructura: Núcleos.
- Función: Se recuperan las interacciones entre especies, se mejora el suelo y se genera una sombra bajo la cual otras especies puedan regenerarse.

Otros métodos:
El ecosistema está diseñado para integrarse en el contexto del paisaje circundante.
Se requieren plateos periódicos y resiembras para asegurar que la competencia no elimine las especies de interés.
Remoción temprana de especies invasoras como *Acacia mangium* que se regeneren en los núcleos.
Se deben conseguir semillas de procedencias locales (ajustadas al clima, estacionalidad y suelo locales).

fuente: equipo Consultor

Tabla 3. Cómo los motivos, métodos y resultados convergen cuando se planta para para biodiversidad y captura de carbono. Ejemplos de implementación en SABANAS INUNDABLES de la Orinoquia, basado en (Andres et al., 2023)

MOTIVO	Sembrar para captura de carbono	Sembrar para biodiversidad	Sembrar para captura de carbono y biodiversidad	
EJEMPLO	Plantaciones convencionales	Restauración de sabanas degradadas hacia herbazales arbolados con núcleos de saladillo junto con palmas y especies de frutos grandes como el salivón	Restauración de áreas deforestadas que eran bosque de galería o matas	Restauración de una sabana arbolada con nucleación
DEFINICIÓN + METODOLOGÍAS	**Definición:** La restauración para carbono puede incluir especies no arbóreas y/o no leñosas Ejemplo metodológico: Las plantaciones mixtas pueden consistir en una mezcla de especies de árboles y arbustos locales, y pueden incluir especies de cobertura del suelo. En sitios donde por ejemplo formaciones semi-homogéneas como los saladillales, existan, se puede plantar una sola especie.	Definición: La restauración de especies nativas para restaurar la funcionalidad ecosistémica y suministrar hábitats críticos para la fauna y en particular a polinizadores y especies amenazadas. Ejemplo Metodológico: Las plantaciones mixtas deben componerse de especies locales, y se debe considerar con mucho cuidado el tipo de terreno, nivel freático, pH, suelo, etc. para sembrar cada especie en el sitio más adecuado para su desarrollo.	Definición: Reforestación biodiversa usando mezclas de especies Ejemplo Metodológico: Se debe sembrar al menos 2-5 especies de árboles y 0-5 especies de arbustos de la comunidad local; los proyectos deben fomentar sembrar especies para cubrir el suelo (de cobertura) cuando sea posible. La proporción de árboles debe ser del 35% al 40%. Se debe considerar la resiliencia a la sequía y al cambio climático para seleccionar las especies.	Definición: Reforestación de un ecosistema autosostenible y resiliente usando una comunidad de referencia para restaurar especies, así como la diversidad estructural y funcional. Ejemplo metodológico:
RESULTADO	Reforestar con una especie nativa a una comunidad vegetal local es un gran paso hacia la recuperación, mas sin metas para la restauración y de composición de los rodales hay un alto potencial de fracasar en el intento de restaurar ecosistemas biodiversos y funcionales para la captura de carbono.	Restaurar comunidades usando métodos que apunten a restaurar ecosistemas saludables y biodiversas que suministren hábitat y fuentes alimenticias para otros niveles tróficos.	Un proyecto de reforestación sin metas ni estándares claros que carezca de un entendimiento comprehensivo de la ecología de un ecosistema de referencia presenta una barrera para la restauración que puede llevar a resultados decepcionantes.	Un proyecto de restauración con metas claras que adopte estándares que utilicen la mejor información disponible tendrá éxito en la restauración de un ecosistema saludable y biodiverso con alta diversidad, alta captura de carbono y con mejora de la calidad de vida de todos los involucrados.

Metas de restauración: Restauración de 1000 hectáreas de sabana degradada con predominancia casi completa de una sola especie de pasto.
Ecosistema de referencia: Herbazales arbolados estacionalmente inundables y surales en el Vichada cerca del Río Tuparro.

- Composición: Especies resistentes a las inundaciones prolongadas y suelos ácidos.
  - Árboles: Saladillo colorado (*Caraipa llanorum*), Machaco de agua (*Simaba orinocensis*), salivón (*Parahancornia oblonga*), saladillo blanco (*Vochysia lehmannii*), Chaparro montañero (*Hieronyma alchorneoides*), carutillo (*Duroia micrantha*), cubarro (*Bactris brongniartii*), arepito (*Macrolobium multijugum*), cachicamo (*Calophyllum pachyphyllum*), moriche (*Mauritia flexuosa*)
  - Arbustos: *Miconia aplostachya, Ouratea polyantha, Palicourea crocea, Ladvigia spp., Hibiscus furcellatus*
  - Cobertura del suelo: *Licopodiella cernua, Selaginella spp., Rhynchanthera bracteata, Heliconia psittacorum, Rhynchospora spp., Cuphea repens, Aciotis* spp., espina de bagre (*Hydrolea spinosa*), *Diocles virgata*, helecho *Thelypteris serrata, Heliconia psittacorum*, CYPERACEAE varias.
- Estructura: Núcleos.
- Función: Se recuperan las interacciones entre especies, se mejora el suelo y se genera una sombra bajo la cual otras especies puedan regenerarse.

Otros métodos:
El ecosistema está diseñado para integrarse en el contexto del paisaje circundante.
Se requieren plateos periódicos y resiembras para asegurar que la competencia no elimine las especies de interés.
Remoción temprana de especies invasoras como *Acacia mangium* que se regeneren en los núcleos.
Se deben conseguir semillas de procedencias locales (ajustadas al clima, estacionalidad y suelo locales).

fuente: equipo Consultor

Tabla 4. Cómo los motivos, métodos y resultados convergen cuando se planta para biodiversidad y captura de carbono. Ejemplos de implementación en el PIEDEMONTE de la Orinoquia, basado en (Andres et al., 2023)

MOTIVO	Sembrar para captura de carbono	Sembrar para biodiversidad	Sembrar para captura de carbono y biodiversidad	
EJEMPLO	Plantaciones convencionales	Restauración de sabanas degradadas hacia herbazales arbolados con núcleos de dormidero junto con palmas y especies de frutos grandes como el camoruco	Restauración de áreas deforestadas que eran bosque de galería o matas	Restauración de una sabana arbolada con nucleación
DEFINICIÓN + METODOLOGÍAS	**Definición:** La restauración para carbono puede incluir especies no arbóreas y/o no leñosas Ejemplo metodológico: Las plantaciones mixtas pueden consistir en una mezcla de especies de árboles y arbustos locales, y pueden incluir especies de cobertura del suelo. En sitios donde por ejemplo formaciones semi-homogéneas como los saladillales, existan, se puede plantar una sola especie.	Definición: La restauración de especies nativas para restaurar la funcionalidad ecosistémica y suministrar hábitats críticos para la fauna y en particular a polinizadores y especies amenazadas. Ejemplo Metodológico: Las plantaciones mixtas deben componerse de especies locales, y se debe considerar con mucho cuidado el tipo de terreno, nivel freático, pH, suelo, etc. para sembrar cada especie en el sitio más adecuado para su desarrollo.	Definición: Reforestación biodiversa usando mezclas de especies Ejemplo Metodológico: Se debe sembrar al menos 2-5 especies de árboles y 0-5 especies de arbustos de la comunidad local; los proyectos deben fomentar sembrar especies para cubrir el suelo (de cobertura) cuando sea posible. La proporción de árboles debe ser del 35% al 40%. Se debe considerar la resiliencia a la sequía y al cambio climático para seleccionar las especies.	Definición: Reforestación de un ecosistema autosostenible y resiliente usando una comunidad de referencia para restaurar especies, así como la diversidad estructural y funcional. Ejemplo metodológico:
RESULTADO	Reforestar con una especie nativa a una comunidad vegetal local es un gran paso hacia la recuperación, mas sin metas para la restauración y de composición de los rodales hay un alto potencial de fracasar en el intento de restaurar ecosistemas biodiversos y funcionales para la captura de carbono.	Restaurar comunidades usando métodos que apunten a restaurar ecosistemas saludables y biodiversas que suministren hábitat y fuentes alimenticias para otros niveles tróficos.	Un proyecto de reforestación sin metas ni estándares claros que carezca de un entendimiento comprehensivo de la ecología de un ecosistema de referencia presenta una barrera para la restauración que puede llevar a resultados decepcionantes.	Un proyecto de restauración con metas claras que adopte estándares que utilicen la mejor información disponible tendrá éxito en la restauración de un ecosistema saludable y biodiverso con alta diversidad, alta captura de carbono y con mejora de la calidad de vida de todos los involucrados.

Metas de restauración: Restauración de 1000 hectáreas de sabana degradada con predominancia de pasto yaraguá (*Hyparrhenia rufa*) y helecho (*Dicranopteris flexuosa*)
Ecosistema de referencia: Bosques secundarios alternados con herbazales arbolados de piedemonte en Hato Corozal.

- Composición: Especies de rápido crecimiento alternadas con especies de frutos grandes
  - Árboles: Yopo (*Anadenanthera peregrina*), dormidero (*Enterolobium schomburgkii*), caro negro (*Enterolobium barinense*), Machaco (*Simarouba amara*), Caruto (*Genipa caruto*), pardillo (*Cordia thaisiana*), cacay (*Caryodendron orinocense*), guarataro (*Vitex orinocensis*), palmas cucurita y real (*Attalea maripa, Attalea butyracea*), sarrapio (*Dipteryx orinocense*), camoruco (*Sterculia apetala*), ceibo macho (*Pachira orinocensis*), nigüito (*Trema micrantha*), abejón (*Astronium graveolens*), maraco (*Couroupita guianensis*), nauno (*Albizia guachapele*), guacamayo (*Apuleia leiocarpa*), cedro macho (*Pachira quinata*), pilón (*Andira surinamensis*), Otro Dormidero (*Parkia nitida*)
  - Arbustos: *Miconia rubiginosa, Miconia nufescens, Miconia albicans, Casearia grandiflora, Palicourea rígida.*
  - Cobertura del suelo: Bejuco chaparro (*Davilla nitida*), mastrantillo (*Hyptis dilatata*), *Gross barbata*, pastos *Trachypogon* spp., *Paspalum* spp., *Axonopus* spp.
  - Estructura: Núcleos.
- Función: Se recuperan las interacciones entre especies, se mejora el suelo y se genera una sombra bajo la cual otras especies puedan regenerarse.

Otros métodos:
El ecosistema está diseñado para integrarse en el contexto del paisaje circundante.
Se requieren plateos periódicos y resiembras para asegurar que la competencia no elimine las especies de interés.
Remoción temprana de especies invasoras como *Acacia manglum* que se regeneren en los núcleos.
Se deben conseguir semillas de procedencias locales (ajustadas al clima, estacionalidad y suelo locales).

fuente: equipo Consultor

Tabla 5. Cómo los motivos, métodos y resultados convergen cuando se planta para biodiversidad, madera y captura de carbono. Ejemplos de implementación en la ALTILLANURA de la Orinoquia, basado en (Andres et al., 2023)

MOTIVO	Sembrar para captura de carbono	Sembrar para biodiversidad	Sembrar para captura de carbono y biodiversidad		Metas: Reforestación de 200 hectáreas de sabana degradada con predominancia casi completa de la hierba cabeza de indio, con muchos sitios de ripio de plintita desnudo, para lograr una completa recuperación en diez años. Ecosistema de referencia: Herbazales arbolados de altillanura en el Vichada cerca del Andén Orinoqués. • Composición: Especies resistentes a suelos arenosos y poco fértiles, y períodos de sequía prolongados ○ Árboles: Alcornoco (*Bowdichia virgilioides*), Machaco (*Simarouba amara*), Yopo (*Anadenanthera peregrina*), Pardillo (*Cordia thaisiana*), sarrapio (*Dipteryx odorata*), pavito (*Jacaranda copaia*), parature (*Goupia glabra*) ○ Arbustos: *Miconia rubiginosa, Miconia rufescens, Miconia albicana, Casearia sylvestris, Miconia brevipes.* ○ Cobertura del suelo: Mastrantillo (*Hyptis dilatata*), *Grona barbata*, pastos *Trachypogon* spp., *Paspalum* spp., *Axonopus* spp. • Estructura: Cuadro 3x2.75 m (1200 árb/hectárea) • Función: Se siembran especies de madera valiosa y rápido crecimiento, se mejora el suelo y se genera una sombra bajo la cual otras especies puedan regenerarse. Otros métodos: El ecosistema está diseñado para integrarse en el contexto del paisaje circundante. Se requieren plateos periódicos y resiembras para asegurar que la competencia no elimine las especies de interés. Se deben conseguir semillas de procedencias locales (ajustadas al clima, estacionalidad y suelo locales).
EJEMPLO	Plantaciones convencionales	Restauración de sabanas degradadas hacia herbazales arbolados con núcleos de alcornoco junto con palmas y especies de frutos grandes como el caruto	Restauración de áreas deforestadas que eran bosque de galería o matas	Restauración de una sabana arbolada con nucleación	
DEFINICIÓN + METODOLOGÍAS	Definición: La restauración para carbono puede incluir especies no arbóreas y/o no leñosas Ejemplo metodológico: Las plantaciones mixtas pueden consistir en una mezcla de especies de árboles y arbustos locales, y pueden incluir especies de cobertura del suelo. En sitios donde por ejemplo formaciones semi-homogéneas como los saladillales, existan, se puede plantar una sola especie.	Definición: La restauración de especies nativas para restaurar la funcionalidad ecosistémica y suministrar hábitats críticos para la fauna y en particular a polinizadores y especies amenazadas. Ejemplo Metodológico: Las plantaciones mixtas deben componerse de especies locales, y se debe considerar con mucho cuidado el tipo de terreno, nivel freático, pH, suelo, etc. para sembrar cada especie en el sitio más adecuado para su desarrollo.	Definición: Reforestación biodiversa usando mezclas de especies Ejemplo Metodológico: Se debe sembrar al menos 2-5 especies de árboles y 0-5 especies de arbustos de la comunidad local; los proyectos deben fomentar sembrar especies para cubrir el suelo (de cobertura) cuando sea posible. La proporción de árboles debe ser del 35% al 40%. Se debe considerar la resiliencia a la sequía y al cambio climático para seleccionar las especies.	Definición: Reforestación de un ecosistema autosostenible y resiliente usando una comunidad de referencia para restaurar especies, así como la diversidad estructural y funcional. Ejemplo metodológico:	
RESULTADO	Reforestar con una especie nativa a una comunidad vegetal local es un gran paso hacia la recuperación, mas sin metas para la restauración y de composición de los rodales hay un alto potencial de fracasar en el intento de restaurar ecosistemas biodiversos y funcionales para la captura de carbono.	Restaurar comunidades usando métodos que apunten a restaurar ecosistemas saludables y biodiversas que suministren hábitat y fuentes alimenticias para otros niveles tróficos.	Un proyecto de reforestación sin metas ni estándares claros que carezca de un entendimiento comprehensivo de la ecología de un ecosistema de referencia presenta una barrera para la restauración que puede llevar a resultados decepcionantes.	Un proyecto de restauración con metas claras que adopte estándares que utilicen la mejor información disponible tendrá éxito en la restauración de un ecosistema saludable y biodiverso con alta diversidad, alta captura de carbono y con mejora de la calidad de vida de todos los involucrados.	

fuente: equipo Consultor

Tabla 6. Cómo los motivos, métodos y resultados convergen cuando se planta para biodiversidad, madera y captura de carbono. Ejemplos de implementación en SABANAS BAJAS de la Orinoquia, basado en (Andres et al., 2023)

MOTIVO	Sembrar para captura de carbono	Sembrar para biodiversidad	Sembrar para captura de carbono y biodiversidad		Meta: Reforestación de 200 hectáreas de sabana degradada con predominancia casi completa de la paja guaratara y rabo de vaca, con muchos sitios de suelo desnudo, para lograr una completa recuperación en diez años. Ecosistema de referencia: Herbazales arbolados adyacentes a sabanas en el Vichada. • Composición: Especies resistentes a las inundaciones ocasionales y suelos ácidos. ○ Arboles: Macano (*Terminalia amazonia*), Quince días (*Tapirira guianensis*), pardillo (*Cordia thaisiana*), parature (*Goupia glabra*), chaparro montañero (*Hieronyma alchorneoides*), guarataro (*Vitex orinocensis*), saladillo blanco (*Vochysia lehmannii*), botagajo (*Vochysia ferruginea*) ○ Arbustos: *Miconia rufescens, Miconia albicans, Ouratea polyantha, Ryania dentata, Ruellia humboldtiana* ○ Cobertura del suelo: Bejuco chaparro (*Davilla nitida*), mastrantillo (*Hyptis dilatata*), *Grona barbata, Chamaecrista desvauxii*, Indigofera spp., Melochia spp., Pastos *Trachypogon* spp., *Paspalum* spp., *Axonopus* spp. *Panicum rudgei*) • Estructura: Cuadro 3x2.75 m (1200 árb/hectárea) • Función: Se recuperan las interacciones entre especies, se mejora el suelo y se genera una sombra que permita la conservación de la humedad durante más tiempo en la época seca. Otros métodos: El ecosistema está diseñado para integrarse en el contexto del paisaje circundante. Se requieren plateos periódicos y resiembras para asegurar que la competencia no elimine las especies de interés. Se deben conseguir semillas de procedencias locales (ajustadas al clima, estacionalidad y suelo locales).
EJEMPLO	Plantaciones convencionales	Restauración de sabanas degradadas hacia herbazales arbolados con núcleos de alcornoco junto con palmas y especies de frutos grandes como el caruto	Restauración de áreas deforestadas que eran bosque de galería o matas	Restauración de una sabana arbolada con nucleación	
DEFINICION + METODOLOGÍAS	Definición: La restauración para carbono puede incluir especies no arbóreas y/o no leñosas Ejemplo metodológico: Las plantaciones mixtas pueden consistir en una mezcla de especies de árboles y arbustos locales, y pueden incluir especies de cobertura del suelo. En sitios donde por ejemplo formaciones semi-homogéneas como los saladillales, existan, se puede plantar una sola especie.	Definición: La restauración de especies nativas para restaurar la funcionalidad ecosistémica y suministrar hábitats críticos para la fauna y en particular a polinizadores y especies amenazadas. Ejemplo Metodológico: Las plantaciones mixtas deben componerse de especies locales, y se debe considerar con mucho cuidado el tipo de terreno, nivel freático, pH, suelo, etc. para sembrar cada especie en el sitio más adecuado para su desarrollo.	Definición: Reforestación biodiversa usando mezclas de especies Ejemplo Metodológico: Se debe sembrar al menos 2-5 especies de árboles y 0-5 especies de arbustos de la comunidad local; los proyectos deben fomentar sembrar especies para cubrir el suelo (de cobertura) cuando sea posible. La proporción de árboles debe ser del 35% al 40%. Se debe considerar la resiliencia a la sequía y al cambio climático para seleccionar las especies.	Definición: Reforestación de un ecosistema autosostenible y resiliente usando una comunidad de referencia para restaurar especies, así como la diversidad estructural y funcional. Ejemplo metodológico:	
RESULTADO	Reforestar con una especie nativa a una comunidad vegetal local es un gran paso hacia la recuperación, mas sin metas para la restauración y de composición de los rodales hay un alto potencial de fracasar en el intento de restaurar ecosistemas biodiversos y funcionales para la captura de carbono.	Restaurar comunidades usando métodos que apunten a restaurar ecosistemas saludables y biodiversas que suministren hábitat y fuentes alimenticias para otros niveles tróficos.	Un proyecto de reforestación sin metas ni estándares claros que carezca de un entendimiento comprehensivo de la ecología de un ecosistema de referencia presenta una barrera para la restauración que puede llevar a resultados decepcionantes.	Un proyecto de restauración con metas claras que adopte estándares que utilicen la mejor información disponible tendrá éxito en la restauración de un ecosistema saludable y biodiverso con alta diversidad, alta captura de carbono y con mejora de la calidad de vida de todos los involucrados.	

fuente: equipo Consultor

Tabla 7. Cómo los motivos, métodos y resultados convergen cuando se planta para biodiversidad, madera y captura de carbono. Ejemplos de implementación en la SABANAS INUNDABLES de la Orinoquia, basado en (Andres et al., 2023)

MOTIVO	Sembrar para captura de carbono	Sembrar para biodiversidad	Sembrar para captura de carbono y biodiversidad		Meta: Reforestación de 200 hectáreas de sabana degradada con predominancia casi completa de CYPERACEAE de bajo porte, con muchos sitios de suelo desnudo, para lograr una completa recuperación en diez años. Ecosistema de referencia: Herbazales arbolados de sabanas inundables en el Meta en valles anegadizos (culatas) de la Serrania del Rio Meta.
EJEMPLO	Plantaciones convencionales	Restauración de sabanas degradadas hacia herbazales arbolados con núcleos de alcornoco junto con palmas y especies de frutos grandes como el caruto	Restauración de áreas deforestadas que eran bosque de galeria o matas	Restauración de una sabana arbolada con nucleación	• Composición: Especies resistentes a las inundaciones prolongadas y suelos ácidos y anegados. ○ Árboles: Saladillo colorado (*Caraipa llanorum*), saladillo blanco (*Vochysia lehmanii*), cachicamo (*Calophyllum pachyphyllum*), chaparro montañero (*Hieronyma alchorneoides*), salivón (*Parahancornia oblonga*), arepitos (*Macrolobium* spp.), carutillo (*Duroia micrantha*), simarouba de agua (*Simaba orinocensis*) ○ Arbustos: *Miconia aplostachya*, *Miconia albicans*, *Ouratea polyantha* ○ Cobertura del suelo: *Sipanea* spp., *Byttneria genistella*, CYPERACEAE (*Rhynchospora spp. y otras*), Turnera spp., pastos, (*Ischine polygonoides*, *Otachyrium versicolor*, *Panicum spp*, *Trichanthecium cyanescens*), *Selaginella* spp • Estructura: Cuadro 3x2.75 m (1200 árb/hectárea) • Función: Se recuperan las interacciones entre especies, se mejora el suelo y se genera una sombra que permita la conservación de la humedad durante más tiempo en la época seca. Otros métodos: El ecosistema está diseñado para integrarse en el contexto del paisaje circundante. Se requieren plateos periódicos y resiembras para asegurar que la competencia no elimine las especies de interés. Se deben conseguir semillas de procedencias locales (ajustadas al clima, estacionalidad y suelo locales).
DEFINICIÓN + METODOLOGÍAS	Definición: La restauración para carbono puede incluir especies no arbóreas y/o no leñosas Ejemplo metodológico: Las plantaciones mixtas pueden consistir en una mezcla de especies de árboles y arbustos locales, y pueden incluir especies de cobertura del suelo. En sitios donde por ejemplo formaciones semi-homogéneas como los saladillales, existan, se puede plantar una sola especie.	Definición: La restauración de especies nativas para restaurar la funcionalidad ecosistémica y suministrar hábitats críticos para la fauna y en particular a polinizadores y especies amenazadas. Ejemplo Metodológico: Las plantaciones mixtas deben componerse de especies locales, y se debe considerar con mucho cuidado el tipo de terreno, nivel freático, pH, suelo, etc. para sembrar cada especie en el sitio más adecuado para su desarrollo.	Definición: Reforestación biodiversa usando mezclas de especies Ejemplo Metodológico: Se debe sembrar al menos 2-5 especies de árboles y 0-5 especies de arbustos de la comunidad local; los proyectos deben fomentar sembrar especies para cubrir el suelo (de cobertura) cuando sea posible. La proporción de árboles debe ser del 35% al 40%. Se debe considerar la resiliencia a la sequía y al cambio climático para seleccionar las especies.	Definición: Reforestación de un ecosistema autosostenible y resiliente usando una comunidad de referencia para restaurar especies, así como la diversidad estructural y funcional. Ejemplo metodológico:	
RESULTADO	Reforestar con una especie nativa a una comunidad vegetal local es un gran paso hacia la recuperación, mas sin metas para la restauración y de composición de los rodales hay un alto potencial de fracasar en el intento de restaurar ecosistemas biodiversos y funcionales para la captura de carbono.	Restaurar comunidades usando métodos que apunten a restaurar ecosistemas saludables y biodiversas que suministren hábitat y fuentes alimenticias para otros niveles tróficos.	Un proyecto de reforestación sin metas ni estándares claros que carezca de un entendimiento comprehensivo de la ecología de un ecosistema de referencia presenta una barrera para la restauración que puede llevar a resultados decepcionantes.	Un proyecto de restauración con metas claras que adopte estándares que utilicen la mejor información disponible tendrá éxito en la restauración de un ecosistema saludable y biodiverso con alta diversidad, alta captura de carbono y con mejora de la calidad de vida de todos los involucrados.	

fuente: equipo Consultor

Tabla 8. Cómo los motivos, métodos y resultados convergen cuando se planta para biodiversidad, madera y captura de carbono. Ejemplos de implementación en el piedemonte de la Orinoquía, basado en (Andres et al., 2023)

Motivo	Sembrar para captura de carbono	Sembrar para biodiversidad	Sembrar para captura de carbono y biodiversidad		Metas de restauración: Restauración de 200 hectáreas de pasturas degradadas con predominancia casi completa de yaraguá (*Hyparrhenia rufa*), con muchos sitios de suelo desnudo, para lograr una completa recuperación en diez años. Ecosistema de referencia: Bosques secundarios de piedemonte en Cumaral, Meta.
Ejemplo	Plantaciones convencionales	Restauración de sabanas degradadas hacia herbazales arbolados con núcleos de alcornoco junto con palmas y especies de frutos grandes como el caruto	Restauración de áreas deforestadas que eran bosque de galería o matas	Restauración de una sabana arbolada con nucleación	• Composición: Especies de rápido crecimiento y más diversidad permitida por época seca menos rigurosa y suelos más fértiles que en las sabanas. ○ Árboles: Yopo (*Anadenanthera peregrina*), dormidero (*Enterolobium schomburgkii*), Machaco (*Simarouba amara*), pardillo (*Cordia thaisiana*), guarataro (*Vitex orinocensis*), palmas cucurita y real (*Attalea maripa, Attalea butyracea*), abejón (*Astronium graveolens*), maraco (*Couroupita guianensis*), nauno (*Albizia guachapele*), guacamayo (*Apuleia leiocarpa*), cedro macho (*Pachira quinata*), macano (*Terminalia amazonia*) ○ Arbustos: *Miconia rubiginosa, Miconia rufescens, Miconia albicans, Casearia grandiflora, Palicourea rigida.* ○ Cobertura del suelo: Bejuco *chaparro* (*Davilla nítida*), mastrantillo (*Hyptis dilatata*), *Grona barbata*, pastos *Trachypogon* spp., *Paspalum* spp., *Axonopus* spp. ○ Arbustos: *Miconia rubiginosa, Miconia rufescens, Miconia albicans, Casearia sylvestris, Palicourea rigida.* ○ Cobertura del suelo:, Bejuco *chaparro* (*Davilla nítida*), mastrantillo (*Hyptis dilatata*), *Grona barbata*, pastos *Trachypogon* spp., *Paspalum* spp., *Axonopus* spp. • Estructura: Núcleos. • Función: Se recuperan las interacciones entre especies, se mejora el suelo y se genera una sombra bajo la cual otras especies puedan regenerarse. Otros métodos: El ecosistema está diseñado para integrarse en el contexto del paisaje circundante. Se requieren plateos periódicos y resiembras para asegurar que la competencia no elimine las especies de interés. Remoción temprana de especies invasoras como *Acacia mangium* que se regeneren en las plantaciones. Se deben conseguir semillas de procedencias locales (ajustadas al clima, estacionalidad y suelo locales).
Definición + metodologías	**Definición:** La restauración para carbono puede incluir especies no arbóreas y/o no leñosas Ejemplo metodológico: Las plantaciones mixtas pueden consistir en una mezcla de especies de árboles y arbustos locales, y pueden incluir especies de cobertura del suelo. En sitios donde por ejemplo formaciones semi-homogéneas como los saladillales. existan, se puede plantar una sola especie.	Definición: La restauración de especies nativas para restaurar la funcionalidad ecosistémica y suministrar hábitats críticos para la fauna y en particular a polinizadores y especies amenazadas. Ejemplo Metodológico: Las plantaciones mixtas deben componerse de especies locales, y se debe considerar con mucho cuidado el tipo de terreno, nivel freático, pH, suelo, etc. para sembrar cada especie en el sitio más adecuado para su desarrollo.	Definición: Reforestación biodiversa usando mezclas de especies Ejemplo Metodológico: Se debe sembrar al menos 2-5 especies de árboles y 0-5 especies de arbustos de la comunidad local; los proyectos deben fomentar sembrar especies para cubrir el suelo (de cobertura) cuando sea posible. La proporción de árboles debe ser del 35% al 40%. Se debe considerar la resiliencia a la sequía y al cambio climático para seleccionar las especies.	Definición: Reforestación de un ecosistema autosostenible y resiliente usando una comunidad de referencia para restaurar especies, así como la diversidad estructural y funcional. Ejemplo metodológico:	
Resultado	Reforestar con una especie nativa a una comunidad vegetal local es un gran paso hacia la recuperación, mas sin metas para la restauración y de composición de los rodales hay un alto potencial de fracasar en el intento de restaurar ecosistemas biodiversos y funcionales para la captura de carbono.	Restaurar comunidades usando métodos que apunten a restaurar ecosistemas saludables y biodiversas que suministren hábitat y fuentes alimenticias para otros niveles tróficos.	Un proyecto de reforestación sin metas ni estándares claros que carezca de un entendimiento comprehensivo de la ecología de un ecosistema de referencia presenta una barrera para la restauración que puede llevar a resultados decepcionantes.	Un proyecto de restauración con metas claras que adopte estándares que utilicen la mejor información disponible tendrá éxito en la restauración de un ecosistema saludable y biodiverso con alta diversidad, alta captura de carbono y con mejora de la calidad de vida de todos los involucrados.	

fuente: equipo Consultor

Tabla 9. Cómo los motivos, métodos y resultados convergen cuando se planta para biodiversidad, conectividad y captura de carbono. Ejemplos de implementación en la altillanura de la Orinoquia, basado en (Andres et al., 2023)

MOTIVO	Sembrar para captura de carbono	Sembrar para biodiversidad	Sembrar para captura de carbono y biodiversidad		Metas de restauración: 10 km de cercas vivas en sabana degradada con predominancia casi completa de la hierba cabeza de indio, con muchos sitios de suelo desnudo, para lograr una completa recuperación en diez años. Ecosistema de referencia: Herbazales arbolados de altillanura en el Vichada cerca del Andén Orinoqués. • Composición: Especies resistentes a las hormigas cortahojas. ○ Árboles: merey o marañón (*Anacardium occidentale*), Alcornoco (*Bowdichia virgilioides*), Machaco (*Simarouba amara*), Caruto (*Genipa caruto*), Palma churruvay (*Syagrus orinocensis*), Chaparro (*Curatella americana*), lacre (*Vismia guianensis*), Malagueto (*Xylopia aromatica*), Quince días (*Tapirira guianensis*), Chaparro suave (*Platycarpum orinocense*). ○ Arbustos: *Miconia rubiginosa*, *Miconia rufescens*, *Miconia albicans*, *Casearia sylvestris*, *Palicourea rigida* ○ Cobertura del suelo: Bejuco chaparro (*Davilla nitida*), mastrantillo (*Hyptis dilatata*), *Grona barbata*, pastos *Trachypogon* spp., *Paspalum* spp., *Axonopus* spp. • Estructura: Cercas lineales vivas. • Función: Se recuperan las interacciones entre especies, se conectan hábitats y se proporcionan para la fauna, se previene la propagación descontrolada de incendios forestales, se mejora el suelo y se genera una sombra bajo la cual otras especies puedan regenerarse. Otros métodos: El ecosistema está diseñado para integrarse en el contexto del paisaje circundante. Se requieren plateos periódicos y resiembras para asegurar que la competencia no elimine las especies de interés. Remoción temprana de especies invasoras como *Acacia mangium* que se regeneren en los núcleos. Se deben conseguir semillas de procedencias locales (ajustadas al clima, estacionalidad y suelo locales).
EJEMPLO	Plantaciones convencionales	Siembras en setos vivos a través de sabanas para conectar dos bosques de galería	Restauración de áreas deforestadas de sabana para crear corredores entre matas	Restauración de una sabana arbolada con nucleación en líneas	
DEFINICIÓN + METODOLOGÍAS	**Definición:** La restauración para carbono puede incluir especies no arbóreas y/o no leñosas Ejemplo metodológico: Las plantaciones mixtas pueden consistir en una mezcla de especies de árboles y arbustos locales, y pueden incluir especies de cobertura del suelo. En sitios donde por ejemplo formaciones semi-homogéneas como los saladillales, existan, se puede plantar una sola especie.	Definición: La restauración de especies nativas para restaurar la funcionalidad ecosistémica y suministrar hábitats críticos para la fauna y en particular a polinizadores y especies amenazadas. Ejemplo Metodológico: Las plantaciones mixtas deben componerse de especies locales, y se debe considerar con mucho cuidado el tipo de terreno, nivel freático, pH, suelo, etc. para sembrar cada especie en el sitio más adecuado para su desarrollo.	Definición: Reforestación biodiversa usando mezclas de especies en hileras Ejemplo Metodológico: Se debe sembrar al menos 2-5 especies de árboles y 0-5 especies de arbustos de la comunidad local; los proyectos deben fomentar sembrar especies para cubrir el suelo (de cobertura) cuando sea posible. La proporción de árboles debe ser del 35% al 40%. Se debe considerar la resiliencia a la sequía y al cambio climático para seleccionar las especies.	Definición: Reforestación de un ecosistema autosostenible y resiliente usando una comunidad de referencia para restaurar especies, así como la diversidad estructural y funcional. Ejemplo metodológico:	
RESULTADO	Reforestar con una especie nativa a una comunidad vegetal local es un gran paso hacia la recuperación, mas sin metas para la restauración y de composición de los rodales hay un alto potencial de fracasar en el intento de restaurar ecosistemas biodiversos y funcionales para la captura de carbono.	Restaurar comunidades usando métodos que apunten a restaurar ecosistemas saludables y biodiversas que suministren hábitat y fuentes alimenticias para otros niveles tróficos.	Un proyecto de reforestación sin metas ni estándares claros que carezca de un entendimiento comprehensivo de la ecología de un ecosistema de referencia presenta una barrera para la restauración que puede llevar a resultados decepcionantes.	Un proyecto de restauración con metas claras que adopte estándares que utilicen la mejor información disponible tendrá éxito en la restauración de un ecosistema saludable y biodiverso con alta diversidad, alta captura de carbono y con mejora de la calidad de vida de todos los involucrados.	

fuente: equipo Consultor

Tabla 10. Cómo los motivos, métodos y resultados convergen cuando se planta para biodiversidad, madera y captura de carbono. Ejemplos de enriquecimiento y conversión de monocultivos fallidos en la altillanura de la Orinoquia, basado en (Andres et al., 2023)

MOTIVO	Sembrar para captura de carbono	Sembrar para biodiversidad	Sembrar para captura de carbono y biodiversidad		Metas de restauración: Enriquecimiento de 1000 hectáreas de plantaciones de *Acacia mangium* en declive con progresión casi completa de muerte descendente, para lograr una completa conversión en diez años. Ecosistema de referencia: Matas de monte/arboledas de altillanura en el Vichada cerca del Andén Orinoqués. • Composición: Especies resistentes a las hormigas cortahojas y adaptadas a la sombra lateral y a la fuerte competencia por agua y nutrientes, con maderas valiosas y otros productos ○ Arboles:, Machaco (*Simarouba amara*), Quince días (*Tapirira guianensis*), parature (*Goupia glabra*), tuno grande (*Miconia poeppigii*), pavito (*Jacaranda copaia*), Milpo (*Erisma uncinatum*), botagajo (*Vochysia ferruginea*), aceite (*Copaifera pubiflora*), algarrobo (*Hymenaea courbaril*) ○ Arbustos: *Miconia rubiginosa, Miconia rufescans, Miconia albicans, Miconia brevipes, Casearia sylvestris, Palicourea rigida.* ○ Cobertura del suelo: *Clidemia rubra*, Bejuco chaparro (*Davilla nitida*), *Clitoria dendrina, Desmodium* spp., pastos *Trachypogon* spp., *Paspalum* spp., *Axonopus* spp. • Estructura: Núcleos. • Función: Se recuperan las interacciones entre especies, se mejora el suelo y la captura de carbono por hectárea, y se genera una sombra bajo la cual otras especies puedan regenerarse; se fomentan latizales preexistentes y espontáneos de otras especies deseables. Se siembran algunas especies de crecimiento más lento, pero de madera valiosa y con productos no maderables aprovechables en el futuro como el palo de aceite (biodiésel, medicinal), y el algarrobo (proteína vegetal, medicinal). Otros métodos: El agroecosistema está diseñado para integrarse en el contexto del paisaje circundante. Se requieren plateos periódicos, anillamiento o corta de bejucos y resiembras para asegurar que la competencia no elimine las especies de interés, a la vez que se fomentan latizales nativos prometedores que hayan surgido espontáneamente con las mismas medidas que para los árboles plantados. Se deben conseguir semillas de procedencias locales (ajustadas al clima, estacionalidad y suelo locales).
EJEMPLO	Plantaciones convencionales enriquecidas con nativas	Restauración de sabanas degradadas hacia herbazales arbolados	Restauración de plantaciones de especies introducidas que han fallado	Restauración de una sabana arbolada con enriquecimiento de especies	
DEFINICIÓN + METODOLOGÍAS	**Definición:** La restauración para carbono puede incluir especies no arbóreas y/o no leñosas Ejemplo metodológico: Las plantaciones mixtas pueden consistir en una mezcla de especies de árboles y arbustos locales, y pueden incluir especies de cobertura del suelo. En sitios donde por ejemplo formaciones semi-homogéneas como los saladillales. existan, se puede plantar una sola especie.	Definición: La restauración de especies nativas para restaurar la funcionalidad ecosistémica y suministrar hábitats críticos para la fauna y en particular a polinizadores y especies amenazadas. Ejemplo Metodológico: Las plantaciones mixtas deben componerse de especies locales, y se debe considerar con mucho cuidado el tipo de terreno, nivel freático, pH, suelo, etc. para sembrar cada especie en el sitio más adecuado para su desarrollo.	Definición: Reforestación de enriquecimiento usando mezclas de especies Ejemplo Metodológico: Se debe sembrar al menos 2-5 especies de árboles y 0-5 especies de arbustos de la comunidad local; los proyectos deben fomentar sembrar especies para cubrir el suelo (de cobertura) cuando sea posible. La proporción de árboles debe ser del 35% al 40%. Se debe considerar la resiliencia a la sequía, la tolerancia a la sombra parcial y al cambio climático para seleccionar las especies.	Definición: Reforestación de un ecosistema autosostenible y resiliente usando una comunidad de referencia para restaurar especies, así como la diversidad estructural y funcional. Ejemplo metodológico:	
RESULTADO	Reforestar con una especie nativa a una comunidad vegetal local es un gran paso hacia la recuperación, mas sin metas para la restauración y de composición de los rodales hay un alto potencial de fracasar en el intento de restaurar ecosistemas biodiversos y funcionales para la captura de carbono.	Restaurar comunidades usando métodos que apunten a restaurar ecosistemas saludables y biodiversas que suministren hábitat y fuentes alimenticias para otros niveles tróficos.	Un proyecto de reforestación sin metas ni estándares claros que carezca de un entendimiento comprehensivo de la ecología de un ecosistema de referencia presenta una barrera para la restauración que puede llevar a resultados decepcionantes.	Un proyecto de restauración con metas claras que adopte estándares que utilicen la mejor información disponible tendrá éxito en la restauración de un ecosistema saludable y biodiverso con alta diversidad, alta captura de carbono y con mejora de la calidad de vida de todos los involucrados.	

fuente: equipo Consultor

Sabanas bajas e inundables

- Arepito (*Macrolobium bifolium*, *Macrolobium multijugum*)
- Botagajo (*Vochysia ferruginea*)
- Ciruelo, simarouba de agua (*Simaba orinocensis*)
- Congrio (*Acosmium nitens*).
- Miquimause (*Ouratea* spp).
- Palo de Aceite (*Copaifera pubiflora*)
- Saladillo blanco (*Vochysia lehmannii* & *Vochysia venezuelana*)
- Saladillo colorado (*Caraipa llanorum*)
- Samán de agua (*Hydrochorea corymbosa*)

Fotografía 7. Algunos ejemplos de cercas vivas para evitar el paso del ganado

fuente: equipo consultor: Setos vivos en Puerto López, Meta. Arriba, de marañón y caruto que se ha ido enriqueciendo y densificando por sí solo con otros arbustos y con bejuco chaparro. Abajo, fase inicial de un seto vivo con marañón.

Fotografía 8. Cerca viva de granadilla de olor o Burucuña (*Passiflora nítida*), especie nativa de las sabanas de la Orinoquia

fuente: equipo consultor

Estos árboles y arbustos pueden combinarse para generar setos con varios arbustos, lianas y bejucos como los siguientes:

Altillanura

- Bejuco chaparro (*Davilla nitida*). También conocida como "martín moreno" en el noroccidente del país, Esta especie merece una mención particular debido a su capacidad de ser ignífuga, con lo que los fuegos se propagan mucho más lentamente y con menor intensidad en esta cobertura, razón por la cual las matas de monte en la sabana y el borde del bosque de galería a menudo se encuentra cubierto por marañas casi impenetrables de este bejuco, que funciona como amortiguador de los incendios y que predomina donde estos son más frecuentes debido a su

resistencia a ellos. Aunado a esto, este bejuco de larga vida tiene tallos y hojas supremamente recios, que ni los venados ni las hormigas cortahojas consumen, y, si se usan estratégicamente con los árboles arriba mencionados, generan un seto duradero y virtualmente inexpugnable, que el ganado no puede cruzar. Las flores son apreciadísimas por las abejas.

- Coralillo (*Heteropterys alata*). Se trata de un arbusto que puede convertirse en bejuco con vistosos y frutos rojos y flores rosas que tiene la capacidad de generar densos setos en poco tiempo debido a su gran capacidad de proliferación. No sólo es una especie muy atractiva visualmente en flor o en fruto, sino que además atrae polinizadores nativos no tradicionales como ciertos abejorros de gran tamaño (Vogel, 1990), que no colectan polen sino aceites esenciales y que frecuentemente se encuentran amenazados (P. H. Williams & Osborne, 2009) debido a que usan flores que las abejas comunes (*Apis mellifera*) ignoran.
- Granadilla de olor o burucuña (*Passiflora nítida*) y otras (*Passiflora auriculata*). Varias de estas especies proporcionan también recursos para polinizadores nativos de gran tamaño y sus frutos pueden ser consumidos por los animales y las personas.

Fotografía 9. Cerca viva de *Heteropterys alata*

fuente: equipo consultor

Sabanas bajas e inundables

- Guacos (*Mikania* spp.) Estas lianas aromáticas son de las pocas especies que florecen durante el apogeo de la temporada húmeda (mayo a julio en la Orinoquia) (Cardona - Granda & Villanueva -Rojas, 2023), siendo muy visitadas por todo tipo de abejas (inclusive la abeja cultivada) y mariposas y colibríes. Las especies del género tienen un potencial medicinal (Colares, 2010; García Barriga, 1974) y forrajero (Scarpa, 2007) importante. Ocupan el mismo lugar que el bejuco chaparro en sitios de bajura.
- Granadilla de olor o burucuña (*Passiflora nítida*) y otras (*Passiflora auriculata*).

1.2.6 Sistemas silvopastoriles

Aunque hay algunos tratados sobre sistemas silvopastoriles en Colombia que hacen énfasis en la flora nativa de Colombia con mención de las prácticas en la Orinoquia (Calle & Murgueitio, 2020; Murgueitio E., Galindo A. & Bothia J.L., Sossa C.P, 2017; Recio et al., 2011), se está aún lejos de conocer y utilizar la abundante oferta de recursos y servicios ecosistémicos que puede ofrecer la flora de la Orinoquia y que se encuentran sólo en esta región. La cultura ganadera tradicional hace mucho énfasis en tener los potreros "limpios", es decir, sin ningún árbol, en detrimento de la productividad de la tierra y de los animales, por no hablar de su bienestar.

En la Orinoquia, la temporada de fructificación de muchos árboles coincide con el apogeo de la temporada seca, proporcionando así un importante suministro alimenticio para el ganado en épocas en que los pastos ya son impalatables, por no hablar de la sombra que proporcionan como alivio al sol del estío.

Algunos de los árboles recomendados para sistemas silvopastoriles en la Orinoquia según la experiencia de los consultores y fuentes compilatorias recientes (Escalante & Messa, 2023) son los siguientes:

Árboles y palmeras nativos de la Orinoquia que proporcionan frutos comestibles para el ganado y que se adaptan a condiciones de sabana

- Algarrobo (*Hymenaea courbaril*)
- Búcaro *(Erythrina fusca)*
- Cacay *(Caryodendron orinocense*)
- Camoruco *(Sterculia apetala)*
- Cañáfístol *(Casia moschata)*
- Carocaros *(Enterolobium cyclocarpum y E.barinense)*
- Carutillo *(Duroia micrantha)*
- Caruto *(Genipa americana var.caruto)*
- Caujaro *(Cordia tetrandra)*
- Cubarro (*Bactris brongniartii*)
- Ciruelo *(Simaba orinocensis)*

- Cumare *(Astrocaryum chambira)*
- Dormidero *(Enterolobium schomburgkii)*
- Guarataro *(Vitex orinocensis)*
- Jobo *(Spondias mombin)*
- Macanilla *(Astrocaryum jauari)*
- Macano de rebalse *(Buchenavia tetraphylla &Buchenavia viridiflora)*
- Maduraverde (*Pouteria caimito*)
- Merecure *(Licania pyrifolia)*
- Merecurillo *(Licania subarachnophylla)*
- Mora *(Maclura tinctoria)*
- Moriche *(Mauritia flexuosa)* y morichito *(Mauritiella aculeata)*
- Nocuito *(Vitex capitata)*
- Palma Churruvay *(Syagrus orinocensis)*
- Palma Corozo *(Acrocomia aculeata)*
- Palma cucurita *(Attalea maripa)*
- Palma real *(Attalea butyracea)*
- Palma rarare *(Syagrus sancona)*
- Salivón *(Parahancornia oblonga)*
- Sarrapio *(Dipteryx odorata)*

Especies maderables nativas de la Orinoquia que pueden combinarse en arreglos silvopastoriles

- Abejón *(Astronium graveolens)*
- Alcornoco *(Bowdichia virgilioides)*
- Botagajo (*Vochysia ferruginea*)
- Cañaguate (*Handroanthus ochraceus*)
- Cedro macho o saqui-saqui (*Pachira quinata*)
- Congrio (*Acosmium nitens*)
- Guadua (*Guadua angustifolia*)
- Macano *(Terminalia amazonia)*
- Machaco *(Simarouba amara)*
- Nauno *(Albizia guachapele*
- Palo de aceite (*Copaifera pubiflora*)
- Pardillo o pat'e zamuro *(Cordia thaisiana)*
- Pavito *(Jacaranda copaia)*
- Saladillo blanco *(Vochysia lehmannii &Vochysia venezuelana)*
- Saladillo colorado *(Caraipa llanorum)*
- Samán de agua *(Hydrochorea corymbosa)*
- Yopo peludo *(Mimosa trianae)*
- Yopo negro *(Anadenanthera peregrina)*

Especies nativas de la Orinoquia potencialmente forrajeras

- Alcaparro (*Senna silvestris*)
- Bototo (Cochlospermum vitifolium)
- Caracaro (*Enterolobium cyclocarpum*)
- Caruto *(Genipa americana var.caruto)*
- Caujaro (*Cordia tetrandra*)
- Cenizo (*Piptocoma discolor*)

- Chirriador, chitato (*Muntingia calabura*)
- Corozo (*Acrocomia aculeata*)
- Guamachito (*Pereskia guamacho*)
- Guásimo (*Guazuma ulmifolia*)
- Indio desnudo (*Bursera simaruba*)
- Jobo (*Spondias mombin*)
- Mora (*Maclura tinctoria*)
- Nacedero, yátago, cajeto, quiebrabarrigo (*Trichanthera gigantea*)
- Nauno (*Albizia guachapele*)
- Nigüito, zurrumbo (*Trema micrantha*)
- Tachuelo (*Zanthoxylum rhoifolium*)
- Yopo peludo (*Mimosa trianae*)

Probablemente la mejor opción para sitios con pasturas ya establecidas es la de árboles dispersos (Fotografía 10). Esto requiere poca transformación del terreno y es fácil para el personal de vaquería hacer los cambios regulares de cercos para los sistemas de ganadería intensiva y planificada.

Un arreglo sencillo de implementar es uno, por ejemplo, de 20×20 para especies leguminosas (fijadoras de nitrógeno, que mejoran el suelo, dan una sombra leve y no inhiben mucho el pasto, siendo además de rápido crecimiento) y 25×25 para frutales en siembra intermedia con especies que dan más sombra pero que en verano ofrecen frutos comestibles y muy nutritivos al ganado (caruto, merecure, sarrapio, etc.) en una época en que los pastos están agotados. Así el ganado se estresa menos con el calor, el pasto no se inhibe demasiado por la sombra y el suelo mejora con el nitrógeno que fijan algunos de estos árboles.

- Este tipo de sistema silvopastoril es paisajísticamente menos disruptivo que otras alternativas, ya que no altera mucho las pasturas existentes y no requiere subsolado.
- Es fácil y económico de establecer. En vez de subsolar, se clava una estaca que tenga en su extremo una banderita de cinta de señalización (como las amarillas de "peligro") en cada sitio donde vaya a ir un árbol en el potrero. Esto sirve para que la cuadrilla de preparación y siembra sepa dónde van los árboles. En cada sitio se hace un plateo de 1 m alrededor de la estaca, se aplica la enmienda edáfica y se echa el pasto sobre el plato para inhibir el crecimiento de pasto y malezas. Luego basta quitar la estaca y en su lugar se cava un hoyo bien hecho para cada árbol; tras ello se pone una barrera (Fotografía 9) para que el ganado no se recueste, pise o coma el follaje o corteza de los arbolitos hasta que la base de la copa esté al menos de 2.5 m de altura, y el árbol ya esté lo suficientemente grueso (> 5 cm de diámetro a la altura del pecho).

Este sistema es además estético, de intervención minimalista en términos de jornales, costos e impacto visual; así la finca se constituye en un paisaje de producción socio-ecológica que utilice de manera sostenible la biodiversidad local de la Orinoquia y se planea bien para sembrar una buena variedad de especies en vez de los tan vilipendiados monocultivos. Estos árboles son longevos y pueden literalmente vivir (y producir) varias décadas, incluso siglos en el caso de especies muy longevas como el sarrapio, el palo de aceite, caracaros, naunos y dormideros.

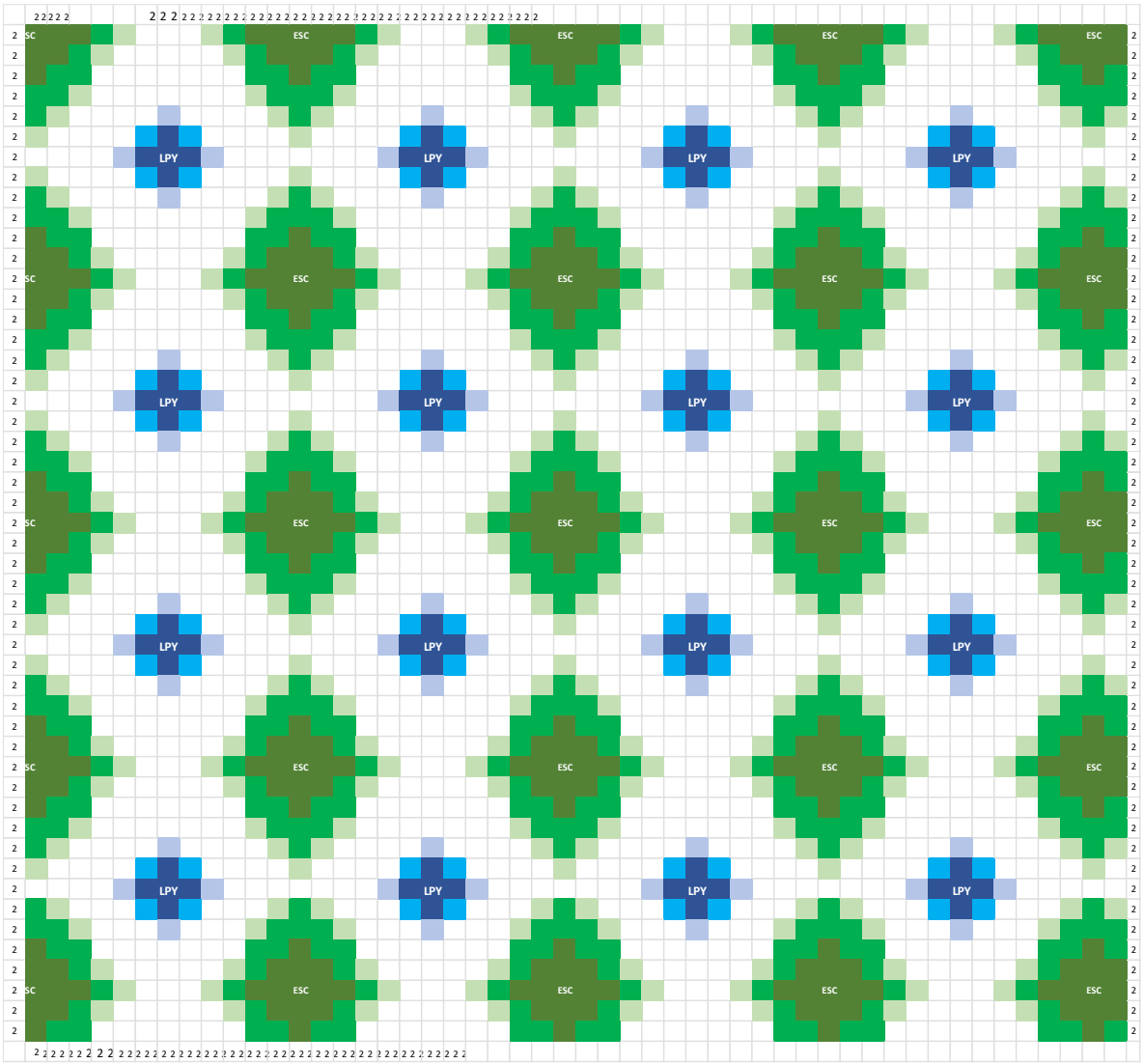
Fotografía 10. Evolución anual de una cerca triangular de 1.5 m de altura para árbol individual (*Enterolobium barinense*) de 2019 a 2024 en Puerto López, Meta

fuente: equipo consultor

A manera de ejemplo se ilustra en Figura 5: 41 árboles por hectárea [25 especie fijadora de nitrógeno, *Enterolobium schomburgkii*, localmente conocido como Dormidero – (verde) y 16 de un frutal patrimonial *Genipa americana var. caruto* – Caruto, (azul) intercalado].

Cada cuadro son 4 m² y la gama de colores por especie indica incrementos en cobertura de dosel en intervalos de 5 años. Con este diseño a los 15 años se tiene una cobertura de pastos no sombreados de 52% que tiende a permanecer estable. Las especies de frutales, forestales y leguminosas pueden cambiarse por hectárea, pero para simplicidad de manejo se recomienda una sola especie de frutal, una sola de leguminosa y una sola de maderable por arreglo, mientras se desarrollan modelos más elaborados y los propietarios se acostumbran a estas implementaciones e interiorizan los beneficios aportados.

Figura 5. Hectárea modelo de arreglo silvopastoril de 41 árboles por hectárea de dormidero (verde) y caruto (azul). Cada cuadro representa 4 m^2 (2×2 m) o sea crecimiento en superficie de copa de 5 años



fuente: equipo consultor

1.3 El paquete tecnológico

Un paquete tecnológico forestal está conformado por los resultados de investigaciones, documentos científicos, manuales técnicos y experiencias documentadas que aporten técnicas para ciertas etapas del cultivo o, en fin, que listen actividades mínimas que favorezcan la productividad esperada y permitan alcanzar consistentemente los objetivos y metas de un proyecto forestal con una o varias especies de árboles, ofreciendo también insumos a próximos reforestadores para la toma de decisiones, a fin de que se planifiquen actividades que conlleven a una plantación forestal, cuyos productos de calidad satisfagan los requerimientos de los mercados nacionales e internacionales. Dicho paquete, en resumen, sistematiza y esquematiza aspectos técnicos y tec-

nológicos de establecimiento y manejo de plantaciones forestales para la(s) especie(s) de interés.

El Certificado de Incentivo Forestal CIF es un reconocimiento económico del Gobierno nacional a través del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, a las externalidades positivas de la reforestación comercial sobre la sociedad y el medio ambiente. Su fin es promover las inversiones directas en nuevas plantaciones forestales de carácter protector-productor en terrenos de aptitud forestal (Art. 1 Ley 139 de 1994). Actualmente este incentivo es operado de manera integral por FINAGRO, de acuerdo con la delegación del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Resolución 084 de 2020).

El Decreto 1071 de 2015 que reglamenta el CIF como incentivo forestal para proyectos de reforestación conforma (Artículo 2.3.1.1.4) el Consejo Directivo de Incentivo Forestal, que tiene como funciones asesorar al Gobierno en la administración y funcionamiento de dicho Incentivo y se integra por el Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural o su delegado, quien lo presidirá, el Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible o su delegado, el Jefe de la Unidad de Desarrollo Agrario del Departamento Nacional de Planeación o su delegado y por el Presidente de FINAGRO o su delegado. Además, dicho Decreto (Artículo 2.3.1.1.5. numeral 6) propone como una de las funciones del Consejo de Incentivo Forestal destinar un porcentaje de los recursos para dicho instrumento que debía destinarse para desarrollar programas de investigación semillas especies autóctonas, lo que nunca se materializó ni en ese tipo de investigaciones ni en bancos de germoplasma que se mencionan más adelante.

Existen además otras figuras como el CIF de conservación (Decreto 1076 de 2015 Artículo 2.2.9.9.2.2, parágrafo 1) establecido en 139 1994 y el parágrafo del artículo 250 de la Ley 223 de 1995.

Posterior a la Ley 139/1994 que creó el CIF, El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, determinó el listado de especies autóctonas e introducidas objeto del certificado de incentivo forestal, incluyéndose unas 80 especies forestales nativas como elegibles para dicho incentivo, mediante la Resolución 711 de octubre de 1994.

Años más tarde, según las directrices del CONPES 3724 de 2012, y con fundamento en la Resolución 318/2011 del Consejo Nacional de la Cadena Productiva Forestal, se limitó el número de especies elegibles para el CIF, y se priorizaron especies como la *Tectona grandis*, *Hevea brasiliensis*, *Guadua angustifolia*, *Acacia mangium*, *Gmelina arborea*, así como a varias especies de los géneros *Eucalyptus y Pinus*. Se emitió entonces la Resolución 000080 de 2013 del mismo Ministerio, que limitaba las especies elegibles para el CIF. Desde entonces, no se ha incluido ni una sola especie en el mismo, a pesar de los avances desde entonces en el cultivo y domesticación de especies en la silvicultura de es-

pecies nativas. No obstante, la Resolución 0497 de 1997 del Ministerio de Agricultura ya había esbozado los requisitos para que se incorporasen nuevas especies al CIF (Certificado de Incentivo Forestal).

Dicha Resolución, en su Artículo 2, define parámetros técnicos para la inclusión de una especie forestal en el CIF. Estos parámetros, que se listan a continuación, constituyen los mínimos para esbozar el paquete tecnológico de una especie forestal:

1. Caracterización ecológica

- Especie arbórea.
- Clasificación taxonómica.
- Origen y distribución natural.
- Fenología.
- Tipo y capacidad de propagación.
- Medio en el cual se desarrolla la especie.

2. Silvicultura

- Oferta de material reproductivo.
- Producción de plántulas.
- Preparación del terreno.
- Técnicas de plantación.
- Técnicas de mantenimiento.
- Estimación sobre el turno necesario para obtener el producto principal.

Rendimientos reportados en su área de origen, y zonas de cultivo fuera de su hábitat

natural.

Plagas y enfermedades.

- Informes de índices de sitio.
- Reportes de ensayos de procedencia, fuentes semilleras, rodales semilleros, trabajos de

mejoramiento genético.

- Estudios técnicos a nivel nacional o internacional sobre la silvicultura de la especie.
- Análisis sociológicos.

3. Usos

- Usos actuales y potenciales.
- Características físicomecánicas de la madera.

4. Mercados

- Demanda actual o potencial de la madera.
- Demanda actual o potencial de otros productos provenientes de la especie.
- Valor comercial presente o futuro de la madera.
- Valor comercial presente o futuro de otros productos provenientes de la especie.

Especies forestales autóctonas hoy no incluidas en el CIF como *Jacaranda copaia*, *Terminalia amazonia* y *Simarouba amara* por ejemplo, tienen ya suficiente trayectoria y paquetes tecnológicos en estudios nacionales (H. & L.J., n.d.; Montero, G,. et al., 2016; Pacheco et al., 2014) y de países de Latinoamérica (Barbosa-Sampaio et al., 1989; M. Montero & Kanninen, 2005; Nicolini & Morel, 2016), por no hablar de experie ncias locales en plantaciones forestales en la Orinoquia, junto con demanda local en los mercados nacionales e internacionales de madera, para justificar su inclusión en las especies del CIF. Lo mismo puede argumentarse de *Cordia thaisiana*, que es muy semejante y antes estaba sinonimizada con su pariente *Cordia alliodora*, especie que sí está incluida en el CIF.

En este documento se presentan fichas técnicas condensadas sobre estas y otras especies de las clasificadas como Muy Adecuadas en un pasado documento de esta consultoría.

4.Consideraciones sobre algunas especies promisorias evaluadas

A continuación, se listan algunas especies de árboles de la biodiversidad de la Orinoquia, algunas de las cuales no llegaron a ser clasificadas como Muy Adecuadas, y que pueden presentar dificultades de producción desde lo técnico, pero que a la vez son de interés en su desarrollo por los aportes a los agro ecosiste- mas (sistemas de producción agrícolas), sistemas silvopastoriles y/o restauración por ser especies nativas focales, sus potencialidades de uso comercial y otros fines..

- *Hieronyma alchorneoides* (Chaparro montañero). Análoga a los saladillos, cachicamos, congrio, sasafrás y otras, de valiosa madera. Sin embargo, su gran porte, lo pequeño de su semilla y las zonas pantanosas en que crece hace muy difícil su recolección por el acceso de las

personas y porque la semilla cae al agua y allí los peces se la comen o el agua la arrastra de inmediato.

- *Schefflera morototoni* (Torcazo, Tortolito). Tiene un problema parecido al del machaco por la depredación causada por las aves, sobre todo las torcazas (*Patagioenas cayennensis*) que le dan el nombre al árbol en la Orinoquia.
- *Tapirira guianensis* (Quince días, Guarupayo). Problema similar al del torcazo y el machaco. Además, la semilla parece ser recalcitrante.
- *Astronium graveolens* (Abejón). Por lo pequeña y volátil de su semilla, sumado al gran porte y altura del árbol, presenta problemas análogos a los del pardillo negro. Este árbol de madera valiosa se desarrolla bien en zonas planas de la Orinoquia.
- *Albizia guachapele* (Nauno, Iguá). Situación análoga a la del *Astronium*. En zonas planas de serranía alta puede crecer rápidamente, aunque es muy atacado por los venados.
- *Vochysia ferruginea* (Botagajo). Esta especie produce una muy grande cantidad de hojarasca que contribuye a crear suelo. La gran altura del árbol hace difícil a menudo recoger las pequeñas semillas. Las procedencias de la Orinoquia que se han observado parecen tener una mayor tolerancia a suelos ácidos y anegadizos que las del occidente del país, donde es también común.

Fotografía 11. Milpo o Flormorado, *Erisma uncinatum*, en bosque de galería de Puerto Carreño. Vichada

Fuente: Ing. Wilson Cabanzo

- *Erisma uncinatum* (Milpo, flormorado).Por lo pequeña y volátil de su semilla, presenta problemas análogos a los del pardillo negro. Es una especie de madera valiosa, ya muy escasa y con manejo parecido a *Vochysia ferrugínea*, especie que se ha usado bastante en reforestación y restauración en Colombia y en Latinoamérica, pero de madera menos valiosa (Fotografía 11).

Fotografía 12. Crecimiento de *Pachira quinata*, procedencia Paz de Ariporo, Casanare, de 2018 a 2023 sembrada en HEM (Puerto López, Meta) con diámetros de los últimos tres años.

Fuente: Hacienda El Manantial; fotos siempre en noviembre

- *Pachira quinata* (Cedro macho, saqui-saqui). Las poblaciones de esta especie, otrora tan abundante, fueron esquilmadas durante décadas al punto que ahora solo se consigue infrecuentemente al norte de La Yopaloza en Casanare y en Arauca. Hay algunas poblaciones en el río Guayabero en el Guaviare. En la Hacienda el Manantial hay rodales semilleros con ambas procedencias, las cuales nunca fueron incluidas en los estudios (Hodge et al., 2002; Kane et al., 1993) que llevaron al establecimiento de plantaciones de esta especie en la costa caribe de Colombia hace décadas. Como se muestra en la Fotografía 12, procedencias de la Orinoquia de esta especie pueden alcanzar incrementos en diámetro superiores a 4 cm por año.

- *Attalea butyracea* (Palma real). Esta especie suele verse muy afectada por gorgojos (Coleoptera: Curculionidae) que dejan inservibles un buen porcentaje de los frutos, sobre todo si se recogen del suelo. Esta especie también se beneficia de la técnica del *de-lidding*. Es una especie muy promisoria para la alimentación animal (Sánchez Blanco & Nouel, 2012).

Fotografía 13. *Attalea butyracea*, vereda Mapoy, Tame, Arauca

Fuente: Equipo técnico

- *Cavanillesia* sp. (Ceiba de piedra). Aunque no se incluyó en las listas ni las matrices de análisis de este documento, esta especie se ve rara vez en afloramientos del andén orinoqués (Fotografía 14). No se sabe aún si es *C. platanifolia*, a la que es muy afín, o si es una nueva especie, seguramente la misma reportada para Venezuela en la Flora de la Guyana Venezolana, aún sin identificar (Alverson & Steyermark. J. A., 1997). La razón de no incluirla es que su nicho es muy estrecho, pues depende de ciertos rincones donde el suelo en los afloramientos es menos pobre. Conviene conservar y propagar esta especie, que es muy escasa y que podría ser nueva y se encuentra a más de 600 km del registro más cercano del género, en el cañón del Chicamocha en Santander.

Fotografía 14. *Cavanillesia* sp en la Reserva La Ventana, Vichada

Fuente: Caracterización biológica de la Reserva La Ventana (Puerto Carreño, Vichada) (Castro-Lima & González, 2014)

2. Experiencias locales prácticas en reforestación con especies nativas en la Orinoquia Colombiana

Recientemente (en los últimos 15 años), existen principalmente dos polos donde se han hecho restauraciones y/o reforestaciones con especies de árboles nativos a gran escala en la Orinoquia (Figura 6):

Figura 6. Principales focos de investigación e implementación en la restauración y reforestación con especies nativas en la Orinoquia Colombiana

Fuente: Equipo técnico 2024

2.1 Reserva Natural La Pedregoza.

Localizada (67°43”31.19’W 6°4”45.52’N) a orillas del río Bita, en jurisdicción del Municipio de Puerto Carreño, Vichada, a 67 km de la cabecera municipal, fue establecida en 2010 y tiene una extensión de 1.293 hectáreas. Allí se realizan ensayos de reforestación y restauración con financiación de donantes internacionales, las especies alcornoco *(Bowdichia virgilioides)*, aceite *(Copaifera pubiflora)*, congrio *(Acosmium nitens)*, guacamayo *(Hymenolobium petraeum)*, cañafístula *(Cassia moschata)*, sasafrás *(Ocotea cymbarum)*, saladillo rojo *(Caraipa llanorum)*, saladillo blanco *(Vochysia lehmannii)*, cachicamo *(Calophyllum pachyphyllum)*, pilón *(Andira surinamensis)*, machaco *(Simarouba amara)*, moriche *(Mauritia flexuosa)* y palma manaca o asaí *(Euterpe precatoria)*. La Pedregoza tiene un vivero registrado con el ICA[11].

2.2 Reforestación Hacienda El Manantial (HEM)

Localizada (72°38”43.75’W, 3°57”41.22’N) a orillas del Río Yucao, en jurisdicción del municipio de Puerto López, Meta, a 28 km de la cabecera municipal, fue establecida en 2014 y tiene una extensión de 3.663 hectáreas. En HEM se ensayaron con financiación

11 https://www.myreforestation.com/espanol/descargas/pedregoza_folleto_ESP.pdf

de fuentes del mercado del carbono más de cien especies nativas para reforestación y restauración de ambientes de sabana alta, sabana inundable y ambientes de colinas rocosas, localmente conocidas como serranía. Las especies utilizadas en HEM se listan en la Tabla 11.

Tabla 11. Especies de árboles y palmas nativos sembradas para reforestación y restauración en la Hacienda El Manantial – HEM

Nombre botánico	Nombre local
Acrocomia aculeata	Corozo
Aegiphila integrifolia	Confite
Albizia guachapele	Iguá
Alchornea discolor	Algodoncillo
Anacardium excelsum	Caracolí
Anacardium occidentale	Merey
Anadenanthera peregrina	Yopo negro
Andira surinamensis	Almanegra
Andira taurotesticulata	Bola de toro
Astrocaryum chambira	Cumare
Astronium graveolens	Abejón
Attalea butyracea	Palma de vino
Attalea maripa	Cucurita
Bellucia grossularioides	Nispero montaña
Bixa orellana	Achiote
Bactris brogniartii	Cubarro
Pachira quinata	Ceiba tolúa
Bowdichia virgilioides	Alcornoco
Byrsonima crassifolia	Chaparro manteco
Byrsonima crispa	Peralejo
Calophyllum brasiliense	Cachicamo guaviare
Calophyllum pachyphyllum	Cachicamo serranía
Capirona decorticans	Guayabete
Caraipa llanorum	Saladillo colorado
Cariniana pyriformis	Abarco
Caryocar microcarpum	Barbasco
Caryodendron orinocense	Cacay
Cassia grandis	Cañafístulo
Cassia moschata	Cañafístulo llanero
Cedrela odorata	Cedro
Cedrelinga cateniformis	Achapo
Clusia grandiflora	Gaque
Cochlospermum vitifolium	Bototo

Nombre botánico	Nombre local
Cochlospermum orinocense	Bototo
Copaifera pubiflora	Aceite
Cordia tetrandra	Caujaro
Cordia thaisiana	Pardillo
Couma macrocarpa	Avichure
Couroupita guianensis	Maraco
Cupania scrobiculata	Guacharaco
Curatella americana	Chaparro
Dipteryx odorata	Sarrapio
Duroia micrantha	Carutillo
Enterolobium barinense	Oreja de negro
Enterolobium cyclocarpum	Caracaro
Enterolobium schomburgkii	Dormilón
Erythrina fusca	Anaúco
Euterpe precatoria	Manaca
Ficus insipida	Higuerón
Garcinia acuminata	Madroño
Guarea guidonia	Trompillo
Guazuma ulmifolia	Guacimo
Handroanthus chysanthus	Araguaney
Handroanthus ochraceus	Cañguate
Hevea brasiliensis	Caucho
Himatanthus articulatus	Platanote
Hyeronima alchorneoides	Chaparro de montaña
Hymenaea courbaril	Algarrobo
Hymenaea oblongifolia	Algarrobo de montañá
Jacaranda copaia	Pavito
Jacaranda obtusifolia	Gualanday
Lacmellea edulis	Lechemiel
Licania heteromorpha	Icaco de agua
Licania pyrifolia	Merecure
Licania subaracnophylla	Merecurito
Maclura tinctoria	Mora
Macrolobium multijugum	Arepito
Maprounea guianensis	Rebentillo
Matayba arborescens	Guacharaco
Matayba elegans	Guacharaco
Matayba guianensis	Guacharaco
Mauritia flexuosa	Moriche
Minquartia guianensis	Cuyubí
Myrsine coriacea	Cucharo
Ochroma pyramidale	Balso

Nombre botánico	Nombre local
Ocotea cymbarum	Sasafrás
Ocotea longifolia	Laurel
Oenocarpus bataua	Seje
Ormosia coarctata	Pionío peludo
Ormosia macrocalyx	Pionío
Pachira orinocensis	Puyumero
Parahancornia oblonga	Salivón
Pera arborea	Gallino
Pinus caribaea	Pino caribe
Mimosa trianae	Yopo peludo
Piptocoma discolor	Cenizo
Platymiscium pinnatum	Taray
Pourouma cecropiifolia	Uva caimarona
Pouteria caimito	Maduraverde
Protium heptaphyllum	Anime
Pterocarpus acapulcensis	Sangro
Schefflera morototoni	Tortolito
Simarouba amara	Machaco
Socratea exorrhiza	Chuapo
Solanum crinitum	Lulo de zorro
Spondias mombin	Jobo
Sterculia apetala	Camoruco
Swietenia macrophylla	Caoba
Syagrus orinocensis	Churruvay
Tabebuia rosea	Roble flormorado
Tachigali hypoleuca	Guatero
Tapirira guianensis	Quince días
Terminalia amazonia	Macano
Buchenavia tetraphylla	Macano de rebalse
Buchenavia viridiflora	Macano de rebalse
Trattinickia rhoifolia	Caraño
Triplaris americana	Varasanta
Vismia guianensis	Lacre2
Vismia macrophylla	Lacre hojiancho
Vitex orinocensis	Guarataro
Vochysia ferruginea	Botagajo
Vochysia lehmannii	Saladillo blanco
Warszewiczia coccinea	Cresta de gallo
Wittmackanthus stanleyanum	Punteguayabo
Xylopia aromatica	Malagueto

Nombre botánico	Nombre local
Zanthoxylum caribaeum	Mapurito
Zanthoxylum riedelianum	Tachuelo
Zhanthoxylum rhoifolium	Tachuelo

Fuente: Equipo técnico 2024

HEM tiene un vivero (Fotografía 15) registrado con el ICA con capacidad de producción de 600 mil plántulas al año, que incluye instalaciones para propagación vegetativa mediante el método de miniestacas en canaletas, utilizado inicialmente para *Eucalyptus* pero que asimismo se utilizó para ensayos de propagación vegetativa para *Terminalia amazonia* y *Jacaranda copaia*. Asimismo, se han establecido rodales semilleros registrados ante el ICA de procedencias de la Orinoquia de varias especies, entre las cuales se cuentan el yopo negro *(Anadenanthera peregrina)*, el caruto *(Genipa americana var. Caruto)*, el cedro macho o ceiba tolúa *(Pachira quinata)*, el saladillo blanco *(Vochysia lehmannii)*, el machaco *(Simarouba amara)*, el macano *(Terminalia amazonia)*, el pavito *(Jacaranda copaia)*, entre otras, y se ha establecido una unidad de investigación en fitomejoramiento según la normatividad del ICA. También se hicieron algunos ensayos silvopastoriles y cercas vivas en conjunto con predios ganaderos vecinos.

Fotografía 15. Vivero de HEM en Puerto López, Meta

Fuente: Hacienda El Manantial

3. Otras iniciativas recientes

Varias iniciativas se han gestado en los últimos años utilizando la experiencia ganada en La Pedregoza y de HEM, entre las que se pueden enumerar:

- Flormorado. La empresa alemana BaumInvest se encuentra realizando una reforestación/restauración con especies nati-

vas en el corregimiento de El Placer (69°02'14.5"W, 4°58'28.6"N) del municipio de Cumaribo, Vichada, con una meta de 6.000 hectáreas.

- Silvotecnia. La empresa forestal Silvotecnia tiene una iniciativa de unas 5.000 hectáreas de plantaciones forestales con especies nativas en su hacienda Potosí (70°09'28.6"W, 5°26'46.5"N) en La Primavera, Vichada.
- Inverbosques (68°13'27.6"W 5°44'37.7"N) empresa forestal con gran trayectoria en la Orinoquia en reforestación comercial quien tiene ahora como meta sembrar cerca de 5.000 hectáreas con especies nativas y la transformación mediante enriquecimiento con especies nativas de un número equiparable de antiguas plantaciones de *Acacia mangium* que no alcanzaron sus metas de productividad esperada.

4. Identificación de nuevas áreas con potencial de restauración en los paisajes de la Orinoquia

Para la identificación de las nuevas áreas con potencial de restauración, se utilizó la información generada por el Instituto IAvH, en donde se listan diez áreas prioritarias para la conservación.

1. Alto río Meta
2. Alto río Guaviare
3. Estrella Fluvial de Inírida
4. Corredor Bita - Meta - Orinoco
5. Corredor Meta - Casanare
6. Cusiana (Maní/Tauranema)
7. Humedales de Casanare (Paz de Ariporo - Hato Corozal)
8. Humedales de Arauca
9. Cuenca ríos Tomo y Vichada
10. Corredor medio Orinoco

Asi mismo, se tuvo en cuenta la información de sistemas de monitoreo del avance de programas de restauración nacional como los tableros dinámicos del programa Sembrar Nos Une del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible[12] y la Planea-

12 https://restauracion5m-mads.hub.arcgis.com/

ción Sistemática de la Conservación alimentada con la información de WePlan[13] - Forests para Colombia a su vez basada en los mapas del Plan Nacional de Restauración[14], y las Áreas Esenciales para el Soporte de la Vida en Colombia -ELSA-[15].

En la Figura 7, se observan las áreas potenciales para restauración según la herramienta WePlan- Forests, la cual evalúa una serie de escenarios, informando sobre los costos, y distribución espacial de las prioridades de restauración para cada uno de ellos. Dicho análisis tiene en cuenta los costos de oportunidad y de establecimiento de la restauración. Se presentan tres tipos de escenarios diferentes (i) escenarios óptimos de costo-efectivos que maximizan la rentabilidad (beneficio / costo); (ii) escenarios óptimos que maximizan el beneficio, ignorando los costos asociados; y (iii) escenarios de referencia que minimizan los costos totales, ignorando los beneficios. Dicho programa desarrolló los escenarios de planificación para el objetivo o meta 4, el cual corresponde a restaurar 6.000.000 ha como prioritarias, propuesta por (Andrés Etter et al., 2020), de las cuales aproximadamente 2 millones corresponden a la Orinoquia, como se pormenoriza en la Tabla 12.

Tabla 12. Áreas potenciales para restaurar en la Orinoquia Colombiana según WePlan

Paisaje	Ha
Transición	243,714
Piedemonte	409,859
Macarena	274,869
Llanuras inundables	848,274
Altillanura	225,329
Total área potencial a restaurar	2,002,044

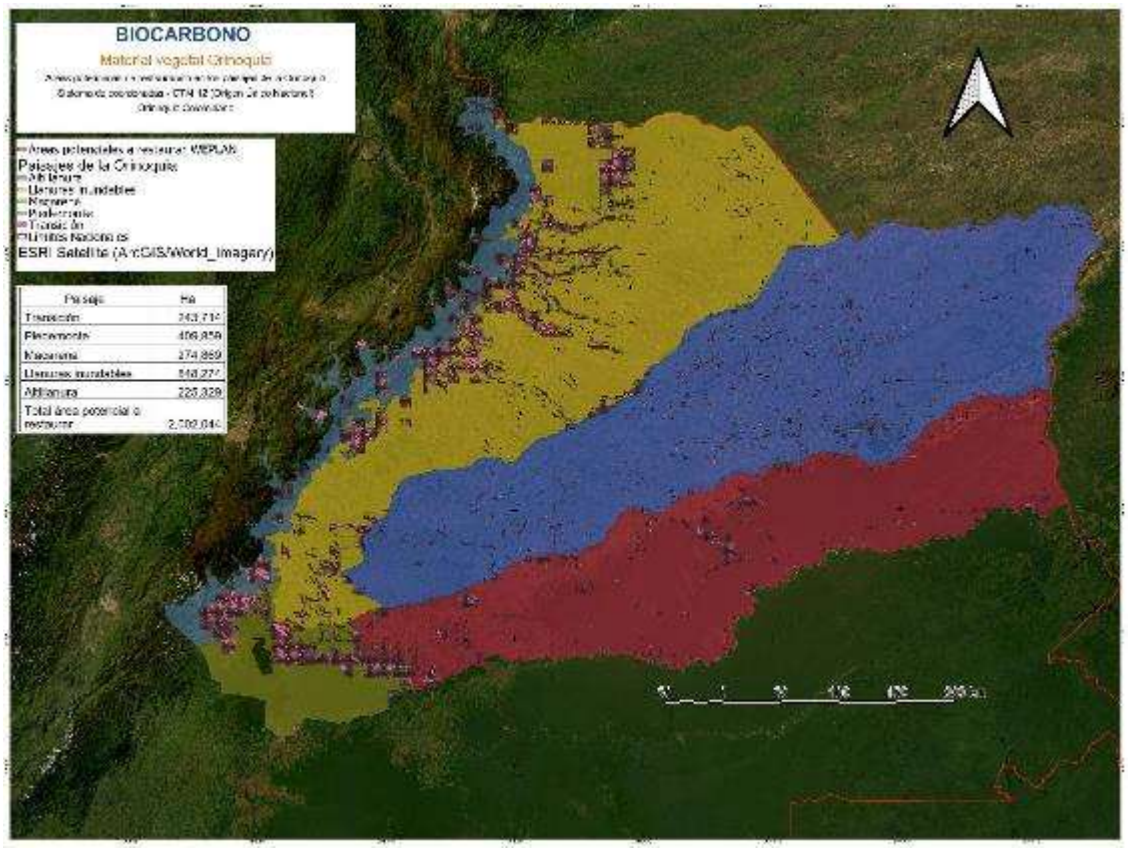
Fuente: Equipo técnico 2024

13 http://www.weplan-forests.org/flrp/exploreopt.php?analysis=COL_v002 http://weplan-colombia.s3-website-us-east-1.amazonaws.com/

14 https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos/gestion-en-biodiversidad/restauracion-ecologica

15 http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2020/cap4/401/#seccion5

Figura 7. Paisajes de la Orinoquia y Áreas WePlan para la restauración



Fuente: Equipo técnico 2024

3. Especies más adecuadas para restauración y reforestación en la Orinoquia colombiana

En el documento *Servicios ecosistémicos de las especies forestales nativas de la Orinoquia* se desarrolló una Matriz general de aptitud de especies nativas de la Orinoquia con todos los atributos asignados a cada una de las 205 especies consideradas, incluyendo las categorías de servicios ecosistémicos que prestan, su fenología para la fructificación y floración, el o los paisajes o tipos de sitio de la Orinoquia a los que pertenecen. A continuación, se presentan fichas para 35 de las especies designadas como Muy Adecuadas para los paisajes de la Orinoquia. La Tabla 13 resume esas especies. Cabe aclarar que los rodales semilleros existentes de la especies así señaladas en esa tabla por lo pronto solo se encuentran en la Hacienda El Manantial de Puerto López, Meta.

Tabla 13. Especies seleccionadas por paisaje como muy adecuadas en la Matriz General De aPtituD De esPecies nativas De la OrinOquia

Nombre botánico Completo	Familia	Nombre local	Existen rodales semilleros	Grado Amenaza	Sabana alta	Sabana Baja	Sabana Inundable	Serranía y Escudo Guyanés	Piedemonte	Mes floración	Mes fructificación
Acosmium nitens (Vogel) Yakovlev	Leguminosae	Congrio					■			Septiembre	Abril
Anadenanthera peregrina (L.) Speg.	Leguminosae	Yopo negro	SI		■			■	■	Septiembre	Marzo
Attalea maripa (Aubl.) Mart.	Arecaceae	Cucurita		LC	■	■			■	Noviembre	Abril
Bactris brongniartii Mart.	Arecaceae	Cubarro				■	■			Noviembre	Mayo
Bowdichia virgilioides Kunth	Leguminosae	Alcornoco			■			■		Enero	Abril
Calophyllum pachyphyllum Planch. & Triana	Calophyllaceae	Cachicamo, Cuén	SI			■	■			Enero	Junio
Caraipa llanorum Cuatrec.	Calophyllaceae	Saladillo colorado				■	■			Enero	Abril
Caryodendron orinocense H.Karst.	Euphorbiaceae	Cacay	SI						■	Octubre	Febrero
Copaifera pubiflora Benth.	Leguminosae	Aceite			■	■				Octubre	Marzo
Cordia thaisiana G.Agostini	Boraginaceae	Pardillo, Pat'ezamuro			■	■			■	Enero	Marzo
Dipteryx odorata (Aubl.) Willd.	Leguminosae	Sarrapio	SI		■	■			■	Junio	Enero
Duroia micrantha (Ladbr.) Zarucchi & J.H.Kirkbr.	Rubiaceae	Carutillo, Turma de Mico	SI			■	■			Noviembre	Junio
Enterolobium barinense L.Cárdenas & Rodr.	Leguminosae	Caro blanco			■				■	Enero	Febrero
Enterolobium schomburgkii (Benth.) Benth.	Leguminosae	Dormidero		LC	■	■			■	Febrero	Marzo
Genipa americana var. caruto (Kunth) Schum	Rubiaceae	Caruto	SI		■			■	■	Agosto	Junio
Goupia glabra Aubl.	Goupiaceae	Parature				■				Febrero	Abril
Hieronyma alchorneoides AllemÃ£o	Phyllanthaceae	Chaparro montañero				■	■			Abril	Junio
Hymenaea courbaril L.	Leguminosae	Algarrobo	SI	NT	■			■	■	Abril	Febrero
Lacmellea edulis H.Karst.	Apocynaceae	Lechemiel				■			■	Enero	Abril
Licania pyrifolia Griseb.	Chrysobalanaceae	Merecure	SI		■	■			■	Octubre	Abril
Maclura tinctoria (L.) Steud.	Moraceae	Dinde			■				■	Febrero	Abril
Macrolobium multijugum (DC.) Benth.	Leguminosae	Arepito	SI				■			Noviembre	Junio
Ocotea cymbarum Kunth	Lauraceae	Sasafrás				■	■			Noviembre	Mayo
Parahancornia oblonga (Benth. ex Müll.Arg.) Monach.	Apocynaceae	Salivón, Pendare, Naranjo podrido				■	■			Mayo	Junio
Platycarpum orinocense Humb. & Bonpl.	Rubiaceae	Chaparro gigante			■			■		Diciembre	Abril

Nombre botánico Completo	Familia	Nombre local	Existen rodales semilleros	Grado Amenaza	Sabana alta	Sabana Baja	Sabana Inundable	Serranía y Escudo Guyanés	Piedemonte	Mes floración	Mes fructificación
Simaba orinocensis Kunth	Simaroubaceae	Ciruelo								Febrero	Mayo
Simarouba amara Aubl.	Simaroubaceae	Machaco, Simarrú	SI							Febrero	Abril
Terminalia amazonia (J.F.Gmel.) Exell	Combretaceae	Macano, mosco	SI							Noviembre	Marzo
Vitex capitata Vahl	Lamiaceae	Nocuito	SI							Abril	Junio
Vitex orinocensis Kunth	Lamiaceae	Guarataro	SI							Abril	Junio
Vochysia lehmannii Hieron.	Vochysiaceae	Saladillo blanco	SI							Diciembre	Abril
Vochysia venezuelana										Diciembre	Abril
Vouarana guianensis Aubl.	Sapindaceae	Guacharaco									
Warszewiczia coccinea (Vahl) Klotzsch	Rubiaceae	Crest'egallo								Febrero	Mayo
Zanthoxylum rhoifolium Lam.	Rutaceae	Tachuelo								Febrero	Abril

Fuente: Equipo técnico

Guía de especies

1. *Acrocomia aculeata* – Corozo

Caracterización ecológica

Palma de 8 m de altura y 50 cm de diámetro de estípite. Raquis y segmentos foliares armados de largas espinas. Hoja pinnada de 300x52 cm. Penacho foliar verde claro. Frutos en drupa globosa de 4 cm de diámetro. (Acero, 2005)

El tallo es grueso y permanece recubierto por los restos de las hojas viejas, llegando a descubrirse solo la parte inferior en las palmas más altas. Raras veces se ven palmas con el tallo grisáceo completamente desprovisto de hojas, y armado con algunas espinas negras. Las inflorescencias son interfoliares, están envueltas por una bráctea afelpada de color café, que al abrirse expone las flores, unisexuales y de color amarillento (Galeano & Bernal, 2010)

Origen y distribución natural.

Crece en sabanas arboladas de zonas secas desde el nivel del mar hasta 1300 msnm. Muy abundante en algunas áreas. Es resistente al fuego. En algunas regiones ganaderas invade a veces los potreros, llegando a convertirse en una maleza

Fenología.

El corozo tiene el furo verde durante todo el año y madura de septiembre a diciembre. El periodo de la floración varia de año a año así como el promedio de la cosecha de las flores.

Tipo y capacidad de propagación.

Por semillas, de las cuales hay 35 en un kilogramo. La especie es conocida por tardar varios años para germinar si no se aplican tratamientos. Estos consisten en escarificación, que pueden ser lijar un lado de la semilla para permitir la entrada del agua. No obstante, la técnica del destapado o *de-lidding* ha funcionado bien para reducir el tiempo de germinación de años a semanas: Consiste en pelar la semilla hasta destapar los tres ojos del coco y perforar uno de ellos con una lezna, sin llegar a lesionar el embrión. Luego se deja en agua por varios días, tras lo cual se rocía el orificio realizado con un fungicida tópico y se siembra.

Preparación del terreno

La plantación del corozo puede seguir los mismos procedimientos hasta ahora usados para la palma de aceite africana.

Técnicas de plantación y mantenimiento

La plantación del corozo puede seguir los mismos procedimientos hasta ahora usados para la palma de aceite africana. En Brasil se han establecido plantaciones con hasta 400 individuos por hectárea (Fotografía 16), tres veces más que con la palma africana, pues la copa de *Acrocomia* es más estrecha.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

Se han proyectado (Murta, 2011) rendimientos para plantaciones de Acrocomia aculeata en rangos de 1840 kg/hectárea con una densidad de plantación de 100 palmas por hectárea hasta más de 4000 kg/hectárea con 216 palmas por hectárea.

Algunas de las razones del éxito del aceite de palma, es el alto rendimiento de los cultivos por área y el bajo mantenimiento y requerimientos de la cosecha, comparados con otros cultivos de aceites, comparado con la soya, el numero uno de las fuentes de aceite vegetales hoy, el aceite de palma (*Elaeis guianensis*) y el coro- zo (*Acrocomia aculeata*) son diez veces más eficientes, basado en la métrica de toneladas de aceite produci- das por unidad de área. En plantaciones de *Acrocomia* en Brasil se ha estimado que una hectárea de palma africana puede rendir 3.8 toneladas de aceite/ha. Con el corozo, la misma superficie podría llegar a producir 9 toneladas de aceite/ha, cifra muy superior a la producción de otras oleaginosas, como girasol (0,7 tonela- das de aceite/ha) y soja (0,6 toneladas de aceite/ha) (Tabla 14). La palma de corozo es mucho más rústica y resistente a condiciones climáticas adversas que la palma africana.

Tabla 14. Rendimiento de varios oleocultivos

Cultivo	Área para producir 1 tonelada de aceite (hectáreas)	Eficiencia rela- tiva	Contenido de aceite en la semilla	Rendimiento ópti- mo en kg/ha
Soya	1.4	1.0	18	4000
Maní	0.8	1.7	32	4000
Coco	0.7	2.0	40	3500
Girasol	0.4	3.5	62	4000
Palma Africana	0.14	10.0	50	35,000
Corozo Llanero	0.1	10.0	25	40,000

Fuente: Murta (2011).

Este cultivo apenas se encuentra en las primeras fases de domesticación de variedades salvajes, por lo que el desarrollo e introducción de variedades mejoradas tiene un gran potencial de incrementar los rendimien- tos.

En cuanto a la captura de carbono en cultivos, se reporta que un cultivo de palma de entre 1,6 y 9 años pue- de llegar a capturar[16] el equivalente a 23 tCO2e por hectárea al año con 400 palmas por hectárea.

Plagas y enfermedades.

Aunque hasta ahora no se han evidenciado plagas en cultivos comerciales de *Acrocomia*, sí se han identifica- do (Vargas-Carpintero et al., 2021) amenazas que incluyen escarabajos fitófagos que se alimentan de flores y raíces, el ácaro rojo de la palma, la enfermedad letal del amarillamiento causada por bacterias fitoplasmas, patologías fúngicas e insectos depredadores de semillas que atacan a frutos maduros . Basado en prácticas agrícolas,alrededor de 10 kg ha – 1 agroquímicos, incluidos pesticidas y aplican herbicidas durante el primer

16 https://soleum.com.br/missao-da-soleum-para-uma-economia-de-baixo-carbono/

Fotografía 16. Plantaciones industriales de *Acrocomia aculeata* en el cerrado brasileño para beneficio del aceite del fruto.

fuente: HttPs://soleuM.coM.Br/

año de establecimiento y 2,2 kg ha-1 por año después del quinto año. Se ha documentado infestación con especies de triatominos, particularmente del género *Rhodinus*, en palmeras grandes, entre ellas *A. aculeata.* Como estos chinches transmiten *Tripanosoma cruzi* (enfermedad de Chagas), los mecanismos de control son de gran relevancia para prevenir infestaciones y enfermedades humanas en los alrededores de las áreas de cultivo.

Informes de índices de sitio.

Desconocidos por el momento.

Usos

El mesocarpo y la semilla tienen un alto contenido de aceite de buena calidad, por lo que podría llegar a ser una planta oleaginosa de importancia económica si se llevara a cabo su domesticación En algunas regiones, todavía es común la extracción de aceite a nivel doméstico. En muchas regiones es parte importante en la

alimentación de los cerdos, que comen los frutos caídos al pie de las palmas; a veces incluso se venden los frutos para este fin. Las reses también las comen.

En Casanare, también utilizan el mesocarpo para engordar gallinas. En los mercados de algunas poblaciones solían venderse los frutos como golosinas. En algunos sectores de la Costa Atlántica se extrae la savia de los tallos derribados y se fermenta para producir el llamado vino de palma (Galeano & Bernal, 2010).

La aviación comercial es responsable de alrededor del 3% de las emisiones globales de carbono y se considera el uso de combustible de aviación sostenible (SAF) como un paso importante para lograr cero emisiones netas de CO_2 para 2050. La Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA) predice que el SAF representa el 65% de las emisiones globales de carbono. % de la mitigación necesaria para ello, requiriendo una capacidad de producción de 450 mil millones de litros anuales en 2050. Existe, por tanto, la posibilidad de un crecimiento exponencial para el segmento y la IATA aboga por que los gobiernos ayuden en este proceso con incentivos a la producción.

Hoy en día ya existen tecnologías capaces de producir SAF y se realizan vuelos a pequeña escala utilizando biocombustibles Uno de los sistemas que ya se encuentra en producción comercial en otras partes del mundo, es el que utiliza ésteres y ácidos grasos hidroprocesados, conocido como HEFA (acrónimo en inglés de *Hydroprocessed Esters and Fatty Acids*).El potencial HEFA incluye involucra los aceites de soja y *Acrocomia*, Además del aceite, del fruto de esta palma también se extraen grasas vegetales, proteínas de alto valor nutricional, fibra dietética, biomasa de alto valor energético y materias grasas, materias primas que pueden aplicarse en diversas industrias.

1 cm
10 cm
10 cm
1 cm

2. *Anadenanthera peregrina* – Yopo negro

Caracterización ecológica

Es un árbol de 3 a 18 metros de altura, con tronco de 20 a 50 centímetros de diámetro y copa expandida. La corteza es delgada, corchosa pero dura, rugosa y de color café o gris. Las hojas, de 12 a 30 centímetros de largo, son bipinnadas y tienen 10 a 40 folíolos. Las inflorescencias están formadas por 35 a 50 flores blancas pequeñas dispuestas en racimos. El fruto es una vaina con forma de cinta de 1 a 5 centímetros de largo. Las semillas son semi redondas aplanadas, de color café oscuro y tienen un diámetro de 5 a 8 milímetros.

En nuestro medio se distinguen dos variedades de yopo, que se diferencian en el tamaño del fruto, la coloración de las hojas, la tasa de crecimiento y la forma de la corteza en los árboles adultos. La especie *Anadenanthera peregrina* se conoce con los nombres de yopo negro, yopo macho, yomba y lomo de caimán. La otra especie (*Mimosa trianae*, anteriormente conocida como *Piptadenia aff. opacifolia* Ducke o *Piptadenia pteroclada* Benth.) se conoce como yopo, yopa, falso yopo, yopo peludo o guayacán yopo. Las dos especies o variedades se confunden en la literatura científica y popular, pero son muy diferentes.

Origen y distribución natural

Crece en las planicies abiertas de La Orinoquia de la cuenca del Orinoco en Colombia y Venezuela y en sabanas y bosques abiertos al sur de las Guayanas. Yopal, nombre de la capital del departamento de Casanare, significa lugar de yopos.

Fenología

Esta especie florece de agosto a octubre en la Orinoquia. Generalmente los frutos maduros se abren para soltar la semilla en enero o febrero del siguiente año.

Tipo y capacidad de propagación

Las semillas del yopo, de germinación fácil y rápida, son de tipo ortodoxo y se pueden almacenar a 4°C en bolsas plásticas durante 6 meses o más. Normalmente no requieren ningún tratamiento pre-germinativo y germinan fácilmente si se han recolectado recientemente.

A partir de semillas de buena calidad es posible obtener hasta 20.000 plántulas por kilogramo. La germinación inicia dos a cuatro días después de la siembra. Las semillas se dejan en agua entre 18 y 24 horas; las hinchadas se llevan al germinador de inmediato y las otras se dejan más tiempo en remojo.

Es recomendable construir un germinador sencillo con materiales disponibles en la finca. Para 1 kilogramo de semilla se requiere un área mínima de 3 m². Se prepara una mezcla de arena y abono orgánico o tierra negra en proporción 3:1, sobre la cual se disponen las semillas en pequeñas zanjas a una profundidad aproximada de 1 centímetro y se cubren con sustrato. Se recomienda cubrir los germinadores con una lona

a una altura de 20 centímetros, o con hojas secas de plátano o palma con el fin de acelerar la germinación y evitar que el riego o la lluvia destapen la semilla. El material de cobertura se debe retirar una vez inicie la germinación. (Useche & Azurero, 2013)

Preparación del terreno

Esta especie puede plantarse con subsolado idéntico al utilizado para el eucalipto, acacia y pino en la Orinoquia y crece mejor en los mismos sitios que éstos.

Técnicas de plantación y mantenimiento

Cuando las plántulas alcanzan una altura entre 5 y 8 centímetros se trasladan a bolsas con sustrato compuesto por tierra negra o abonada con compuestos orgánicos maduros, mezclada con un 30% de arena o cascarilla de arroz. Es importante extender y enderezar las raíces de la plántula dentro de la bolsa. Esta actividad debe hacerse a la sombra, exponiendo las plántulas gradualmente a la luz.

Es conveniente regar las plántulas todos los días preferiblemente durante las horas más frescas. El material está listo para la siembra cuando tiene: 1) tallos lignificados y vigorosos, 2) hojas de buen color (no cloróticas o pálidas), 3) altura de 25 centímetros medida a partir del cuello de la raíz. Con respecto al ahoyado en terrenos que han tenido un uso ganadero prolongado, es conveniente descompactar el suelo en forma mecánica o manual para facilitar el desarrollo de las raíces. (Useche & Azurero, 2013).

Para lograr un fuste recto, se recomiendan espaciamientos densos de plantación de mínimo 1200 árboles por hectárea, hasta de 1600.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

En sitios adecuados, el yopo puede alcanzar un DAP de 12-15 cm en cinco años y una altura de 8 metros, pudiendo comenzar una abundante producción de semillas luego del cuarto año de plantados. Árboles de 20 años analizados con técnicas dendrocronológicas en Puerto López, Meta, tenían una altura de 18 m y DAPs de 40 a 50 cm, tiempo en que podrían aprovecharse para madera.

Plagas y enfermedades

Las plantas jóvenes pueden verse afectadas por escarabajos defoliadores (Coleoptera: Coccinellidae) de varios géneros y especies, que incluso pueden devorar la corteza de arbolitos recién establecidos y causar hasta la muerte del vegetal. Esto se ha observado sobre todo en plantaciones establecidas cerca de o encima de pasturas introducidas (*Urochloa* sp y otras), en cuyas raíces se crían estos insectos en cantidades prodigiosas, lo que no ocurre en sabanas naturales en esas cantidades. Se ha reportado el ataque de insectos chupadores de la familia Coreidae en brotes jóvenes.

Usos

Además de ser muy apreciado por su valor dendroenergético como leña y carbón vegetal, el yopo es útil en cercas vivas, barreras rompevientos, como árbol disperso en potreros, árbol cultivado en líneas en sistemas silvopastoriles y agroforestales, como especie ornamental o en la protección de cuencas. Favorecen el crecimiento de las gramíneas asociadas tales como *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *B. humidicola* y *B.decumbens*. Las semillas de *Anadenanthera* contienen alcaloides y otros principios narcóticos que son la base de

Fotografía 17.Semilla de yoponegro

fuente: equipo técnico

un polvo inhalable. Varias tribus de la cuenca alta del Orinoco en Colombia y Venezuela, y de la cuenca del río Negro utilizaban este potente alucinógeno en sus ceremonias y rituales. Incluso, el árbol era cultivado en algunas localidades de la cuenca amazónica, donde no era nativo. Los indígenas Piaroa elaboraban rapé con las semillas del yopo.

El yopo es útil en cercas vivas, barreras rompevientos, como árbol disperso en potreros, árbol cultivado en líneas en sistemas silvopastoriles y agroforestales, como especie ornamental o en la protección de cuencas. La madera se ha utilizado también en columnas de construcción, carrocerías de vehículos, horcones de corrales y cercas y los taninos en la corteza son útiles para curtir cueros.

La N,N-Dimetiltriptamina (DMT) es un ingrediente activo de la semilla de yopo con una corta duración alucinógena, que dura entre 20 minutos y una hora. El DMT podría ofrecer una mejor alternativa clínica a otros psicodélicos, como la psilocibina y el LSD, que requieren largas sesiones de tratamientos contra la depresión y la adicción (Rodrigues et al., 2019).

El yopo, como suele suceder con las especies de esta familia, incluyendo los guamos (Inga spp) y la Acacia mangium, tiene glándulas nectaríferas en el raquis de las hojas, con lo que puede suministrar néctar a las abejas incluso cuando no está florecido, dándole un gran potencial apícola.

La miel de yopo se ha utilizado para la conservación de injertos óseos (M. P. Ferreira et al., 2018). Además de su actividad antimicrobiana, se ha demostrado que la miel mantiene la osteoconducción y la resistencia de los injertos óseos y reduce la inmunogenicidad del aloinjerto.

Características físicomecánicas de la madera.

El yopo es una madera muy dura (peso específico de 0.86-1.03 g/cm³). El corazón (duramen) del yopo, o "yopo acerao" es muy famoso en la Orinoquia por su dureza y durabilidad, con una densidad superior al agua que hace que no flote.

3. *Attalea maripa* – Palma Cucurita

Caracterización ecológica

Palma solitaria de 11 m de altura, cuyo estípite es desarmado de 28 cm de diámetro, hoja pinnada de 7x1 m, base de raquis ancho y bordes muy afilados y cortantes. Semilla ovoide de 3,8 x2,2 cm y perforada por larvas cuando pasa bastante tiempo en el suelo. (Acero, 2005). Frutos elipsoide-oblongos a ovoides, 4-6 cm de largo, café-amarillentos a cafés, con 2-3 semillas; endocarpo sin fibras, café claro, con poros superficiales. Inconfundible por su gran porte, y sus hojas en cinco filas notorias, con pecíolo muy largo y pinnas dispuestas en grupos. Los endocarpos son más pequeños y angostos que los de las demás especies de *Attalea*, sin fibras, y tienen los poros superficiales. Los juveniles sin tallo pueden confundirse con *Attalea insignis*, pero las pinnas tienen ápice no bífido, aunque fuertemente inequilátero, y tienen la punta de color café por debajo. **Notas**. Las flores masculinas persisten en la inflorescencia hasta que se descomponen. (Galeano & Bernal, 2010)

Origen y distribución natural

La cucurita es una palmera arborescente de dosel, más abundante en bosques abiertos así como en bosques secos estacionales de la Orinoquia. Es una especie de dosel en tierra firme, terrazas, arenas blancas y piedemonte , siendo más abundante en colinas (Sánchez Blanco & Nouel, 2012) y en borde de bosque de galería. En la Orinoquia se distribuye en los grandes paisajes de selvas de transición, piedemonte, Guyana, Altillanura y sabanas eólicas e incluso en los afloramientos del Andén Orinoqués (Castro-Lima et al., 2013, Fotografía 17).

Fenología

La floración y fructificación ocurre durante todo el año, son eventos de larga duración teniendo una fenología influenciada por las oscilaciones de precipitación anual (Sánchez Blanco & Nouel, 2012). En la Orinoquia es más abundante la producción de frutos hacia marzo y abril.

Tipo y capacidad de propagación

Se propaga por semilla, de la cual hay unas 38 por kilogramo. La especie es conocida por tardar en germinar si no se aplican tratamientos. Estos consisten en escarificación, que pueden ser lijar un lado de la semilla para permitir la entrada del agua. No obstante, la técnica del destapado o *de-lidding* ha funcionado bien para reducir el tiempo de germinación de años a semanas: Consiste en pelar la semilla hasta destapar los tres ojos del coco y perforar uno de ellos con una lezna, sin llegar a lesionar el embrión. Luego se deja en agua por varios días, tras lo cual se rocía el orificio realizado con un fungicida tópico y se siembra.

Plagas y enfermedades.

Ver la sección correspondiente en la ficha de *Acrocomia aculeata*.

Usos

El uso más importante es el de sus frutos, que se cocinan para consumir su mesocarpo aceitoso; la pulpa del mesocarpo se usa para preparar una masa que se envuelve en hojas de tarriago (*Phenakospermum guyannense*), y este envuelto, llamado pupeca, se asa hasta que la masa tiene consistencia firme. En el Río Guaviare, los piapocos consumen el mesocarpo directamente cortándolo con cuchillo, después de pelar los frutos. previamente cocinados por espacio de una hora; la pulpa así obtenida también se usa para preparar chicha.(Galeano & Bernal, 2010)

Los frutos maduros ocasionalmente son recolectados y consumidos; el palmito es comestible; las larvas de coleóptero suri suelen ser cosechadas de troncos caídos y consumidas cocidas.

El palmito es utilizado para la preparación de un extracto utilizado contra la hepatitis; la raíz tiene un amplio uso medicinal; los frutos sirven contra la diarrea.

Las hojas son utilizadas en el techado de viviendas permanentes entremezcladas con hojas de otras especies, y para viviendas temporales. Herramientas y utensilios: Las hojas tiernas son utilizadas para la fabricación de abanicos o canastos de rápida fabricación en el bosque; también son utilizadas para rellenar las cerbatanas; el pecíolo de las pinnas es usado para la fabricación de dardos de cerbatanas, la corteza es buena para hacer virotes (Sánchez Blanco & Nouel, 2012)

Fotografía 17.Palma cucurita creciendo en afloramientos del escudo guyanés cerca a Casuarito, Vichada.

fuente: equipo técnico

1 cm
10 cm
10 cm
1 cm

4. *Bactris brongniartii* – Palma Cubarro

Caracterización ecológica

Palma cespitosa y armada de espinas. Alcanza 4.5 m de altura y 4.5 cm de diámetro. Hojas pinnadas de 1x0.35 m, con espinas aplanadas, amarillas o parduscas, con la base la punta negras; raquis 0.7 – 2.1 (-3.9) m de largo; pinnas 10-37 a cada lado, irregularmente dispuestas en grupos de 2-5 e insertas en varios planos, muy estrechamente lanceoladas a casi lineares, fuertemente plegadas, breve y asimétricamente bífidas en la punta, con espinas cortas en las márgenes, las más largas hasta 80 cm de largo y 7 cm de ancho.. Inflorescencia interfoliar, con pocas a numerosas espinas aplanadas, amarillentas, con la punta y la base violáceas; Fruto en drupa ovoide de 2x1.7 cm, negro violáceo con semilla semiaplanada.

Característica por crecer en grandes grupos a la orilla de ríos y ciénagas, por sus hojas irregularmente pinnadas, con las pinnas plegadas, por las espinas aplanadas, amarillas o parduscas, con la base y la punta negras, y por sus frutos esféricos y achatados, de hasta 1.5 cm de diámetro, de color negro-violáceo. Puede confundirse con *B. maraja*, que también tiene espinas amarillentas. Sin embargo, *B. maraja* tiene pinnas dispuestas en ángulos menos divergentes, con forma de S más notoria, espinas menos notoriamente aplanadas, las pinnas brillantes, con setas marginales no visibles a simple vista y no perceptibles al tacto; en *B. brongniartii* las pinnas son opacas, con espinitas notorias al ojo y al tacto.(Galeano & Bernal, 2010)

Origen y distribución natural.

Crece en densas agrupaciones. Especie propia de las zonas de rebalse y de mal drenaje. Crece en las orillas de los ríos o lagunas, por debajo de 300 m.

Fenología.

Se han recogido frutos maduros en los meses de marzo a junio en la Orinoquia.

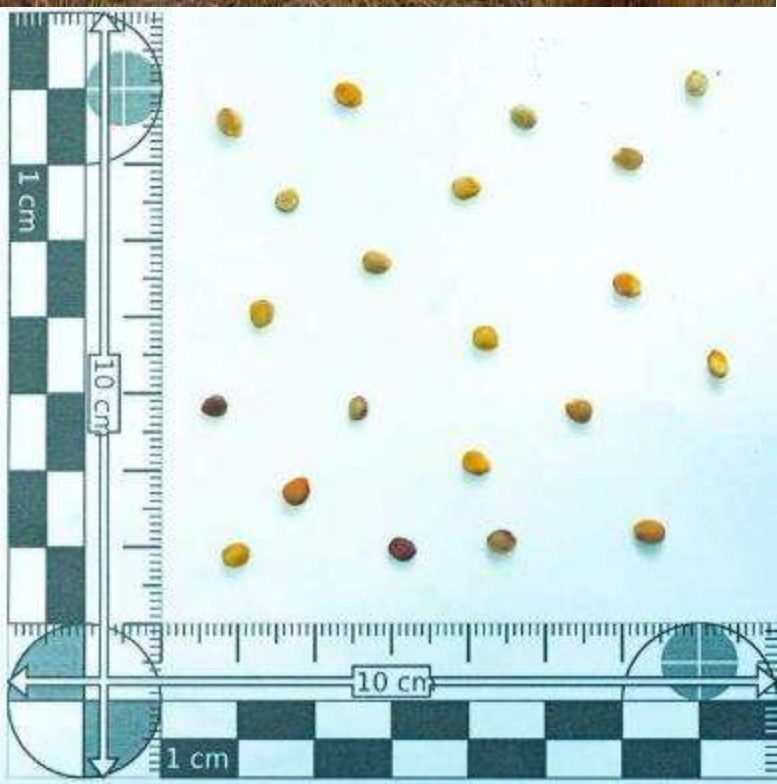
Tipo y capacidad de propagación.

Por semillas, de las cuales hay cerca de 100 por kilogramo. La especie es conocida por tardar para germinar si no se aplican tratamientos. Estos consisten en escarificación, que pueden ser lijar un lado de la semilla para permitir la entrada del agua. No obstante, la técnica del destapado o *de-lidding* ha funcionado bien para reducir el tiempo de germinación de años a semanas: Consiste en pelar la semilla hasta destapar los tres ojos del coco y perforar uno de ellos con una lezna, sin llegar a lesionar el embrión. Luego se deja en agua por varios días, tras lo cual se rocía el orificio realizado con un fungicida tópico y se siembra.

Usos

Especie apropiada para setos, barreras y cercas vivas. A partir de los estípites o tallos de cubarro se elabo-

ran flautas, bastones y chuzos para asar carne. De una especie de cubarro, también llamado en los Llanos albarico o píritu, fabricaban en siglos pasados los llaneros las famosas y temidas lanzas que ganaron la independencia de Venezuela y Colombia (Escala, 2023). El tallo largo y delgado del cubarro, una vez templado al fuego adquiría la consistencia del hierro, utilizándose como el asta de la lanza en el extremo de la cual se adosaba la punta de metal aguzado, o se simplemente se tallaba el palo mismo sacándole punta, a falta de metal. Los indígenas piapoco lo utilizan para el tratamiento del dolor de oído. (Mesa & Galeano, 2013). Recientemente se han fabricado vinos y cidras con su fruto, de manera similar como se hace con el corozo del caribe (*Bactris guineensis*).


1 cm
10 cm
10 cm
1 cm

5. *Bowdichia virgilioides* – Alcornoco

Caracterización ecológica

Árbol con corteza externa blancuzca, corchosa y gruesa. Hojas Imparipinnadas, alternas helicoidales, pubescentes, con foliolos alternos a subopuestos, margen levemente revoluto. Inflorescencias en panículas terminales, flores con cáliz morado y corola azul, frutos en legumbres samaroides, indehiscentes, que contienen pequeñas semillas discoidales de 2-3 mm de diámetro.

Origen y distribución natural.

Es una especie típica de las sabanas arboladas de la Orinoquia en zonas arenosas y bien drenadas. Es una especie resistente al fuego luego de que alcanza cierto tamaño, que suele ser a los cinco años de edad.

Fenología.

La floración de la especie tiene lugar en enero o febrero. Usualmente los frutos maduros se ven en abril o mayo, al inicio de la temporada de lluvias en la Orinoquia.

Tipo y capacidad de propagación.

Por semilla, habiendo unas 36.000 por kilogramo. Antes de sembrar, la semilla que es algo dura debe ser escarificada para acelerar la germinación. Por lo general, esto se puede hacer vertiendo una pequeña cantidad de agua casi hirviendo sobre las semillas (teniendo cuidado de no cocinarlas) y luego sumergiéndolas en agua que se ha puesto a hervir, y sacada esta del fuego, se dejan allí dentro las semillas durante 12-24 horas. También puede lijarse la semilla o hacerle un pequeño corte delicadamente con un cortaúñas.

La siembra debe hacerse en un lugar soleado en camas de germinación o en contenedores individuales. De las semillas no tratadas, normalmente hay una tasa de germinación muy baja con la formación de brotes dentro de 30 a 60 días. Esta especie tolera mal los sustratos con cal o dolomita, por lo que debe evitarse su uso, que es común para otros árboles que no están adaptados a sustratos ácidos como sí lo está el alcornoco.

Cuando las plántulas sembradas alcanzan los 5-6 cm, se pueden plantar en contenedores individuales y deben estar listas para ser trasplantadas entre 5 y 6 meses después.

Preparación del terreno

Esta especie puede plantarse con subsolado idéntico al utilizado para el eucalipto, acacia y pino en la Orinoquia y crece mejor en los mismos sitios que éstos. También puede plantarse en sitios de ripio (plintita) y rocosos.

Técnicas de plantación y mantenimiento

Es una planta adecuada para suelos arenosos y, en cualquier caso, bien drenados y puede tolerar la sequía. Para un crecimiento óptimo, debe elegirse una posición soleada, aunque puede tolerar algo de sombra lateral. Es una planta de suelos ácidos y no tolera las enmiendas edáficas comúnmente aplicadas a los cultivos forestales tradicionales. Se recomiendan densidades de plantación de al menos 1200 árboles por hectárea para asegurar la mejor forma del fuste. Una entresaca posterior debe realizarse para lograr que los árboles engruesen, a los cinco años aproximadamente.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

Es un árbol de crecimiento bastante rápido, capaz de alcanzar una altura de aproximadamente 3 metros dentro de los 2 años posteriores a la siembra con un diámetro de 5 cm. Aunque los árboles en la sabana se ven frecuentemente retorcidos debido al rebrote desigual causado por impacto del fuego, en suelos arenosos y profundos el árbol puede crecer derecho y con buena forma si la exposición al fuego es tardía o inexistente.

Plagas y enfermedades.

No se conocen.

Informes de índices de sitio.

Debido a lo incipiente del cultivo de este árbol en Colombia, no se conocen.

Usos

La corteza de este árbol es utilizada como laxante, desinfectante, las semillas son usadas en el tratamiento de la artritis, diabetes, reumatismo, diarreas crónicas y enfermedades de la piel, se usa para tratar golpes y contusiones

Características físicomecánicas de la madera.

Tiene una madera muy pesada con una densidad anhidra de 1,08 g/cm^3; la cual se ha utilizado para horcones, carrocerías, columnas, botalones de corral, talla artesanal, Duramen café a amarillo, café a negro. Albura distinto del color del duramen.

6. *Calophyllum pachyphyllum* – Cachicamo

Caracterización ecológica

Árbol de hasta 30 m de altura, con corteza fisurada característica, de color amarillo-grisáceo. Hojas Elípticas, bastante coriáceas, opuestas decusadas. Ramitas cuadrangulares, característica que lo distingue de *C. brasiliense*, de ramas completamente redondas (Fotografía 20). Flores blancas, con seis a diez tépalos, inflorescencia y tépalos tomentosos, y flores siempre exclusivamente hermafroditas. Fruto en drupa redonda y verde.(Cardona-Granda & Villanueva-Rojas, 2023). La semilla ovoide o esférica, de 10 a 15 mm de largo, testa color crema, suave, esponjosa de I mm de grosor. El embrión es recto, de color blanco o amarillo crema y ocupa toda la cavidad de la semilla; con dos cotiledones gruesos, carnosos la radícula es corta y carecen de endospermo.

Origen y distribución natural.

Crece en zonas de rebalse dentro de bosques de galería y en zonas pantanosas como morichales y saladillales.

Fenología.

La especie produce flores cada año, usualmente en los primeros meses del año. La mayor fructificación en gran parte de su ámbito geográfico tiene lugar entre junio y julio. La producción de frutos es anual y se inicia cuando el árbol tiene aproximadamente cinco años de edad. La diseminación de los frutos se realiza por animales silvestres, especialmente murciélagos, o por dispersión en el agua.

Tipo y capacidad de propagación.

Se propaga por semilla, habiendo unas 150-200 por kilogramo. En la mayor parte de su ámbito geográfico el periodo óptimo para la recolección de los frutos se da en los meses de junio y julio, cuando los frutos presentan una coloración amarillenta apenas discernible del verde inicial. Los frutos son colectados directamente del árbol o del suelo. La semilla se puede sembrar directamente en bolsa y germina a los cinco días. Para llevar a campo, la plántula necesita cinco meses en vivero.

Una vez recolectados los frutos se transportan en sacos de yute al sitio de procesamiento donde son colocados sobre lonas bajo techo y se dejan secar a la sombra por un día. Posteriormente se extrae la semilla manualmente. (Méndez, 2000).

En cuanto a su propagación vegetativa, podría comportarse de manera similar a *C. brasiliense*, para el cual se reportan (Kratz et al., 2016) métodos de inducción de brotes epicórmicos y el enraizamiento de estacas

Fotografía 20. Diferencia entre las ramitas cuadradas de *Calophyllum pachyphyllum* (izquierda) y las redondas de *C. brasiliense.*

fuente: equipo técnico

de árboles de 14 años de edad. Se evaluaron tres métodos de inducción de brotes epicórmicos: rebrote, anillado y anillado parcial, el número de brotes producidos y el porcentaje de árboles brotados a los 06, 12 y 15 meses después de la instalación del experimento. Los resultados han indicado la viabilidad del rescate vegetativo de *C. brasiliense* mediante el método de esquejes utilizando brotes epicórmicos inducidos por rebrote y anillado. Por el contrario, el anillado parcial no fue efectivo en la emisión de brotes epicórmicos. En cuanto a las raíces adventicias, la técnica de brotación no tuvo influencia en el enraizamiento de los esquejes, mostrando variación entre las diferentes plantas utilizadas.

Calidad física y germinación

A continuación se reproducen las prácticas comunes para *C. brasiliense*:

Calidad física: El peso de las semillas varia de 2.2. a 2.5 g, en un kilogramo hay de 415 a 440 semillas. El contenido de humedad inicial es de 25%. Presenta porcentajes de germinación de 87 a 96% en semillas frescas que son consideradas como recalcitrantes.

Germinación: La germinación es hipógea y se inicia de 18 a 20 días después de la siembra y finaliza de 27 a 30 días después.

Tratamiento pregerminativo: Para acelerar el inicio de la germinación se recomienda friccionar los frutos entre dos tablas planas.

La semilla pierde su humedad rápidamente después de colectada y se recomienda sembrarla lo más pronto posible.

En el trópico se puede almacenar de dos a tres meses, ya que las temperaturas fluctúan de 20 a 30ºC y la humedad ambiental es muy alta; pero se deshidrata en forma paulatina y los porcentajes de germinación bajan drásticamente.

Almacenadas en refrigeradoras presentan un porcentaje de germinación de 66% a los 40 días de almacenamiento. Se reporta (Langenheim et al., 1973; W. Vasquez et al., 2005) que las semillas de C. brasiliense, almacenado a una temperatura de 15° tienen una germinación de 70% a los 3 meses, pero todas las semillas mueren antes de los seis meses.

La siembra puede realizarse en germinadores o directamente en bolsas; el sustrato utilizado es arena de rio húmeda. Cuando la radícula emerge se realiza el repique a bolsas.

Después del repique la especie necesita sombra durante 15 días. El tiempo de permanencia en el vivero es de cinco a seis meses. cuando las plantas alcanzan una altura de 25 a 30 cm pueden ser trasladadas al campo. (Méndez, 2000).

Las primeras hojas son producidas cuando las semillas tienen aproximadamente 10 cm de altura. Cuando la plántula alcanza alrededor de 15 cm, como lo determinan las reservas alimenticias en la semilla, a menudo cesa de crecer en altura, mientras el sistema radical se establece. Las semillas sembradas en semilleros en el vivero producen plantas con una altura máxima de 1 m en 1 año.(Weaver, 1990)

Preparación del terreno

Es una especie con raíces profundas, por lo menos cuando joven. La plántula produce una raíz pivotante bien definida, con un número de raíces laterales cortas a intervalos regulares. Incluso en sitios inundables, las raíces, una vez establecidas, penetran a una profundidad considerable. Como esta especie medra en lugares inundables, donde el suelo puede permanecer demasiado blando para introducir maquinaria durante buena parte del año, puede plantarse con palín sin necesidad de subsolar.

Técnicas de plantación y mantenimiento

En las áreas húmedas, el desyerbado circular en un radio de 1 m alrededor de las plántulas deberá efectuarse por lo menos una vez al año durante 3 años.

Calophyllum tiene un tallo robusto y su cualidad más sobresaliente es su capacidad para dominar las gramíneas, los helechos o las enredaderas cuando es plantado en sitios adversos . Por lo usual se utilizan unos

espaciamientos de 1.8 por 1.8 m o de 1.5 por 1.5 m para acelerar el cierre de las copas y evitar la ramificación lateral . Los espaciamientos más amplios producen un incremento más rápido en el diámetro, pero resultan en una forma arbórea pobre.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

Las plantaciones en Trinidad y Puerto Rico de *C. calaba* con entre 22 y 34 años de edad muestran unel incremento anual promedio (IAP) en el volumen es de 4.3 a 12.6 m^3 por hectárea. El IAP en altura varía entre 0.6 y 1.4 m y el IAP en el diámetro entre 5.6 y 13.8 mm. Los cálculos preliminares del IAP en la biomasa son de entre 2.2 y 6.4 toneladas métricas por hectárea.

En Puerto López, Meta, se han observado diámetros de 5 a 6 cm y alturas de unos 5 m para árboles de *Calophyllum pachyphyllum* de cinco años de edad en plantaciones puras y mixtas en zonas anegadizas.

Plagas y enfermedades.

La semilla es atacada por la larva de un coleóptero no identificado. Algunos primates y roedores como ardillas (*Microsciurus alfari, Sciurus granatensis*) consumen los frutos, destruyendo las semillas. (Méndez, 2000).

El duramen se considera como durable a moderadamente durable con respecto a la resistencia a la descomposición, pero susceptible a la polilla de mar, la termita de la madera seca (*Cryptotermes brevis*) en Puerto Rico y las termitas subterráneas (*Captotermes brevis*, *Heterotermes convexinotatus*, *H. tennis y Nasutitermes corniger)* en Panamá. Cuando se usó *C. calaba* para sustituir traviesas de ferrocarril importadas en Belice, se observó una marcada diferencia entre las secciones húmedas y secas de la vía. En las secciones húmedas, el ataque fungal fue prevalente; en las secciones secas, el ataque por las termitas fue más pronunciado.

Un marchitamiento que ocasiona una rápida mortalidad y que afecta todos los tamaños arbóreos en aproximadamente la misma cantidad de tiempo se observó en la América Central para la especie similar *C. calaba*. Se hace inicialmente evidente por una rama seca en la parte superior del árbol y 4 semanas después por un follaje clorótico y luego por la muerte. Internamente, se observan unas rayas de color pardo oscuro en el sistema vascular, causadas por la goma que obstruye los vasos. El agente causante es una especie de *Cephalosporium.* La enfermedad fue descrita como la primera enfermedad epidémica en la América Central y su virulencia se comparó con la del añublo del castaño (*Cryphonectria parasitica)*, la de olmo holandés (*Ceratocystis ulmi*) o la del marchitamiento del dióspiro (*Acremonium diospyri*) en los Estados Unidos. Se ha observado el ataque infrecuente de un barrenador del cogollo, cuya identificación aún se desconoce.

Usos

La resina amarilla de su corteza viva es un cicatrizante de heridas y el aceite de su semilla es una excelente cura para ciertos casos de dermatitis. El latex es un buen expectorante usado en gripas crónocas tiene además propiedades La madera de este árbol corpulento de usó desde épocas antiguas para la elaboración de potrillos falcas y chalanas; por otro lado se empleó también para tallar pilones en donde se descascaraban a golpes de manija (manijas de floramarillo y macano) los granos de arroz y maíz. Su madera es muy apreciada para hacer canoas pues no se pudre fácilmente en el agua.

Características físicomecánicas de la madera.

La madera es pesada con una densidad de 0,90 g/cm; se recomienda para carrocerías y construcciones navales. Tiene grano entrecruzado, textura media y alta durabilidad natural. Es fácil de secar y moderadamente difícil de aserrar. Se usa en la fabricación de gabinetes, muebles finos, pisos, mástiles para barcos, postes. carpintería en general y pulpa para papel.

1 cm
10 cm
10 cm
1 cm

7. *Caraipa llanorum* – Saladillo colorado

Caracterización ecológica

Árbol de hasta 30 m de altura y hasta 1 m de diámetro, corteza rojiza característica. Hojas, Lanceoladas simples, alternas, dísticas, coriáceas. Flores: pequeñas, verdosas e inconspicuas. Frutos: Cápsulas de 2-3 cm, que se abren para dejar escapar semillas aladas y papelosas.

Origen y distribución natural.

Crece en bosques de rebalse y sabanas inundables. Sin embargo en ciertas condiciones (cuand el viento dispersa sus semillas) puede crecer en sitios secos como colinas de serranía.

Fenología.

Esta especie presenta alternancia fenológica y no suele fructificar abundantemente sino cada tres o más años. Suele fructificar en mayo, cuando comienzan las lluvias.

Tipo y capacidad de propagación

Se propaga por semillas, las cuales son planas y aladas, rindiendo unas 9000 por kilo. Se pueden sembrar directamente en canteros sin ningún tratamiento. Si la semilla se recolecta fresca la tasa de germinación es superior al 80%. Sin embargo, dadas las pocas semillas por fruto, y el hecho de que estas son caedizas y que el árbol suele ser alto y crecer cerca al agua, dificulta su recolección.

Algunos viveros tienen dificultades en la propagación de esta especie, que requiere sustratos ácidos, ya que el personal técnico está acostumbrado a añadir cal o dolomita a los sustratos para neutralizar la acidez, pero los saladillos requieren otras condiciones para desarrollarse y los pHs neutros a alcalinos los perjudi- can. Debe utilizarse un sustrato con un pH de 5.5 como máximo y controlar que el agua de riego no sea demasiado alcalina. Para esta especie en particular el sustrato de cascarilla de arroz es inadecuado, pues suele tener un pH de 7 (Monsalve Camacho et al., 2021), que resulta demasiado alcalino. Se recomiendan otros como la turba, viruta de madera, el aserrín, la fibra de palma o la cascarilla de palma (la tusa de palma suele tener un pH alto que tampoco funcionaría quizá para el saladillo). Se ha medido el pH en el suelo de saladillales en época seca en la Orinoquia y se ha hallado ser de 5.5 e incluso menor.

Preparación del terreno

Dados los terrenos en que crece, arenosos y usualmente inundables, suele ser suficiente con prepararlos con subsolador en los meses secos.

Plagas y enfermedades

Se desconocen.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

El saladillo es un árbol de crecimiento moderado y buena forma, pues generalmente crece en campo abierto con pocas ramas laterales y fuste recto. Árboles de cinco años pueden tener 10 cm de diámetro y 6 m de altura.

Usos

El uso principal de la madera es la construcción, seguido de usos artesanales y la elaboración de un colorante a partir de la corteza. La semillas del árbol son consumidas por aves especialmente los loros. varias especies del género tienen compuestos antibacteriales y citotóxicos.

Características físicomecánicas de la madera.

El tronco recién cortado presenta las capas externas de madera (albura) de color pardo cremoso y las capas internas (duramen) de color rojo y de forma regular, observándose entre ambas capas un leve y gradual contraste en el color.

Mercados

Teniendo en cuenta la resolución CORMACARENA No. PS-GJ.1.2.6.22. 0561 del 03 de junio de 2022[17], esta especie se cataloga como **madera fina,** por la cual se catalogó según la revisión de informes presentados por las industrias para la apertura de sus libros de operaciones y conforme a las visitas realizadas a las industrias, soportes – Salvoconductos, Remisión ICA y Facturas – presentadas por estas.

17 "*Por medio de la cual se acoge el concepto técnico Nº. PM-GA 3.44.21.2668 de fecha 23 de agosto de 2021 y se fijan los precios comerciales de la madera aserrada para imposición de sanciones y valoración económica de productos maderables de flora silvestre decomisados y dejados a disposición de la corporación para el desarrollo sostenible del área de manejo especial la macarena "CORMACARENA", en el departamento del meta*."

Fotografía 20. Saladillal (agrupación de saladillo) desarrollándose en varios entornos.

Izquierda, en colinas de serranía en Puerto Carreño, Vichada. Abajo, en zonas de rebalse de las vegas del Río Yucao, Puerto López, Meta. Más abajo, en una culata (depresión entre colinas) de Puerto Carreño, Vichada.

fuente: equipo consultor

8. *Caryodendron orinocense* – Cacay, inchi, castaño, almendro, nuez de barinas, metohuayo

Caracterización ecológica

Árbol de 25 m de altura y 60 cm de fuste; el fuste es musculado, la corteza es lisa. El follaje es verde oscuro y de textura gruesa. Hojas simples, alternas, helicoidales, elípticas. Fruto en cápsula globosa de 4 cm de diámetro, con tres semillas. Es un árbol dioico, con machos y hembras separados. A los cinco años ocurre la primera floración y es allí cuando se puede detectar el sexo de la planta: la inflorescencia es una espiga terminal compuesta por 5 a 8 espigas agrupadas en fascículos con brácteas, sobre las espigas solo se presentan flores de un solo sexo. Las flores femeninas son sésiles, sin corola, con el cáliz de cinco a seis sépalos, Las flores masculinas se observan en los racimos terminales, sin pétalos con 4 a 7 estambres y tres sépalos en cáliz.

Origen y distribución natural.

Especie propia de bosques de galería en suelos bien drenados. Se ve también en paisaje de piedemonte. Crece preferiblemente en terrenos no inundables, con buen drenaje y muy fértiles, prosperan en suelos aluviales localizados en las márgenes de los grandes rios. Soporta sequias ligeras y cortos periodos de saturación hídrica, pero no tolera periodos prolongados secos, ni anegamiento permanente. Su hábitat se caracteriza por tener una temperatura promedio de 26 C , una precipitación pluvial promedio de 3.000 mm, altitud menos de 1000 y humedad relativa del 85%. El cacay se desarrolla mejor en las depresiones y llanuras bajas del piedemonte llanero(I. M. Montero, 2001), hallándosele desde Barinas (Venezuela) hasta las estribaciones de las Yungas peruanas.

Fenología.

La fructificación comienza a los 6-8 años, a partir de la plantación, pueden tardarse en algunos casos hasta 12 años y se concentra en los meses de diciembre a febrero. La producción al inicio es baja, comenzando con algunos frutos el primer año, llegando hasta 50-90 kg de capsulas por árbol al décimo año. Se incremen- ta la producción con el desarrollo de la copa. (I. M. Montero, 2001).

Los frutos deben ser colectados inmediatamente después de haberse desprendido del árbol. En el medio natural los frutos no demoran en abrirse y exponen las semillas, que germinan rápidamente.

Para la siembra en viveros los frutos, aun frescos son muy resistentes, por lo que deben ser abiertos con la

ayuda de un rompenueces o un martillo, procurando no romper las semillas.(Gonzáles & Torres, 2010).

Tipo y capacidad de propagación.

Por semilla. La germinación es epigea. Existe una fuente de árboles semilleros en la inspección de Cacayal, municipio de Lejanías, en la finca del señor Jorge López. Hay otra fuente semillera en la vereda Alto Cupiagua, quebrada Chichaca, Aguazul (Casanare). Alli se conoce con el nombre común de castaño. En el medio natural las semillas germinan rápidamente, una a dos semanas después de caer del árbol, es común encontrar semillas germinadas o plántulas en crecimiento alrededor del árbol.

El cacay posee semillas recalcitrantes que solo toleran hasta ocho días de almacenamiento, preferiblemente a temperaturas de 12 a 13ºC. No es recomendable almacenar las semillas a temperaturas de 26-28ºC .(García B. & Basso, 2012)Venezuela in 2008.

Las semillas son sembradas en una cama almaciguera, enterrándolas a 1 cm de profundidad, ya que tienen germinación epigea y pueden no germinar o romperse el hipocotilo al emerger del suelo. Generalmente se utiliza una cama de 1.20 m de ancho por 5 m de largo. El sustrato utilizada puede ser con material vegetal descompuesto (material vegetal descompuesto) mezclando con gallinaza y arena en una proporción 2:1:1 respectivamente.

También se puede sembrar directamente en bolsas de 2 Kg de capacidad, utilizando el mismo sustrato. Cuando las plantas hayan alcanzado los 40 cm o tienen más de 4 hojas verdaderas.

Se deben separar del almacigo plántulas malformadas, con signos o síntomas de enfermedades, se deben dejar solamente plántulas vigorosas. También se puede realizar el repique de regeneración natural a bolsas plásticas o camas almacigueras, llevando las plántulas con pan de tierra y cortando tres cuartas partes de cada hojita.

La semilla inicia su germinación en promedio a los 15 días después de la siembra. Se recomienda la siembra de las semillas en bolsas. El crecimiento es rápido, y las plántulas alcanzan los 30 cm en dos meses y posteriormente ganan un metro de altura al año.

La propagación vegetativa por injerto, es por el método de púa terminal. El patrón, que es la misma especie, debe tener 60 cm de altura y 1 cm de diámetro en los primeros diez centímetros de la base del tallo, igual diámetro debe tener el injerto en la base de la vareta.

La propagación por estacas no tiene resultado satisfactorio, aun cuando son tratadas con hormonas de crecimiento AIB (Acido Indol Butírico), se obtiene formación de callo pero no emiten las raíces ó producen hojas que pronto mueren.

Preparación del terreno

Se recomienda sembrar simultáneamente con cultivos anuales.

Técnicas de plantación y mantenimiento

Los plantones que se llevaran a campo definitivo deben tener de cuatro a cinco meses, con más de cuatro hojas verdaderas, deben ser de tallito erecto, sin malformaciones en las raíces. La distancia de plantación en el lugar definitivo debe ser de 5 m, para poder efectuar posteriormente un aclareo y dejar una distancia definitiva de 10 m. Se recomienda esta práctica porque aún se conoce el sexo de los árboles en plántula y cuando hayan florecido y se pueda determinar su sexo es necesario limitar el número de arboles machos y el

exceso de árboles hembras. (Martínez S, 1979).

La plantación se debe efectuar a plena exposición solar, pues hay una notable diferencia de vigor y frondosidad con los árboles que se plantan bajo el bosque. Las prácticas culturales se reducen a plateos y abonamientos cada seis meses.

Ahoyado

Cavar hoyos de 30x30x30 cm donde se procurará separar la tierra superficial de color más oscura de la tierra del fondo del hoyo. Es importante que las plantas en campo definitivo sean alineadas de tal forma que haya igual área de aprovechamiento de agua y nutrientes.

Al momento de realizar el hoyo, es preferible separar la tierra superficial (la parte más oscura) de la parte profunda. La parte profunda se mezcla uniformizando con abono orgánico (gallinaza o humus), que irá en la parte superior, y la capa superficial ira al fondo del hoyo.

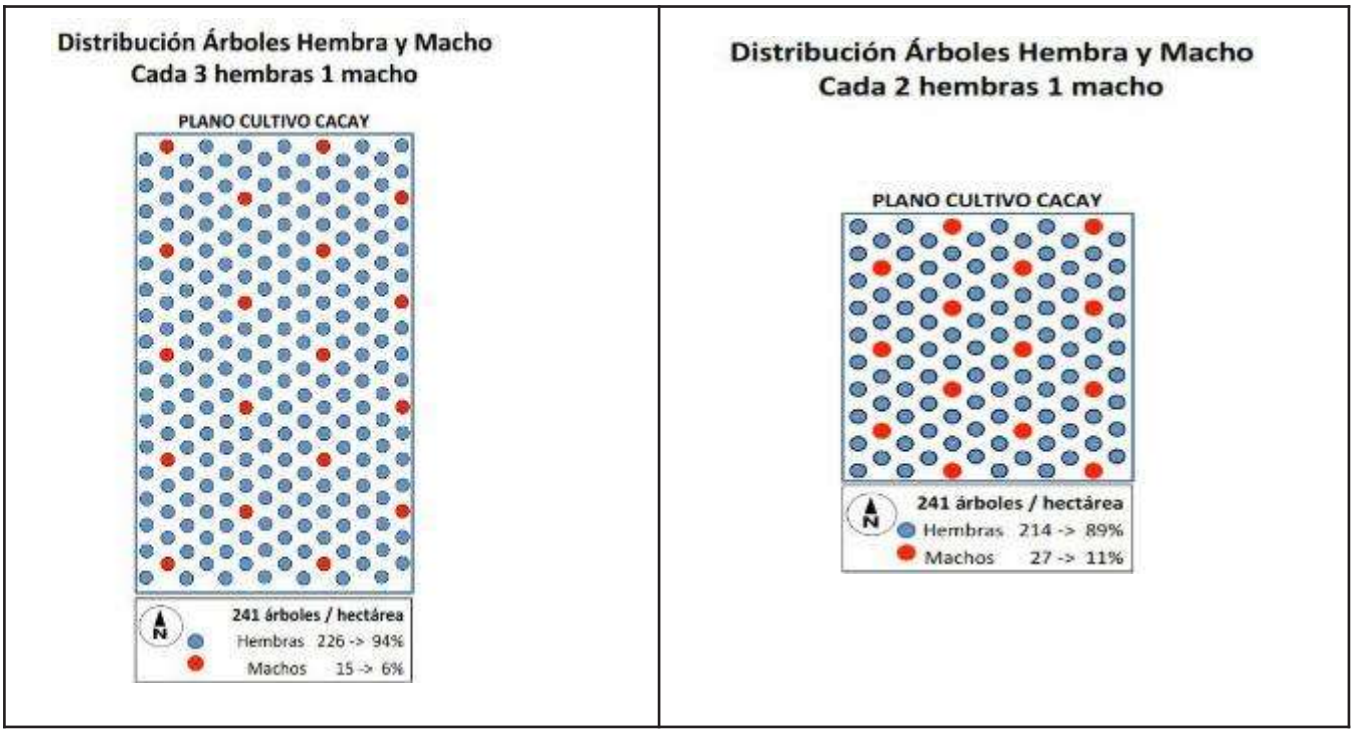
Los plantones pueden ser trasplantados a campo definitivo a los 4 o 5 meses. El Cacay bajo cultivo es de porte medio y de lento crecimiento inicial, brindarle moderada sombra en su establecimiento, favorece su desarrollo. En la etapa productiva es heliófilo, aunque tolera sombra ligera. Se recomienda sembrar paralelamente especies de rápido crecimiento y de copa pequeña que le brinden sombra y que posteriormente en la etapa reproductiva no compitan por luz.

Control de Malezas

Se recomienda sembrar leguminosas de cobertura tres meses antes de establecer la plantación o sembrar simultáneamente con las especies anuales y bianuales, de manera que se realiza deshierbe para ambos cultivos. (I. M. Montero, 2001).

Dado que los machos y hembras son separados en esta especie, deben sembrarse más de estas últimas. En el Meta se suelen usar dos tipos de diseños de plantación para este fin, esquematizados en la Figura 8.

Figura 8. Dos esquemas de plantación de cacay



fuente: KaHai

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

La perspectiva de producción en cultivo (65 árboles/hectárea) es de trece toneladas de fruto, de las cuales 6,5 toneladas son semilla; de esta semilla la mitad son aceite y la otra mitad son torta residual.

Empieza a producir de 4 a 8 años. Un árbol adulto produce unos 300 kilos de fruto por año. Se han determinado árboles que a los 80 años están en plena producción y no dan muestra de senectud. (Martínez S, 1979). Es importante señalar la gran susceptibilidad del cacay al fuego, un calentamiento del tallo puede ocasionar la muerte de la planta; deben tomarse las precauciones necesarias para evitar las quemas en las inmediaciones de las plantaciones. (I. M. Montero, 2001).

En el Meta una plantación, con árboles de 10 m y una relación de 9 hembras por macho producirá, después de unos 12 años, 500 kg de semillas por hectárea y por año. La producción se incrementa mucho más en plantaciones más antiguas.

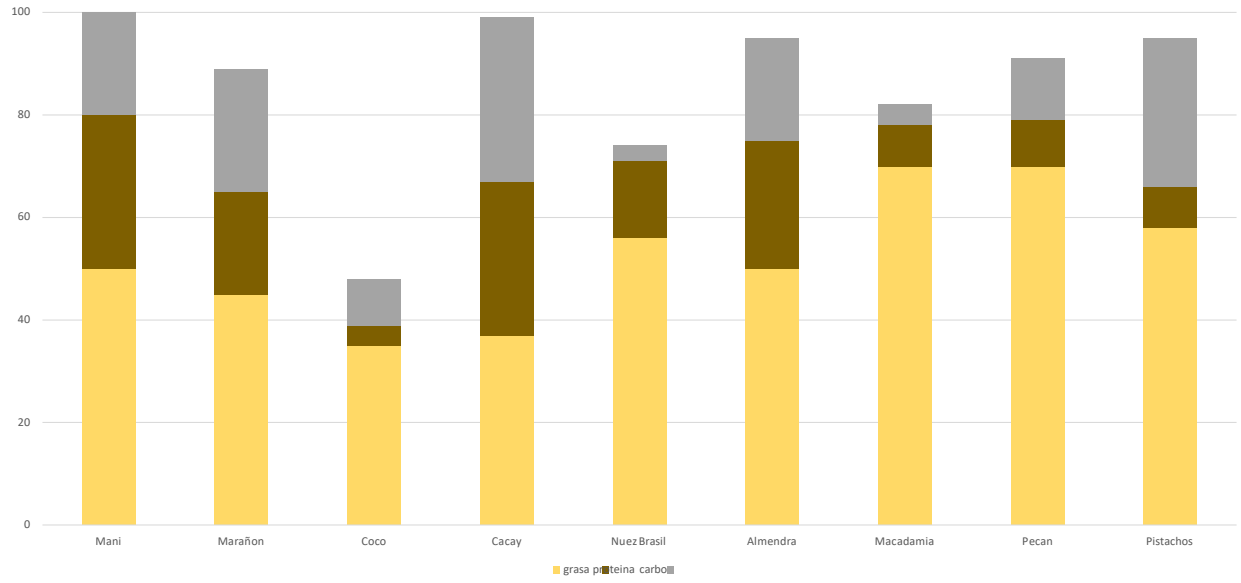
Plagas y enfermedades.

En la etapa inicial del crecimiento, la principal plaga es el bachaco (*Atta spp*). En la etapa de desarrollo, la plaga más importante es el "gusano cachón o Panacea *Panacea prola* de la familia Nimphalidae; se han observado ataques ocasionales de larvas de polillas de la familia Megalopygidae (*Megalopyge lanata*) que pueden ocasionar la defoliación completa de la planta. El método de control que se recomienda aplicar es el mecánico (manualmente), cuando la plantación es pequeña.(I. M. Montero, 2001)

Usos

El cacay produce una nuez, muy nutritiva y que produce un excelente aceite valioso en cosmética por sus propiedades antioxidantes. Las semillas de este árbol contienen un aceite de mesa rico en ácidos grasos saludables para el organismo; asimismo, la papilla o torta residual que queda luego de extraer el aceite contiene una proteína superior al 25% de excelente palatabilidad. Expresado de otra manera el cacay está llamado a ser "el aceite de mesa del futuro". La semilla se consume tostada a manera de maní. Es importante también como alimento de fauna silvestre. La madera es útil para trabajos de carpintería en general.

Figura 9. Porcentajes comparativos de grasas, proteínas y carbohidratos en varias nueces



fuente: equipo consultor

Debido a sus efectos en la dieta, las grasas insaturadas (monoinsaturadas y poliinsaturadas) a menudo se denominan grasas buenas; mientras que las grasas saturadas a veces se denominan grasas malas. Generalmente se considera que no se deben consumir grasas en exceso, debiéndose preferir las grasas insaturadas y, en particular, se deben limitar las grasas saturadas. El cacay tiene una proporción alta de grasas insaturadas (Alfaro & Carrillo De Padilla, 1994) comparado con otros aceites (Tabla 15, Figura 9).

Tabla 15. Proporción de ácidos grasos en varios aceites vegetales

Fuente	Proporción Polinsaturados/Saturados
Palma Africana	0.14
Corozo llanero (Murta, 2011)	0.40
Maní	1.69
Sésamo/Ajonjolí	3.36
Soya	4.3
Girasol	6.4
Cacay	6.5

fuente: equipo consultor

Mercados

Esta especie tiene grandes posibilidades agroindustriales en el campo de los aceites, los peletizados, la confitería, las proteínas vegetales, etc., y así se ha reconocido en la Resolución No. 146 de 2023 que establece Cadena Agroindustrial del Cacay en el Meta, expedida por la gobernación de ese departamento. Se puede sembrar junto a cultivos de plátano, cacao, achote y otras especies. El análisis proximal del *Caryodendron orinocense* demuestra que las semillas de esta planta son una buena fuente de aceite. El aceite crudo se analizó para determinar sus características físicas y químicas, así como el perfil de ácidos grasos, usando los métodos del AOAC y la cromatografía de gases. Los resultados mostraron, que el aceite cumple con las normas para aceites comestibles con excepción del contenido de humedad y el índice de acidez. Es rico en ácidos grasos poliinsaturados (75.13% de ácido linoléico), presentando una relación de ácidos grasos poliinsaturados-saturados de 6.50; lo que va en favor para el uso humano .(Alfaro & Carrillo De Padilla, 1994). Actualmente el aceite cosmético del cacay tiene un prometedor mercado que tiene el potencial de competir con el argán de Marruecos.

1 cm
10 cm
10 cm
1 cm

9. *Copaifera pubiflora* – Aceite, Palo de Aceite

Caracterización ecológica

Árbol de hasta 30 m de altura, fuste cilíndrico, corteza externa amarillenta, desprendible en placas delga- das. Corteza interna de color rosado claro, exuda savia roja. Hojas paripinnadas, alternas, dísticas, con 4-6 foliolos, ampliamente ovados, ápice retuso, glabros y brillantes, estípulas libres. Las hojuelas del extremo siempre están libres. Los retoños son rojizos. Flores: Inflorescencias en panículas terminales, con ejes espiciformes, flores apétalas, blancas cuando son nuevas, y cremas al envejecer, son hermafroditas (masculinas y femeninas) y están dispuestas en racimos terminales. Fruto: En legumbre dehiscente, con las valvas coriáceas y glabras, semillas negras cubiertas con un arilo blanco que se torna eventualmente rozijo.

La identificación se puede hacer por la corteza, los retoños rojizos (entre julio y septiembre) o las vainas de frutos en el suelo. Es frecuente confundir la corteza y las hojas del *Hymenaea courbaril* con las del aceite por el parecido que tienen, y porque generalmente donde crece el aceite también crece el algarrobo.(Coimbra Molina et al., 2018)

Origen y distribución natural.

En Colombia se ha registrado en la Orinoquia por debajo de los 800 m sobre el nivel del mar, presente en bosques de galería. Crecen en zonas de transición entre sabanas y monte alto. Suelen formar grupos. En zonas de vida de Bosque seco tropical (Bs-T) y Bosque húmedo tropical (Bh-T) de elevaciones bajas. Generalmente crece asociado con especies como *Simarouba amara*, *Terminalia amazonia*, *Apuleia leiocarpa*, *Handroanthus* spp y otras.

Fenología.

Esta especie florece entre octubre y noviembre y fructifican desde enero a marzo. Las semillas son dispersadas mayormente por aves y mamíferos, que consumen el arilo carnoso de sus semillas.

Tipo y capacidad de propagación.

Se propaga por semillas, de las cuales hay unas 900 por kilogramo. Las semillas se pueden sembrar en cajas de plástico que contengan arena y/o vermiculita. Después de su de germinación, las plántulas pueden transferirse a bolsas de polietileno (16,5 cm x 28,5 cm) que contiene una mezcla de arena y tierra en una proporción de 2:1. las plántulas después de 60 días de estancia en el vivero alcanzan una altura de 25 a 30 cm y se pueden sembrar en el campo.

La especie se adapta mejor bajo condiciones de sombra intermedias (50%) principalmente en el etapa juvenil .Para uso comercial de madera, se recomienda que la planta este a plena exposición solar después de que se genere el tallo para que alcance la altura y el volumen a un mejor ritmo(Brum et al., 2009).

Preparación del terreno

Las mismas prácticas que para cultivos como el Eucalipto (subsolado etc.) son aptas para el aceite.

Técnicas de plantación y mantenimiento

La plántula requiere sombra para establecerse y cuando empieza a crecer busca luz. Resistente a la sequía. Crece en diversos tipos de suelos ácidos, pobres en nutrientes desde arenosos a arcillosos. (Marañon & Terán, 2022). Se sugiere un espaciamiento de no menos de 1200 árboles por hectárea para lograr tallos rectos. Será necesaria una entresaca antes de los diez años.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

La resina en árboles maduros se puede cosechar durante todo el año. La oleorresina que se extrae está almacenada en la madera de la parte central del tallo. Las estaciones climáticas del año no tienen influencia en la cosecha. (Marañon & Terán, 2022).

En cuanto al crecimiento, árboles en plantaciones puras de aceite en la Hacienda El Manantial alcanzaron los 10 cm de diámetro y 5 m de altura en siete años.

Plagas y enfermedades.

A veces se presentan manchas negras tipo antracnosis en las hojas en la época lluviosa en árboles jóvenes, al parecer causados por un hongo. Esto no parece afectar mucho el desarrollo del árbol y esta infección desaparece en la época seca.

Usos

Del tronco de este árbol se puede extraer un aceite de importancia terapéutica el cual esta conformado por una oleoresina que se conoce con el nombre de aceite, aceite de palo, aceite de cabima, y bálsamo de copaiba (Schnee, 1984). La madera se puede utilizar para vigas, columnas, machihembrados, muebles y objetos torneados. también se utiliza en carpintería, pisos interiores, parquet, contrachapado, entarimado, elaboración de cajas, molduras, encofrados y laminados. Por sus cualidades podría sustituir al Pino Oregón (*Pseudotsuga menziesii*). Preservada podría utilizarse para estantillos o postes para cercas. Es apta para tableros de particulas y tableros madera-cemento. La madera es relativamente fácil de trabajar, con mediana resisten- cia al corte; facil de labrar. Secado lento. Durabilidad natural de baja a media y fácil de tratar con preservan- tes (Rodriguez Rojas et al., 1996).

El aceite se obtiene taladrando el fuste un aceite (comercialmente conocido como *copaiba*) empleado para cicatrizar heridas y con muchas otras propiedades medicinales e industriales, entre las que conviene resaltar la de biodiesel, reportándose que puede usarse del árbol directamente en vehículos diésel, como si fuese ACPM (Calvin, 1980).

Más de la mitad del aceite está compuesto por aceites esenciales con acción medicinal. Los aceites esenciales mayoritarios son Cariofileno y Bisaboleno.

Uso externo

- Desinflamante en golpes, heridas y picaduras de insectos.
- Alivio de dolores reumáticos, artríticos, musculares y de huesos

- Desinfectante y cicatrizante de heridas y quemaduras, con la ventaja de que es repelente de insectos.
- Actúa contra algunos hongos de la piel y las uñas

Uso interno

- Con precaución, se puede tomar para úlceras, faringitis e inflamación de próstata.
- En algunos lugares lo toman las mujeres que tienen dificultades de fertilidad.

Uso veterinario

- Es muy útil para prevenir gusaneras en las heridas, por su acción cicatrizante y repelente.
- Se coloca en el ombligo de los terneros recién nacidos (Coimbra Moina et al., 2018).

Características físicomecánicas de la madera.

Densidad 0.61 gr/cm³. Semidura, de grano fino, resistente a ataque insectos. Para carpintería, chapas, construcciones, ebanistería, luthería, pisos(Marañon & Terán, 2022).

Descripción organoléptica de la madera: La albura es de color blanco rosáceo con transición gradual a duramen de color amarillo rojizo. Olor característico aceitoso o no distintivo, sabor amargo astringente a veces, brillo mediano, grano de recto a entrecruzado, textura mediana veteado con arcos superouestios, bandas longitudinales

Mercados

El aceite es una alternativa de Ingresos en lugar de la madera, que se cosechan sin eliminar el árbol durante varios años. Datos preliminares indican que un árbol produce entre 1/4 a 1 litro de aceite por año. El precio de venta fraccionado, envasado y etiquetado fluctúa entre 5-6 dólares norteamericanos por 10 cm³, o sea cerca de 0.7 dólares por mililitro. Con este precio el aceite tiene un alto margen de utilidad para el productor.

1 cm
10 cm
10 cm
1 cm

10. *Cordia thaisiana* – Pardillo negro, Pat'ezamuro

Caracterización ecológica

Árbol de 25 m de altura, fuste de 45 cm de diámetro, copa estrecha. Hojas simples, alternas, helicoidales, elípticas y pubescentes de 13x6 cm. Flores blancas de 1.2 cm de diámetro. Fruto en drupa ovoide de 8x3 mm. El pardillo es un árbol recto, alto , cuyo nombre común de pat'ezamuro se relaciona con la base del fuste con aletones o raíces tablares blancuzcas. Se le conoce por su madera, la cual cambia de color desde la albura hacia el duramen (corazón); va de color crema a carmelito oscuro. (Acero, 2005).

Cordia thaisiana se puede distinguir de otras especies relacionadas (incluyendo a la muy afín *C. alliodora*) por el cáliz discretamente nerviado, el disco floral fusionado con el ovario, por las ramas y láminas foliares glabras y por tener tricomas simples en vez de estrellados.

Origen y distribución natural.

Crece en bosques de galería y matas de sabana no expuestas frecuentemente al fuego. En Colombia es abundante desde Paz de Ariporo (Casanare) hasta Arauca y Venezuela. También se ha observado en Cumaribo, corregimiento de El Placer (Vichada).

Fenología.

Los frutos deben cosecharse una vez garantizada su madurez, lo cual ocurre cuando el fruto presenta una coloración marrón oscura. Existe una semilla por fruto. No se recomienda recolectar los frutos del suelo, que hayan sido dispersados por el viento o desprendidos de las ramas por la lluvia, debido a que además de que no se puede identificar con certeza el árbol madre, su viabilidad es normalmente baja, por la pérdida de humedad y parte de sus contenidos nutricionales. Los frutos cosechados en estado inmaduro no son viables (Ospina et al., 2010)

Tipo y capacidad de propagación.

Por semilla; , el número de semillas por kilogramo está entre 30.000 y 40.000, con unas 25.000 semillas viables. Se recomienda cultivarlo asociado a especies tales como plátano, cacao y achote. Debido a lo desconocido de su propagación, se siguen las mismas prácticas recomendadas para *Cordia alliodora*.

Secado

Una vez recolectados los frutos, se les deben desprender los restos de pétalos que aún conservan. Luego,

en un ambiente fresco, a la sombra y ventilado, se colocan las semillas esparcidas en papel periódico, sobre recipientes que permitan la circulación de aire entre las diferentes capas de semilla, para lo cual pueden utilizarse mallas o zarandas. Para un secado más uniforme deben eliminarse los excesos de humedad mediante la utilización de ventiladores y efectuando un volteo periódico para mezclar los frutos. Con días soleados, el secado puede durar unos 10 días, con lo que se logran contenidos de humedad de 7% a 8%.

Almacenamiento de semillas

El almacenamiento debe garantizar la viabilidad durante un tiempo prolongado. Las condiciones óptimas de almacenamiento son: 7% a 8% de contenido de humedad, temperatura entre 4 y 6°C, empaque en bolsas plásticas de grueso calibre, selladas y guardadas en recipientes de vidrio herméticos, lo cual asegura su viabilidad hasta por 24 meses. La semilla que permanece en condiciones medioambientales y con contenidos de humedad mayores al 10%, pierden rápidamente su viabilidad, debido al bajo contenido de grasas (2,35%), a una proporción relativa de proteínas (21%-29%) y un alto porcentaje de ácidos grasos no saturados, como el ácido linoléico, en una proporción del 27%.

Un gramo de semilla con porcentajes de germinación superiores al 60%, permite obtener unas 20 plántulas efectivas.

Para una correcta propagación de las semillas deben adecuarse germinadores, para posterior transplante a bolsas o contenedores plásticos. La altura y diseño de los germinadores depende del tiempo en el vivero; se pueden instalar desde el nivel del suelo, en sitios de buen drenaje, hasta 1,3 m, altura que facilita las actividades de manejo de las plántulas. El ancho del germinador no debe ser superior a 1 m, para facilitar las labores de resiembra y repique de plántulas, y su longitud depende de los requerimientos de producción de plántulas.

Sustrato

Para garantizar el buen drenaje, se recomienda emplear un sustrato compuesto por dos partes de arena por una de tierra, con material previamente cernido y mezclado para lograr un sustrato homogéneo. Con el fin de prevenir problemas fitosanitarios, es necesario desinfestar el sustrato con un fungicida de amplio espectro como orthocide (Merthec 450 S.C) a razón de 5 cc/L/ m² de germinador, dos días antes de sembrar la semilla. Otro método de desinfestación del sustrato, para prevenir la presencia del mal del tallito o damping off, causado por el hongo Rhizoctonia sp., es la aplicación del hongo Trichoderma sp., 6 días antes de la siembra de la semilla, en una cantidad de 4 g/L/m² de germinador. La ventaja de la aplicación de este producto es que no afecta las micorrizas arbusculares presentes en el sustrato.

La semilla no requiere de tratamientos pregerminativos. Antes de la siembra y de manera preventiva ésta debe sumergirse en una solución de insecticida (Lorsban) y fungicida (Vitavax), a razón de 1,0 y 1,5 g/L, respectivamente, dejándola secar a la sombra en un lugar ventilado, durante 24 horas.

Para evitar deformaciones en las plántulas se recomienda sembrar la semilla en surcos separados cada 2 cm, colocando las semillas a una distancia de 2 cm y 0,5 cm de profundidad. Con este espaciamiento se logra una densidad aproximada de 2.500 semillas/ m². Dependiendo del vigor y viabilidad, la germinación inicia entre los 10 y 15 días después de la siembra de la semilla y puede prolongarse hasta por 35 días. Las plántulas que germinen después de este período deben desecharse por su bajo vigor.

Al iniciarse la germinación debe establecerse un riguroso control fitosanitario, consistente en la aplicación preventiva de fungicidas, tales como Benlate en dosis de 0,6 g/L y Manzate a razón de 4 g/L, de manera alterna y cada 15 días, hasta que la chapola sea llevada a bolsa; lo anterior, debido a la alta susceptibilidad de las plántulas de nogal cafetero a la muerte descendente o mal del tallito. La vigilancia permanente permite detectar oportunamente problemas y ataques de hormigas, grillos y otros insectos.

Transplante

El transplante del germinador a la bolsa o al contenedor plástico se debe hacer cuando la plántula tenga el primer par de hojas verdaderas formado y unos 5 cm de altura. Esto ocurre entre los 20 y 30 días después de la germinación. Para disminuir las pérdidas en esta etapa, antes de la siembra, se recomienda sumergir las plántulas en una solución de fungicida (Benlate) y enraizador (Hormonagro N°2) a razón de 0,4 g y 3 g/L, respectivamente.

Durante el tiempo de permanencia en el vivero, desarrolla un sistema radical hasta de 25 cm de largo y abundantes raíces secundarias, lo cual exige utilizar recipientes mínimo de 10 cm de diámetro y 25 cm de profundidad (bolsa cafetera 17 cm x 23 cm). Para llenar las bolsas se recomienda como sustrato el compuesto de una parte de arena, una de suelo y una de pulpa de café descompuesta, con material previamente cernido y mezclado para lograr un sustrato homogéneo, previamente desinfestado con Merthec 450 S.C. a razón de 5cc/L/m3 de suelo.

Propagación vegetativa

Por injertos: Es posible utilizar la injertación para conservar la información genética de los individuos seleccionados por su buena forma y además, disponer de una semilla seleccionada en buena cantidad, debido a que con el injerto se aceleran los procesos de floración y puede obtenerse semilla en un período más corto que lo estimado. Por lo general, florece a los 3,5 años aproximadamente, y con la injertación este mismo proceso ocurre entre 1,5 y 2,0 años. Las evaluaciones realizadas por Cenicafé han permitido identificar que el mejor método es el de púa terminal. Para obtener un buen injerto se debe partir de un patrón lo más acorde posible, de seis meses de edad, propagado en bolsa de 5 kg y una buena yema; la cual debe tener una longitud de 15 a 20 cm, tres yemas latentes, un diámetro mayor a 3 mm, sin hojas, para evitar deshidratación y desgarres o lesiones internas (producidas por insectos u hongos).

Por Estacas: Para la obtención de las estacas se debe inducir, mediante el zoqueo o pequeñas incisiones, la emisión de nuevos brotes en el árbol que va a ser propagado. Se utilizan estacas de 12 cm, que conserven dos hojas, las cuales, posteriormente

se cortan a la mitad para evitar deshidratación. Luego se desinfectan, durante 10 segundos, con un fungicida para posteriormente ser impregnadas con enraizador (ácido indolbutírico – AIB), en una concentración de 2.000 ppm, mezclado con talco industrial. (Ospina et al., 2010)

Preparación del terreno

En condiciones normales de desarrollo, se obtienen plantas listas para la siembra en el campo entre los 90 y 120 días después del transplante, cuando las plántulas tengan 25 cm de altura en bolsa cafetera y 15 cm en contenedor plástico.

Se comporta bien en suelos profundos y con buen drenaje. Es una especie que exige luz, por ello debe sembrarse en espacios abiertos; aunque en sus primeros estados tolera sombra parcialmente. Es sensible a las variaciones en las condiciones edáficas y presenta diferencias notables de crecimiento en un mismo lote. Si bien, la especie es ampliamente usada en la zona cafetera, su comportamiento comparativo es mejor en la medida que se planta a menores altitudes.

Técnicas de plantación y mantenimiento

Trazado

Para plantaciones en monocultivo la distancia recomendable es de 3 m entre calles y entre plantas, para tener una densidad aproximada de 1.111 árboles/ha. Para sistemas agroforestales, las distancias son de 8 m entre calles y entre plantas, para tener una densidad aproximada de 156 árboles/ha.

No se recomienda emplear densidades mayores, a fin de no afectar significativamente la productividad del cultivo con el cual se está asociando. La distancia mínima recomendable entre los árboles en linderos o surcos es de 4 m.

Ahoyado

Para plantar esta especie en cualquier arreglo es necesario hacer un plato de por lo menos 50 cm de diámetro y erradicar las gramíneas, especialmente el pasto gordura o yaraguá (*Melinis minutiflora*), debido a la fuerte competencia de éstas.

Si la especie va a establecerse en un potrero es necesario repicar en el plato con el fin de remover el suelo compactado por el ganado y aplicar por árbol entre 1,5 a 2,5 kg de materia orgánica descompuesta. Luego del plateo se debe hacer un hoyo de 30 – 40 cm de profundidad si el material que se va a establecer fue producido en bolsa cafetera (17 cm x 23 cm) o de 20 – 25 cm si se produjo en contenedor plástico (12 cm x17 cm). Para ambos casos es recomendable repicar el fondo del hoyo.

Mantenimiento

Una vez establecida la plantación se requiere realizar el mantenimiento periódico de las áreas plantadas mediante el control y eliminación de las arvenses agresivas. Se recomienda establecer el "Manejo Integrado de Arvenses", que consiste en permitir el desarrollo de especies nobles que convivan con la plantación sin ser competidoras; entre éstas se destaca el maní forrajero *(Arachis pintoi*) y los besitos (*Impatiens balsamina*), que limitan la aparición de nuevas especies competidoras y logran una cobertura total en la plantación.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

En Puerto López, Meta (Hacienda El Manantial), se evidencian crecimientos de 11 m de altura y 17 cm de DAP en altillanura a los 4 años de plantado. A los seis años los diámetros alcanzaban los 23 cm con una altura de 15 m. A este ritmo se espera un diámetro de 40 cm a los 20 años, contando con un decrecimiento gradual en el aumento en DAP.

Plagas y enfermedades.

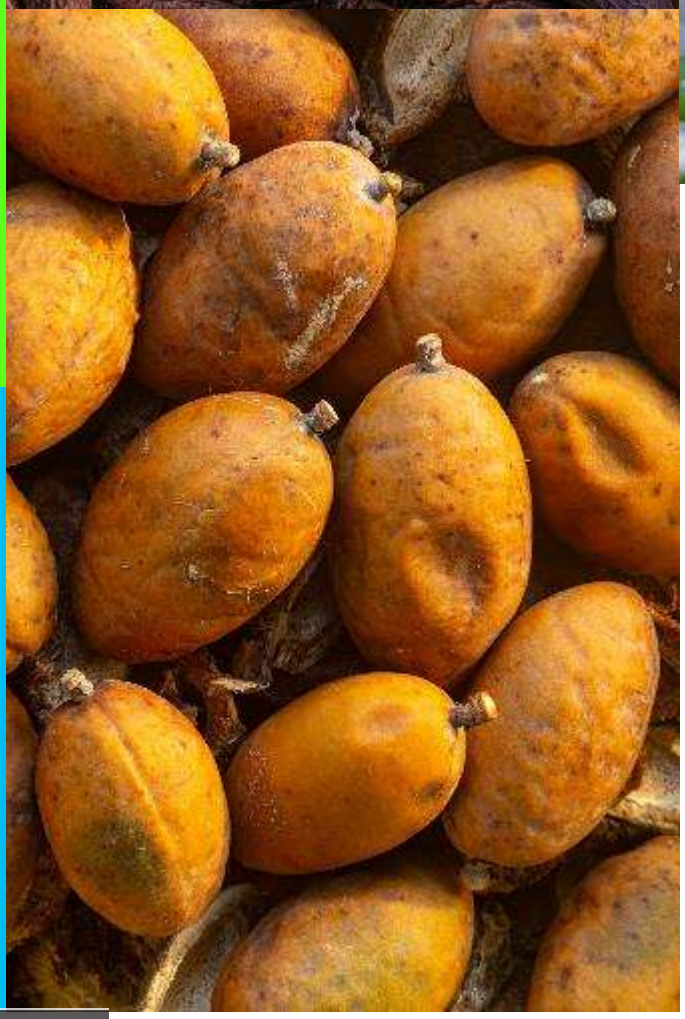
Posiblemente se presente la plaga de la chinche de encaje *Dictyla monotropidia*, la cual se distribuye en forma de parches en la plantación y dentro del árbol a lo largo de toda la copa; además, puede atacar árboles de diferentes edades. La ninfa y el adulto de la chinche se ubican por el envés de la hoja, donde se alimentan del floema y al hacerlo, inyectan una toxina, produciendo lesiones que inicialmente son de color amarillo y luego se tornan como manchas necróticas de color café oscuro, que van cubriendo toda la hoja hasta marchitarla y producir su caída. Cuando el ataque es fuerte, la mayor severidad ocurre en los brotes tiernos, hay defoliación total del árbol y al hacerse repetitiva el desarrollo del individuo y en algunos casos produce hasta la muerte.

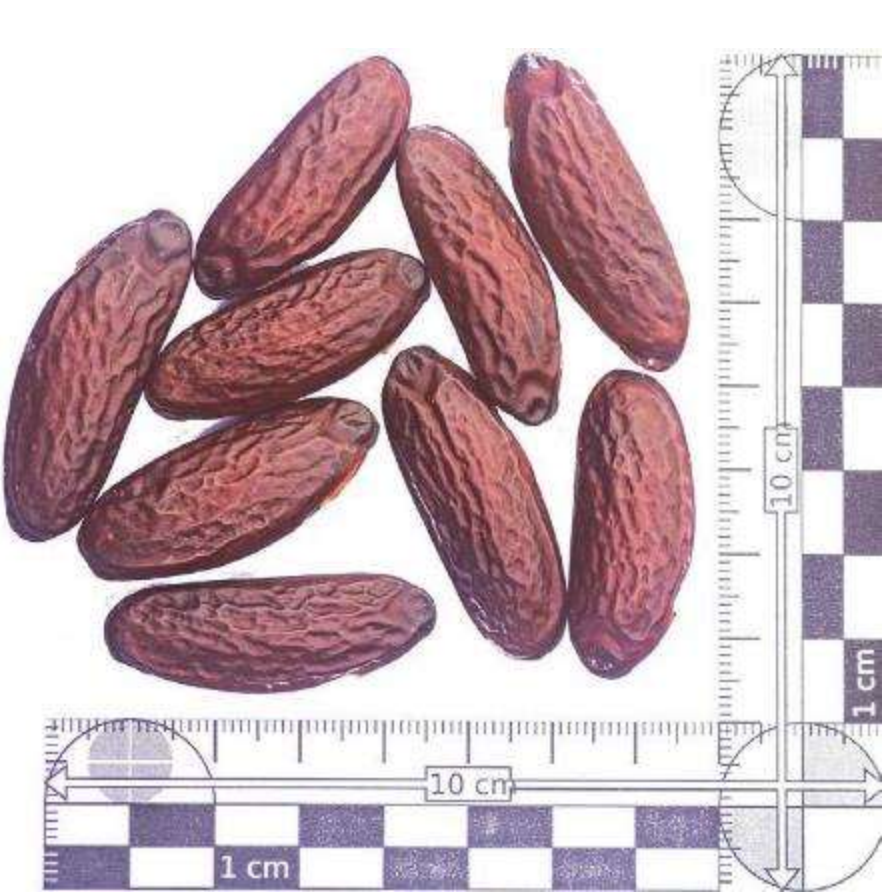
Usos

Se ha utilizado en la industria del mueble fino y en la elaboración de tapas para las cajas de resonancia de las arpas. El patezamuro es un árbol especial para incluir en planes de reforestación dirigidos a producción de madera.

Características físicomecánicas de la madera.

Densidad básica 0.69 g/cm³, densidad seca al aire 0.77 g/cm³. Se seca a un ritmo muy lento. Presenta una marcada tendencia a agrietarse y dividirse en los extremos, pero la deformación es pequeña. Horarios del horno: La madera de más de 2,5 cm de espesor debe secarse al aire antes de secarse. Se recomienda un secado muy lento




10 cm
1 cm
10 cm
1 cm

11. *Dipteryx odorata* – Sarrapio

Caracterización ecológica

Árbol de unos 18 m de altura, de copa globosa y amplia, siempreverde. Hojas compuestas alternas en espiral, imparipinnadas, 3-4 pares de foliolos, foliolos basales alternos, elíptico-ovalados, base redonda, ápice cuspidado, base simétrica-asimétrica, forma oblonga; ápice acuminado. Flores: Rosadas, en panículas terminales. Frutos: drupas indehiscentes, parecidas a mangos, carnosas, de forma elíptica con una sola semilla alargada color caoba rodeada por una pulpa esponjosa y fragante, con un aroma que evoca a la vainilla.

Origen y distribución natural

Esta especie se distribuye desde la amazonia hasta los bosques de galería de las sabanas del Orinoco. Es especialmente abundante en la cuenca del río Caura, en Venezuela, donde hay sarrapiales famosos que se han explotado por más de un siglo (Pérez & Souto, 2011). En los bosques de galería de Orocué (Casanare) era abundante, y aún hay sitios en Puerto Gaitán como Cháviva, Guadalupe y sus alrededores donde se encuentra en bosques de galería no inundables.

Fenología.

Florece todos los años, durante los meses de invierno, agosto a septiembre, y fructifica en el período de enero a febrero, con variaciones que dependen del régimen meteorológico. La fructificación es abundante en regiones con altitud de hasta 800 m sobre el nivel del mar, con precipitaciones de 1.800 a 5.000 mm y Temperaturas medias anuales entre 22°C y 28°C. Es una especie precoz, que puede producir frutos tempranos a los 4 años de edad.

Tipo y capacidad de propagación.

Los frutos se recogen en el suelo, alrededor del árbol, luego después de su caída espontánea. Cada fruto contiene una semilla (almendra).

La extracción de semillas es una operación muy laboriosa, sin embargo, después de este procedimiento, hay un considerable aumento del poder germinativo. Para quitar la semilla, hay que romper el fruto con un martillo u otro material de hierro, preferiblemente golpeando la grieta en la unión con el fruto, de forma que no cause daño a la almendra. Para facilitar la operación, la fruta debe colocarse sobre una superficie resistente como hierro o cemento. Se han fabricado algunas máquinas que facilitan la extracción de la almendra (Fotografía 21).

Un kilogramo de fruta contiene aproximadamente 83 unidades y 245 almendras. El número de semillas por kilogramo es aproximadamente 500 unidades.

La propagación puede efectuarse sembrando el fruto en lugar de tomarse el trabajo de sacarle las semillas,

pero el porcentaje de germinación normalmente es bajo; sin embargo, la mejor opción es la propagación mediante semillas.

Las semillas y/o frutos deben sembrarse inmediatamente después de su recolección, en un sustrato bien drenado y ser recubierto por una capa de 1 cm del mismo sustrato. Las plántulas se producen tradicionalmente mediante siembra directa en bolsas plásticas o en tubetes.

La emergencia de las plántulas ocurre entre 5 y 10 días después de la siembra, presentando un promedio de 90% de germinación. Durante los primeros 60 días después de la germinación, las plantas deben estar a la sombra. Cuando alcanzan los 25 cm de altura, se puede llevar al sitio de plantación final. (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimiento, 2002)

Se aconseja seleccionar ciertos árboles posibles durante varias temporadas y seleccionar como padres aquellos que tengan el mayor agregado de fruta.

Si se decide plantar la fruta entera, esta se presiona en el suelo dejando de un tercio a la mitad del extremo del tallo expuesto. Se recomienda plantar la fruta en un ángulo de 45° en lugar de vertical o incluso horizontal. El agua se aplica según las necesidades, manteniéndose el suelo tolerablemente húmedo y nunca se debe dejar secar.

Es comúnmente aceptado que las plántulas de unas ocho semanas de edad, pueden ser trasplantadas con éxito, las plántulas más viejas no son tan fáciles de trasplantar. Se dice que la razón se debe a la rotura de la raíz principal que puede ser hasta 46 cm de largo en una plántula de 12 meses.

Fotografía 21. Máquinas artesanales para la extracción de almendra de sarrapia

Arriba izquierda, máquina usada para la extracción de almendra chiquitana o barú (*Dipteryx alata*) en Brasil (Sano et al., 2004), arriba derecha máquina diseñada en la Hacienda El Manantial para el mismo propósito.

Fuente: Hacienda El Manantial

Preparación del terreno

Esta especie es casi indiferente a las condiciones del suelo, ya que crece bien en suelos moderadamente arenosos a muy arcillosos, drenados, en suelos pobres y ácidos a ricos en nutrientes, sin embargo, prefiere suelos bien drenados. La precocidad de producción depende de la fertilidad del suelo.

Técnicas de plantación y mantenimiento

El área a sembrar debe estar limpia de malezas a principios de la estación seca. Entonces toda el área debe ser revestida según el espaciamiento decidido, y probablemente sea mejor plantarlo con una capa espesa de tierra. Tolera la sombra de cultivos intermedios como maíz, yuca, o topocho. Algunos cultivadores prefieren dejar arbustos que den sombra al suelo y mantener las líneas de la plantación despejadas para dar aire y luz a las plantas jóvenes. En este último método es preferible hacer carriles en ángulo recto con los vientos dominantes y romperlos a intervalos. Una vez que las plántulas han alcanzado una altura de 1.8 m, no necesitan más sombra, de hecho, si todavía tienen sombra tienden a crecer delgadas y negarse a ramificarse, lo cual no es óptimo para la producción de la almendra.

Las opiniones difieren en cuanto al espaciado correcto para la plantación de esta especie, porque los árboles viejos ocupan mucho espacio en sus raíces. Algunos, prefieren plantar a 15 m separados para que no haya riesgo de los árboles que requiera raleo durante al menos 30 años, mientras otros prefieren plantar más cerca y despejar cuando sea requerido, procurando eliminar las ramas laterales mediante deschuponado para lograr un fuste recto hasta los 3.5 m como suele practicarse con el caucho en la Orinoquia, con el fin de obtener madera en las entresacas y en el turno final.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

Árboles sembrados en plantaciones de Puerto López, Meta, tenían 5 m de altura y 5 cm de diámetro a los cinco años de edad, tiempo en el cual ya habían producido semilla en abundancia.

Plagas y enfermedades.

Los árboles de *D. odorata* están notablemente libres de enfermedades y la única plaga de importancia son los murciélagos o las cotorras que mordisquean la pulpa de la vaina madura.

Para ello, el murciélago coge la vaina y la lleva a sus lugares para dormir donde eventualmente es depositado. En distritos húmedos donde hay sombra, el tizón excesivo del hilo (Corticum sp.) puede ser un problema.

Usos

La densa y resistente madera es usada para carrocerías, vigas, pisos industriales, estructuras para techos, muebles, cabañas, mangos de herramientas. Se recomienda para construcciones pesadas en general, puentes, muelles, embarcaciones, durmientes, chapas decorativas, columnas, estructuras para techos, implementos deportivos.

El fuste del sarrapio es naturalmente recto y su madera es muy valiosa, densa y resistente a las termitas y otros insectos xilófagos. Esta especie, cuya almendra se conoce en el comercio como sarrapia o haba tonka, *tonka bean* en inglés, disfruta de un interesante comercio y altos precios en el mundo de la perfumería y repostería como una cotizada especia análoga en potencial a la canela o a la nuez moscada y utilizada como la vainilla; además el ganado gusta mucho de consumir el fruto caído con todo y pulpa, almendra incluida,

que está disponible en los meses de enero y febrero cuando los pastos suelen estar agotados, haciéndola muy promisoria para sistemas silvopastoriles. A pesar de este potencial, la especie hoy en día es muy escasa a pesar que anteriormente era posible encontrarla desde Orocué y se exportaban ingentes cantidades (Gutierrez Mejia, 1998; Parra Martínez, 2017).

Esta especie florece en los meses lluviosos (julio, agosto) y es muy melífera, atrayendo ingentes cantidades de estos insectos, por lo que es un recurso importante para las abejas en estos meses en la Orinoquia, cuando pocas plantas florecen.

Características físicomecánicas de la madera.

Madera pesada (0.89 a 1.2 g/cm^3), con muy buena estabilidad dimensional y propiedades mecánicas de altas a muy altas. De difícil aserrado y elaboración en las diferentes operaciones de maquinado, altamente resistente al ataque de hongos e insectos.

Mercados

En Colombia la empresa Mane Colombia, localizada en Guarne, Antioquia, adquiría la almendra para perfumería, a precios de $25,000 el kilo en 2018.

12. *Duroia micrantha* – Carutillo, Turma de mico

Caracterización ecológica

Árbol de unos 12 m, con la corteza color gris o café, con ramas verticiladas y ramificación simpodial, muy marcada. Hojas: simples, opuestas, de hasta 12 cm de longitud, de borde entero, nervio central amarillento, glabras, de ápice redondeado, ovaladas, con estipula terminal, con escasa pubescencia Flores: Inflorescencia terminal en racimos cortos, agrupados. Flores de color blanco de 5 cm de longitud, gamopétala corola tubular, cáliz verde, muy fragantes. Fruto: que madura color café, sin pelos, en baya de hasta 5 cm de diámetro, comestibles, con presencia de restos del estigma. Semillas aplanadas de color marrón.

Origen y distribución natural.

Se encuentra en zonas inundadas o bosques de rebalse de la cuenca del río Orinoco, siendo especialmente abundante en Puerto López, Meta. Sin embargo, puede crecer en zonas no inundables.

Fenología

La especie suele florecer en los últimos meses del año cuando inicia la temporada seca, y el fruto usualmente madura, tornándose de verde a café, en junio o julio, en el apogeo de la época de lluvias.

Tipo y capacidad de propagación

Por semillas, de forma análoga a la del caruto (*Genipa caruto*), con lo que se consiguen unas 20.000 semillas por kilogramo.

Preparación del terreno

Como esta especie medra en lugares inundables, donde el suelo puede permanecer demasiado blando para introducir maquinaria durante buena parte del año, puede plantarse con palín sin necesidad de subsolar.

Técnicas de plantación y mantenimiento

Del todo análogas a las de especies como el eucalipto.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

El árbol es de crecimiento moderado, pudiendo alcanzar los 5 m de altura y 5 cm de diámetro en cinco años, para cuando habrá ya fructificado por primera vez.

Plagas y enfermedades.

Se desconocen, aparte del venado, que es muy aficionado a los retoños tiernos de esta especie.

Usos

El fruto es comestible (al menos la pulpa, las semillas tienen fama de venenosas) y también es consumido por avifauna y por los monos. Su madera es liviana pero resistente y dura, y el árbol es recto y con ramas delgadas. Se puede emplear como cerca viva y tiene potencial como ornamental y para reforestación en zonas anegadizas.

1 cm
10 cm
10 cm

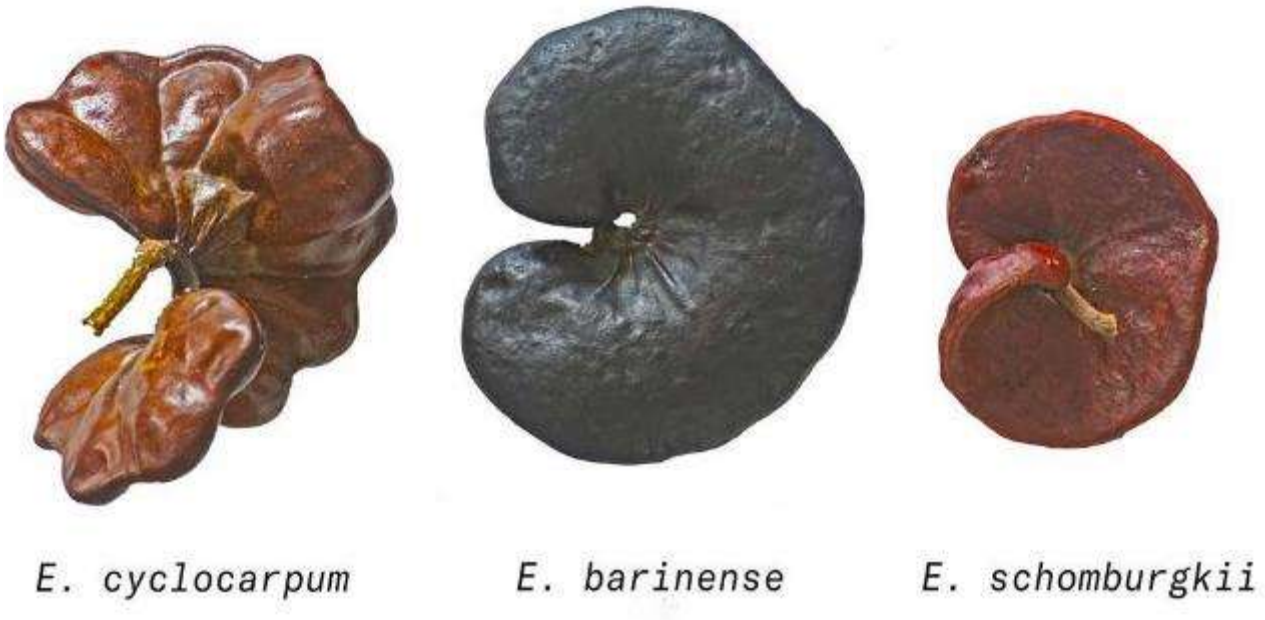
13. *Enterolobium barinense* – Caro blanco, oreja de negro, jaboncillo

Caracterización ecológica

Árbol que puede alcanzar los 15 m de altura y 50 cm de diámetro, el tronco cilíndrico y recto, ramificado a baja altura cuando crece en campo abierto, de ramas gruesas y la copa extendida, de corteza rojiza y fisurada. Hojas: Foliolos oblongos u oblongo-elípticos y ampliamente obtusos en el vértice, (a diferencia del muy parecido carocaro, *E. cyclocarpum*, cuyos foliolos son de punta aguda) la nervadura central es subcéntrica o sólo moderadamente desplazada, ramificada en cada lado Frutos: En forma de oreja o riñón, negro y aplanado, de unos 5-10 cm de largo, liso.

Puede confundirse con el carocaro, aunque su porte suele ser menor, su corteza (en árboles mayores) no es grisácea y lisa sino rugosa y pardo-rojiza en árboles adultos; además, sus frutos (Fotografía 22) son negros y lisos en vez de pardo rojizos y con relieves (Fotografía 38) y sus folíolos son un poco mayores y de punta redondeada (Cardona - Granda & Villanueva -Rojas, 2023). La especie crece en suelos ácidos, rocosos, arenosos y pobres.

Fotografía 22. Frutos de las tres especies de *Enterolobium* en la Orinoquia



Fuente: Equipo Consultor

Origen y distribución natural.

Es una especie nativa del norte de Suramérica. Se encuentra desde Villavicencio hasta el Vichada a lo largo del piedemonte de la Cordillera Oriental, siendo especialmente abundante en Arauca, sobre todo en Tame y Arauquita, pero su distribución se extiende por buena parte del estado de Barinas, en Venezuela. Se reporta incluso del Vichada en las reservas Tomogrande y La Ventana en Puerto Carreño, e incluso de Cumaribo. Esta especie sólo se había registrado recientemente (Mijares et al., 2017) para el territorio Colombiano, creyéndose antes que sólo era originaria de Venezuela, pero se reportaba erróneamente antes (Castro-Lima et al., 2013; Castro-Lima & González, 2014; Minorta-Cely & others, 2020; P. R. Stevenson et al., 2017) como *Enterolobium timbouva*, o como *Enterolobium contortisiliquum* (Benítez et al., 2016; Cárdenas et al., 2016; Usma Oviedo & Trujillo González, 2011) especie a la que se parece mucho, pero que solo se encuentra de Brasil hacia el sur.

Fenología

Se ha visto con flores en Enero en Villavicencio y con frutos en Enero-Febrero en Arauca y Villavicencio. Aparentemente el desarrollo de los frutos toma varios meses.

Tipo y capacidad de propagación.

Por semilla. La semilla debe extraerse de los frutos. La forma más conveniente suele ser cortar con una navaja por la parte más estrecha del lomo y así se pueden extraer las semillas, que pueden ser hasta diez por fruto.

Fotografía 23. Árbol de 4.5 años de edad de E. barinense en Puerto López, Meta

fuente: equipo consultor

Antes de la siembra, debe dejarse la semilla en agua previamente hervida, durante cinco minutos, luego se saca y se siembra. También puede escarificarse un lado de la semilla con una lija o hacer un pequeño corte con cortaúñas para permitir que entre el agua y permita la germinación. Esta se inicia a la semana y alcanza un porcentaje de germinación de 84%. Hay 1.400 semillas por kilo.

Previo al almacenamiento, las semillas deben secarse a contenidos de humedad (entre 7 y 10%), esto se puede conseguir extendiendo los frutos al sol durante 3 a 4 horas. Posteriormente deben almacenarse en nevera o cuarto frío a temperaturas entre 4 y 7 °C, utilizando para ello empaques herméticamente sellados. Bajo estas condiciones pueden permanecer viables por más de 10 años. Semillas almacenadas durante 10 meses en bolsa plástica transparente sellada, en cuarto frío, a una temperatura entre 7 y 10 °C, mostraron

un porcentaje de germinación de 94% previo corte con tijera de podar en la parte contraria al embrión e hidratación durante 24 horas (Cardenas, 2016).

La germinación es de tipo epigea. Las plántulas alcanzan una altura inicial de 2 cm de altura y diámetro en el tallo de 1,11 mm antes de desplegar los cotiledones, los cuales son grandes, carnosos, de color verde claro. Las primeras hojas salen al séptimo día cuando la plántula ha alcanzado los 6 cm de altura y la radícula logra los 3,5 cm de longitud (Toro Murillo et al., 2018)

La propagación se realiza utilizando arena o tierra mezclada con arena en proporción 2:1. Las plántulas se trasladan a bolsa una vez aparezca el primer par de hojas. No requieren sombra. El material estará listo para el trasplante en campo una vez hayan alcanzado los 30 cm de altura, esto es, entre 2 y 3 meses de estadía en el vivero. (Toro Murillo et al., 2018).

Para su propagación vegetativa, se han obtenido (Thirunavoukkarasu et al., 2007) buenos resultados con IBA (ácido indolbutírico) 100 pp en estaquillas de 1.5 cm de diámetro y mayores de *Enterolobium cyclocarpum*, una especie afín. Se reporta que la temporada de preparación de las estacas también influencia fuertemente el éxito de enraizamiento, siendo mejor conseguirlas al inicio de la época de lluvias.

Preparación del terreno

Del todo análogas a las de especies como el eucalipto.

Técnicas de plantación y mantenimiento

Dada la tendencia del árbol a expandir su copa, se recomienda la plantación a no menos de 1200 árboles por hectárea si se quieren fustes rectos.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

El árbol engruesa rápidamente. En la Hacienda El Manantial árboles de 4.5 años tenían 20 cm de diámetro y 8 m de altura. Árboles de unos 20 años de edad observados en Monterrey, Casanare tenían 11 m de altura y 50 cm de diámetro (Fotografía 23).

Esta especie, como el *E. cyclocarpum*, podría ser utilizada en plantaciones mixtas. Se planta a distancias de 3 x 3 y 4 x 4 m y para sombrío del cacao a 15 x 15 o 20 x 20 m. En sus primeras etapas, la especie no es muy competitiva por lo que se requiere plantar en buenas condiciones de humedad del suelo y realizar deshierbes periódicos. Bajo condiciones de plantación, la forma del tronco se puede mejorar mediante podas (Trujillo, 2015)

Plagas y enfermedades.

Las semillas son atacadas al parecer por el mismo gorgojo que ataca las semillas de *E. cyclocarpum, Stator generalis* (Bruchidae) que deposita sus huevos en la superficie de las semillas, allí la larva completa su desarrollo y destruye el interior. Así mismo, varias especies no identificadas de la familia Pyralidae (Lepidoptera) atacan sus frutos. Las plantas jóvenes pueden verse afectadas por escarabajos defoliadores (Coleoptera: Coccinellidae) de varios géneros y especies, que incluso pueden devorar la corteza de arbolitos recién establecidos y causar hasta la muerte del vegetal. Esto se ha observado sobre todo en plantaciones establecidas cerca de o encima de pasturas introducidas (*Urochloa* sp y otras), en cuyas raíces se crían estos insectos en cantidades prodigiosas, lo que no ocurre en sabanas naturales en esas cantidades.

Usos

Sus frutos contienen una harina rica en saponinas al punto de servir como jabón, con contenidos mayores que *Enterolobium cyclocarpum*. Tiene mala fama entre los ganaderos pues el alto contenido de saponinas de su fruto (mucho mayor que en otras especies del género) puede causar intoxicaciones al ganado vacuno, por lo que suele erradicarse activamente de los potreros y bosques. Se trata de una especie naturalmente escasa que además, no fructifica todos los años. La especie suele pasar desapercibida debido a su escasez y el parecido con la otra especie, con lo que su potencial en restauración de suelos arenosos, pedregosos y pobres (en los que las otras especies del género no medran) se desaprovecha.

Mercados

Teniendo en cuenta la resolución No. PS-GJ.1.2.6.22. 0561 del 03 de junio de 2021[18], esta especie se cataloga como **madera ordinaria,** por la cual se catalogó según la revisión de informes presentados por las industrias para la apertura de sus libros de operaciones y conforme a las visitas realizadas a las industrias, soportes – Salvoconductos, Remisión ICA y Facturas – presentadas por estas, con un precio estimado de $480,116/m³.

18 "*Por medio de la cual se acoge el concepto técnico Nº. PM-GA 3.44.21.2668 de fecha 23 de agosto de 2021 y se fijan los precios comerciales de la madera aserrada para imposición de sanciones y valoración económica de productos maderables de flora silvestre decomisados y dejados a disposición de la corporación para el desarrollo sostenible del área de manejo especial la macarena "CORMACARENA", en el departamento del meta*."

1 cm
10 cm
10 cm
1 cm

14. *Genipa americana* var. *caruto* – Caruto

Caracterización ecológica

Árbol con Corteza externa color gris y lisa, ramas verticiladas, que en época seca pierde el follaje. Este en renovación tiene un color verde claro encendido. Hojas simples, opuestas, decusadas y agrupadas en el extremo de las ramas; estípulas connadas. Flores blancas, que se tornan amarillas al madurar, agrupadas en cimas terminales. Fruto: en baya de pulpa blancuzca, si se abre el fruto inmaduro, este no tarda en tornarse azul en su interior. La especie es dioica, con machos y hembras separados como es usual en la familia.

Origen y distribución natural.

Crece en bordes de bosques de galería o en sabana abierta. En Colombia Genipa americana, conocida como Jagua, se encuentra encontrarnos en la Amazonia, Región Andina, Chocó Biogeográfico, Orinoquía y el Piedemonte Llanero. En los llanos la variedad llamada caruto es más ramificada, baja y con las hojas más duras y con relieve, que en otras zonas del país. En la altillanura disectada estas diferencias son más marcadas. Además, la jagua originalmente tolera sitios estacionalmente inundables, mientras que el caruto es netamente de tierra firme.

Fenología.

La fructificación empieza en diciembre y puede durar hasta abril. La producción de frutos por árboles es abundante: al año un individuo alcanza a producir hasta 600 frutos. La primera cosecha se puede realizar a los 8 años en la jagua, pero el caruto es mucho más precoz y puede comenzar a los tres o cuatro años. Esto nos muestra la gran oferta que posee la especie para la producción del colorante.

Tipo y capacidad de propagación.

Esta especie se propaga por semilla. Es un árbol de rápido crecimiento que crece a plena exposición del sol.

Para la semilla, al menos en *Genipa americana var. americana*, las mejores condiciones de almacenamiento son a temperatura ambiente (27 ºC) o en refrigeración (10 ºC). Bajo almacenamiento la viabilidad se mantiene por un período de 20 días, después empieza a declinar y a los 60 días ocurre la mayor reducción de viabilidad. La germinación es epígea y se inicia a los 26 días y se completa a los 72. Porcentaje de germinación: 34 %. Número de semillas por kilogramo: 9,200.

Preparación del terreno

El caruto requiere suelos arenosos y bien drenados. No es exigente en cuanto a la fertilidad del suelo y crece inclusive en suelos de ripio y pedregosos.

Técnicas de plantación y mantenimiento

Esta especie no suele cultivarse como maderable sino para aprovechar su fruto. Como los árboles son separados machos y hembras, suele ser mejor sembrar 500 árboles por hectárea y luego dejar solamente 214 hembras y 27 machos bien distribuidos en el lote, los cuales se van marcando a medida que florezcan y no generen fruto.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

El caruto es precoz en su fructificación, pudiendo cosecharse desde los tres años. A partir del quinto año pueden producir hasta un kilo de fruta por árbol y para entonces en 80% de los árboles habrá fructificado. Un árbol de 10 años fácilmente puede producir 10 o más kilos de fruto y árboles de 20 años o más, más de 50 kg. Plantaciones de esta especie en Puerto López, Meta (Hacienda El Manantial) alcanzaron los 10 cm de diámetro y 5 m de altura en siete años.

Plagas y enfermedades.

Desconocidas.

Usos

Tradicionalmente esta especie ha sido utilizada por los indígenas para decorar sus instrumentos musicales, y comer sus frutos; los Huitoto y Miraña, para pintarse la piel en actos culturales y para teñir textiles y fibras.

La pulpa de los frutos al madurar es comestible, con propiedades parecidas al borojó. De los frutos verdes se obtiene una tintura azul, basada en un compuesto llamado genipina, que es comestible y se utiliza para teñir alimentos. Las ramas son empleadas en la elaboración de molinillos, y su madera es usada en carpintería.

Sus frutos son usados para tinturar el cabello de color negro. La decocción de las hojas se utiliza para contrarrestar la disentería y la corteza es empleada contra la sarna. Esta especie es usada como cerca viva y de la corteza se extrae taninos.

Mercados

Además de los posibles usos artesanales y culturales que se han manejado con esta especie, las posibilidades de introducción al mercado nacional están dadas por medio de la participación en industrias de pinturas, textileras y de cosméticos como materia prima de cada una de ellas.

A nivel municipal y departamental, no hay expectativas de comercializar los colorantes de manera industrial debido a la poca existencia de empresas productoras o comercializadoras. Los canales más cercanos se generan por medio de la venta directa del producto a clientes que utilizan este colorante como artesanos, empresas textiles a pequeña escala, etc.

Actualmente el mercado de colorantes de origen vegetal no se encuentra conformado en el país. Los únicos colorantes de origen natural son el achiote, carmín y cúrcuma, los cuales presentan baja demanda en el país debido al alto costo de producción. La única empresa que procesa el colorante en Colombia es el laboratorio Ecoflora Cares, con sede en Sabaneta, Antioquia.

15. *Goupia glabra* – Parature, pilón pecueco

Caracterización ecológica

Árbol que alcanza hasta 30 m de altura y 0.8 m de diámetro. Posee raíces con aletones equiláteros y a veces pobremente desarrollados. Trono recto y cilíndrico. La corteza externa es de color gris negruzco con veteado marrón pálido y desprendible en placas corchosas. La corteza interna es de color naranja y de textura fibrosa-quebradiza. Las hojas son simples, alternas, dísticas, curvinervadas y que cuando caen al suelo, secas, toman un color negro brillante. Las flores son amarillas, pequeñas y dispuestas en umbrelas axilares. El fruto es una baya globosa

Origen y distribución natural.

Crece en bosques no inundables, de dispersión algo discontinua e irregular, tornándose más abundante hacia el Vichada. Prefiere suelos firmes y bien drenados.

Fenología.

Florece durante un largo período del año, predominando, sin embargo, durante los meses de octubre-noviembre. Los frutos, a su vez, maduran entre diciembre y enero.

En un estudio sobre la fenología de la especie en Roraima (Xaud et al., 2004), se encontró que la floración se produce entre la primera quincena de agosto hasta finales de septiembre, y Fructifica entre finales de agosto y finales de diciembre, durante la estación seca. El desprendimiento parcial de los frutos se produce durante todo el año, con un pico en los meses de junio a agosto, marcando la transición entre la estación lluviosa y la estación seca.

La dispersión generalmente ocurre por aves, que se sabe que son buenas diseminadores de semillas. Es continua a través del viento o de los animales, que probablemente los transportan a grandes distancias de los árboles padres. La mayoría de las especies pioneras producen semillas que permanecen durante largos períodos en el suelo debido a algún tipo de latencia

Tipo y capacidad de propagación.

Para *Goupia glabra*, se deben cosechar los frutos directamente del árbol, cuando adquieran color rojo anaranjado y comienzan a caer espontáneamente. Considerando el pequeño tamaño de los frutos y semillas (unas 500.00 por kilogramo), se pueden realizar colectas, mediante la instalación de una pantalla de plástico suspendida del suelo debajo de los árboles padres, con el objetivo de aprovechar las caídas naturales y las provocadas por las aves.

Las condiciones de alta humedad y alta temperatura contribuyen a la rápida pérdida de vitalidad de las semillas. El bajo porcentaje de germinación incluso cuando se brindan las condiciones ideales, puede significar

que las semillas de parature tienen alguna latencia.

Se ha reportado que las semillas tienen una longevidad de 60 días almacenado en un ambiente de laboratorio.

Los métodos de extracción y procesamiento incluyen apilar los frutos en bolsas de plástico, durante unos días hasta su descomposición parcial para facilitar la extracción de las semillas con lavado en agua corriente a través de un tamiz fino (Lorenzi, 1998). En el trabajo de Daniel et al. (1990), para superar la latencia, las tasas más altas de la germinación se obtuvieron en los siguientes tratamientos: inmersión en agua a temperatura ambiente durante 11 horas; permaneciendo en agua a 65 ºC durante 2 horas y choque térmico en horno a 80 ºC durante un minuto, el mejor tratamiento pregerminativo fue la inmersión durante 5 minutos en alcohol, lo que incrementó la germinación al 95%.

Para la producción de plántulas, las semillas deben colocarse a germinar tan pronto como cosechado en camas semisombreadas que contengan sustrato orgánico arenoso. En seguida, cubrirlas ligeramente con una capa muy fina de sustrato tamizado y regar dos veces al día (Lorenzi, 1998).

Las plántulas producidas en semilleros se pueden arrancar 90 días después de la siembra, para envases de plástico que contienen sustrato enriquecido con fertilizante químico N-P-K (4 – 30-16), a razón de 750 g/100 kg de suelo (Daniel et al., 1994).

Para la producción de plántulas en vivero, la sombra es la indicada, variando las mallas. entre 30% y 80%, con sustrato arenoso orgánico, en envases o bolsas de polietileno el cual puede variar en tamaño, pudiendo utilizarse desde 9,5 cm x 24 cm; 18 x 10 cm, el más recomendado para la formación de plántulas es de 20 cm x 25 cm (L. M. M. Ferreira & Tonini, 2004)

Cuando las plántulas se producen con una cobertura de malla del 30%, se sugiere bolsas plásticos de 8 cm de diámetro por 20 cm de altura. Cabe señalar que las plántulas *Goupia glabra* no se puede producir a pleno sol, de lo contrario es alta mortalidad (L. M. M. Ferreira & Tonini, 2004)

Preparación del terreno

Análoga a las del eucalipto, con quien comparte los requerimientos de suelo. En Puerto Carreño, Vichada, cerca de la Inspección de La Esmeralda, se regenera con abundancia en plantaciones de *Eucalyptus* y *Acacia mangium*.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

Esta especie tiene un tallo cilíndrico, recto a ligeramente tortuoso, sin raíces tablares y desprovisto de ramas hasta la copa, con gran potencial silvícola para reforestación con fines madereros.

El aprovechamiento de residuos puede ser económicamente viable, ya que la madera tiene un potencial de carbono equivalente al del eucalipto.

De gran valor maderable, reúne varias particularidades interesantes, tales como: importante plasticidad ecológica; excelente adaptación al suelo de los trópicos; facilidad para poblar claros (relacionados con ecofisiología de semillas); predisposición a la silvicultura semi-intensiva; rápido crecimiento, y madera con buenas cualidades tecnológicas.

Esta especie es recomendada para consumo puro y mezclado. Si el objetivo son plantaciones comerciales, en el sistema de enriquecimiento en hileras, el espacio entre líneas debería ser mayor, para reducir costos, con densidad plantando alrededor de 200 árboles por hectárea.

El crecimiento de la especie puede considerarse relativamente lento, con formación de tallos cortos, con horquillas bajas, requiriendo podas de formación desde los primeros años. (L. M. M. Ferreira & Tonini, 2004).

Tabla 16. Parámetros dendrométricos de una plantación de *Goupia glabra* a los siete años de Edad en Brasil .

N	DAP	H	H100	f	V m
667	9.7	8.5	10.5	0.42	18.31

N= Número de árboles por hectárea; DAP = Diámetro a la altura del pecho; H = altura promedio, h100 = Altura de dominantes, f = factor de forma, V = Volumen.
fuente: ferreira & tonini, 2004

Plagas y enfermedades.

Hay pocos registros sobre plagas que atacan al parature, pero se reporta (L. M. M. Ferreira & Tonini, 2004) que el follaje de las plantas de esta especie, que crecen en condiciones del sotobosque de la reserva Mocambo, en Belém, se ve frecuentemente afectado por manchas en las hojas inicialmente de color marrón, luego se vuelven marrones, caracterizando una enfermedad conocida como mancha marrón.

El agente causal destruye el mesófilo, provocando que la epidermis del área lesionada. Es habitual que aparezcan pinchazos en las lesiones. Negro formado por los peritecios del hongo.

La enfermedad es causada por un ascomiceto del género *Discophaerina sp*. que produce peritecios carbonosos, eruptivos y ostiolantes, que pueden agruparse o permanecer aislados. El principal daño es la reducción del área fotosintética. y otras consecuencias derivadas de este factor.

El árbol de parature ofrece un fuerte atractivo para las hormigas, especialmente las hormigas cortadoras de hojas (bachacos), siendo muy sensible a sus ataques, especialmente al de las hormigas hongos que si bien no es letal para la especie, puede comprometer o incluso dañar el crecimiento de los individuos jóvenes. Recientemente, se encontró que *N. nebrioides* se reproducía en frutos caídos de *G. glabra* en el sur de Venezuela. *N. nebrioides* parece ser el generalista más pronunciado. Entre los escarabajos terrestres que se alimentan de semillas en la selva amazónica no inundada. (L. M. M. Ferreira & Tonini, 2004)

Usos

La madera se usa para la fabricación de carretas, durmientes para ferrocarril, construcciones civiles, muebles pesados, gabinetes, implementos deportivos, canoas y partes para botes.

Entre los usos potenciales están los pisos industriales, tornería, construcciones navales, carpintería, crucetas para postes, chapas decorativas, implementos agrícolas, pilotes para puentes, carrocería y esculturas.

Es actualmente una especie muy investigada en relación a su propiedades fitoquímicas para la producción de medicamentos contra el cáncer (Mesa – Siverio et al., 2003). Citado por (L. M. M. Ferreira & Tonini, 2004)

Características físicomecánicas de la madera.

La albura es de color amarillo oscuro con transición gradual a duramen de color marrón rojizo y presenta vetas oscuras amarillo-verdosas. Olor característico a madera húmeda podrida, muy penetrante y desagradable. Sabor característico, algo astringente y desagradable. Brillo de ausente a mediano. Grano recto a entrecruzado. Textura mediana. Veteado jaspeado, con vetas longitudinales de color característico. Es moderadamente difícil de trabajar, presentando dificultad en la operación de cepillado debido a los cristales de sílice que la madera contiene, lo cual requiere de un lijado posterior. La madera da buen acabado.

16. *Hieronyma alchorneoides* – Chaparro montañero, pantano

Caracterización ecológica

Árbol de 24 m de altura y 80 cm de diámetro de fuste, corteza viva rojiza. Hojas simples, alternas, helicoidales, ovado-elípticas de 15x10 cm, peciolos pulvinulados y largos, nerviación bien marcada por el envés, ramificación verticilada, estipula grande, mayor a 5 cm al final de las ramitas. Su follaje cambia de color verde tierno a semioscuro, después a un amarillo tierno y finalmente a un rojo amarillento antes de desprenderse. Es una especie dioica. Las flores son de color crema o verde amarillento y se agrupan en panículas axilares. Fruto en drupa de color verde que se toma rojizo y luego púrpura o rojizo-morado cuando madura, caen al suelo en ramales o separados.

Origen y distribución natural.

Crece en bosque de galería, pudiéndose encontrar incluso en zonas inundables.

Fenología.

Se han observado árboles con frutos maduros en en junio y julio. Las semillas tienen forma globosa, de color café oscuro con testa dura.

Las semillas se colectan del árbol cortando las ramas; por el tamaño de las semillas, es conveniente colocar una lona en el suelo para facilitar su recolección. Cuando el fruto está maduro tiene una coloración rojiza y deben colectarse rápido, pues el periodo de maduración y caída es muy corto (tres a cuatro días).

Tipo y capacidad de propagación.

Por semilla; por su dureza se recomienda hacerle un lijado a la semilla por uno de sus extremos y luego dejarla en agua durante doce horas (Acero, 2005). Un kilogramo de semilla tiene unas 70.000 unidades.

Después de recolectadas, las semillas maduras se separan manualmente y se siembran frescas. Se consideran como recalcitrantes o intermedias pero no hay resultados que respalden esta calificación.

Con semillas frescas pueden obtenerse 26.500 semillas por kilogramo**.** Para una buena germinación es recomendable usar un sustrato arenoso, o tierra bien suelta y sembrar superficialmente las semillas cubriéndolas con el sustrato. No se requieren tratamientos pregerminativos.

La germinación es epigea, se inicia a los 25 ó 30 días y se completa en un periodo de 60 días después de la siembra. El porcentaje de germinación varía entre 50 y 60%.

La producción en bolsa es el método más utilizado a nivel de vivero, pero puede producirse en tubete. Se han realizado ensayos de reproducción con seudoestacas. Esta especie requiere de sombra inmediatamente después del repique y se elimina a los 30 días (Méndez, 2000).

Preparación del terreno

Prefiere suelos con texturas desde franco arenosos a arcillosos: soporta suelos ácidos y puede desarrollarse hasta en suelos mal drenados, con inundaciones periódicas. Tolera pedregosidad y suelos de baja fertilidad. Se le encuentra en terrenos planos hasta fuertemente ondulados, con pendientes menores de 60%.

Técnicas de plantación y mantenimiento

La especie se planta en Costa Rica y se reporta que se desempeña bien en plantaciones con un espaciamiento de 3x3 m, pero se recomienda utilizar un espaciamiento amplio, como 3x4m (833 árboles/ha) o también, 4x4m (625 árboles/ha), con el fin de poder introducir maquinaria y hacer más efectiva la plantación y el mantenimiento. La mortalidad de plántulas en las plantaciones es baja y la especie tiene un eficiente sistema de autopoda; sin embargo, las primeras ramas deben recortarse entre 9 y 12 meses después.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

Se reporta (Vallejos-Salazar, 2019) que en plantaciones con una densidad inicial de 833 árboles por hectárea pueden conseguirse árboles de 25 cm de diámetro y 20+ m de altura a los 20 años de edad, que tras entresacas quedan en 200 árboles por hectárea con un volumen de 125 m^3/hectárea. En la zona de Sarapiquí (Costa Rica), el incremento anual en altura es de 1,6 m durante los primeros 3 años; el diámetro aumenta 2,2 cm anualmente. Alrededor del 80 por ciento de los árboles tienen un tronco recto y vigoroso.

Plagas y enfermedades.

Se han reportado ataques de bachacos (*Alta cephalotes*), que defolian las plantas.

Informes de índices de sitio.

La especie presenta excelente regeneración natural, en plantaciones experimentales la especie alcanza hasta 18 m de altura y 30 cm de diámetro en 15 años(Rodriguez Rojas et al., 1996)

Usos

El pantano o chaparro montañero es un árbol de selva poco intervenida; su madera de tono colorado, medianamente pesada, ha tenido bastante uso como tabla de piso en carrocerías, varetas de corral, vigas de aire en construcción, escaleras y construcciones pesadas en general. Sus frutos drupáceos contienen una carnosidad morada comestible, la cual deja los labios pintados, además sirven como alimento a la fauna silvestre. Los frutos pueden ser fuente de colorante (Acero, 2005)

La madera es usada localmente para fabricación de puertas, ventanas, construcción de casas y puentes. Las empresas madereras la extraen para las almas de tableros contrachapados. La madera es semidura y semiblanda; peso específico básico medio, entre 550 y 750 kg/m3.

Las semillas contienen un aceite que es empleado como medicinal para combatir parásitos intestinales (an-

tihelmínticos), la corteza se emplea en Guyana, en decocción por sus propiedades antitusígenas (tratar la tos seca).

Características físicomecánicas de la madera.

Su madera es de color anaranjado claro a gris pardo anaranjado, con grano entrecruzado y carece de lustre. Es clasificada como muy pesada, con un peso especifico básico de 0,63 g/cm3 , es usada para construcción pesada en general. madera estructural para puentes, postes, durmientes y construcción marina (previamente preservada). Presenta dificultad al trabajarla y es un poco dificil su preservación (López Camacho et al., 2014).

17. *Hymenaea courbaril* – Algarrobo

Caracterización ecológica

Árbol con fuste liso, cilíndrico, normalmente recto, raíces tablares poco desarrolladas o ausentes, copa amplia, en forma de sombrilla, con pocas ramas gruesas y algo curvadas, gris clara, lisa, con desprendimiento en tiras muy pequeñas; corteza interna de color rojizo. Hojas: compuestas, alternas, con dos hojuelas asimétricas, brillantes, con puntos translúcidos, de 4-10 cm de longitud y 2-5 cm de ancho, margen entero, estípulas libres y caducas. Flores: Inflorescencia en racimos terminales, flores con cáliz tetrámero, corola color blanco a crema. Frutos: legumbres oblongas, gruesas, leñosas, color pardo rojizo, de hasta 20 cm de largo y 6.5cm de ancho, que no abren al madurar. Contienen hasta 8 semillas grandes, globosas a ovadas, pardo oscuro, envueltas en una pulpa harinosa de olor desagradable.

Origen y distribución natural.

Se desarrolla mejor en suelos profundos, arenosos, fértiles y bien drenados

Fenología.

La fenología varía de región a región, semejante al amplio rango de distribución de la especie. En la Orinoquia florece de agosto a octubre y fructifica en febrero. El algarrobo fructifica por primera vez entre 10 y 15 años de edad, una o dos veces al año.

Tipo y capacidad de propagación.

El algarrobo produce entre 190 y 475 semillas/kilo, dependiendo del contenido de humedad. Es propagada por semillas. Estas deben escarificarse para sembrarse, lo cual suele lograrse lijando un lado de la semilla.

Preparación del terreno

Tolera suelos ácidos, muy pobres en nutrientes y sitios con problemas de drenaje.

Técnicas de plantación y mantenimiento

Para la producción de plantas en vivero se utilizan como métodos de siembra: al golpe, al golpe en surcos y directamente en bolsas (INIA-OIMT, 1996). Requiere sol directo para la germinación y desarrollo en vivero; al sembrar bajo sombra la germinación es lenta e irregular. Sembrada en bolsas, la planta alcanza un desarrollo adecuado para plantación en tres meses (Universidad de los Andes & Aldana - Petit, 2001)

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

En Venezuela, se han establecido plantaciones de algarrobo bajo el sistema de enriquecimiento en fajas dentro de las unidades de manejo de la Reserva Forestal Imataca y Lote Boscoso San Pedro. Los resultados obtenidos se presentan en el siguiente cuadro:

Tabla 17.Datos de Plantaciones de algarrobo en Venezuela

Lugar	Edad de plantación	S%	Altura en el período (m)	Crecimiento en altura (m/ año)	Diámetro promedi o (cm)	Crecimiento en diámetro (cm/año)
Unidad II IMATACA(1)	5	94.44	3.96	0.9	N/D	N/D
Unidad II IMATACA(1)	3½	95.12	2.7	0.8	N/D	N/D
Unidad IV Lote boscoso San Pedro (2)	2	62	0.77	0.4	N/D	N/D
CVG Bosque Guri (3)	6	56.3	4.95	0.9	4.00	0.7
CVG Bosque Guri (3)	4	83.2	1.90	0.31	2.05	0.5
CVG Bosque Guri (3)	3	65.25	1.20	0.25		
CVG Bosque Guri (3)	2	88.2	1.20	0.50		
Unidad I Lote boscoso San Pedro (4)	9 (1987)	95.5	1.02	0.76	5.06	0.56
Unidad I Lote boscoso San Pedro (4)	8 (1988)	97.16	6.87	0.67	3.32	0.42
Unidad I Loteboscoso	7	99.96	5.32	0.74	2.75	0.39
Unidad I Lote boscoso San Pedro (4)	6 (1990)	99.95	4.40	0.73	2.50	0.42
Unidad I Lote boscoso San Pedro (4)	4 (1992)	91.00	3.12	0.78	2.44	0.61
Unidad I Lote boscoso San Pedro (4)	3 (1993)	91.00	2.55	0.85	2.19	0.73

fuente: lozada, J. r., Moreno, J., & Suescún, r. (2003).

En la Hacienda El Manantial en Puerto López, Meta, plantaciones de algarrobo de seis años de edad tenían cinco metros de altura con ocho centímetros de diámetro en promedio.

Plagas y enfermedades.

La madera es atacada por termes. En Costa Rica los frutos han sido atacados por *Rhinochenus* sp, el cual perfora las vainas y comen la semilla. En Puerto Rico, los frutos son atacados por los insectos *Acanthoscelides* sp, *Hypothenemus buscki* y *Myelois decolor* (Universidad de los Andes & Aldana - Petit, 2001)

Usos

Las vainas están impregnadas de una goma protectora. En ocasiones, las semillas se pudren dentro de las vainas al faltar la fauna silvestre (como los saínos, chácharos o cafuches) que sean capaces de abrirlas. Posiblemente por estas razones la regeneración natural es escasa, lo mismo que la presencia de árboles adultos en el bosque. Madera empleada para la construcción, varas de corrales fabricación de pilones y postes de cerca, la capa que recubre los frutos es comestible y con muchas propiedades nutritivas (proteína vegetal), farmacéuticas y cosmetológicas(Cardona-Granda & Villanueva-Rojas, 2023)

La pulpa del fruto, conocida como algarrobina, es comestible. De este árbol se extrae el famoso copal o jutaicica. La resina del tallo se usa para elaborar incienso y como barniz para impermeabilizar canoas. De la hoja se extraen terpenoides para combatir hongos y repeler hormigas, se ha comprobado que tiene efectos tóxicos sobre orugas. Solía comercializarse en infusiones y cápsulas empleadas contra infecciones de vejiga,

prostatitis, bronquitis, asma y tos crónica. La harina del fruto se mezcla con ponche de huevo para aliviar problemas pulmonares.(López Camacho et al., 2014)

Características físicomecánicas de la madera.

Madera pesada con muy buena estabilidad dimensional y propiedades mecánicas de altas a muy altas. Duramen de color marrón rojizo con líneas oscuras, convirtiéndose, con el tiempo, en rojo Castaño oscuro; claramente distinta de la albura marrón muy pálido. Fibra inversa, textura media. La densidad de la madera seca al aire es de 0.92 g/cm³ (Vásquez Correa & Ramírez Arango, 2017)

Mercados

La Pulpa y la semilla tienen minerales, como sodio, potasio y fósforo, además de contener vitamina . Las propiedades fisicoquímicas del aceite de algarrobo resalta la buena calidad, al poseer menor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados, es una especie que por su fracción lipídica de pulpa y semilla, es posible utilizarla en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética.(Dias et al., 2013).

La harina de algarrobo además, es útil para innovar en mercados con personas intolerantes al gluten y el azúcar (Sales et al., 2014)

Teniendo en cuenta la resolución No. PS-GJ.1.2.6.22. 0561 del 03 de junio de 2022[19], esta especie se cataloga como **madera fina,** por la cual se catalogó según la revisión de informes presentados por las industrias para la apertura de sus libros de operaciones y conforme a las visitas realizadas a las industrias, soportes – Salvoconductos, Remisión ICA y Facturas – presentadas por estas, con un precio estimado de $ 924,837/m³

19 "*Por medio de la cual se acoge el concepto técnico Nº. PM-GA 3.44.21.2668 de fecha 23 de agosto de 2021 y se fijan los precios comerciales de la madera aserrada para imposición de sanciones y valoración económica de productos maderables de flora silvestre decomisados y dejados a disposición de la corporación para el desarrollo sostenible del área de manejo especial la macarena "CORMACARENA", en el departamento del meta*."

1 cm
10 cm
10 cm
1 cm

18. *Jacaranda copaia* – Pavito

Caracterización ecológica

Árbol de 20 a 35 m de altura, que en La Orinoquia alcanza diámetros de hasta 100 cm. Copa redondeada y con follaje denso. Tronco con raíces tablares pequeñas en la base. Corteza exterior corchosa y con fisuras longitudinales. Hojas bipinnadas y opuestas. pecíolos pulvinados en la base. flores en forma de embudo y de color azul púrpura. Frutos en cápsulas aplanadas semejantes a una ostra, redondas a ovaladas, verdes, tornándose negros y dehiscentes al madurar, cuando se abren por la mitad. Semillas aladas y pequeñas, papelosas. Las inflorescencias se desarrollan en panículas laxas, formadas por más de 50 flores de color morado pálido de unos 5 cm de largo y forma acampanada. Dichas panículas pueden medir más de 25 cm de largo. En la espiga se pueden llegar a contar entre tres y diez frutos. (Montero, G,. et al., 2016). Crece en suelos pobres y no inundables. Es una especie pionera, común en los bosques secundarios con abundante regeneración natural. En las sabanas crece fácilmente, pero no tolera el fuego y sólo se vuelve frecuente en una zona cuando los incendios se detienen hasta que el árbol tiene al menos 15 cm de diámetro, lo cual no suele suceder antes de los cinco años en suelos pobres, secos y arenosos. También puede regenerarse bajo sombra parcial, pero allí su crecimiento es relativamente lento a menos que el claro en que haya germinado sea grande (10×10 m al menos).

Origen y distribución natural.

Está ampliamente distribuido desde Belice hasta Bolivia y el Brasil. En Colombia se encuentra en casi to- dos los bosques de tierras bajas en elevaciones de 0 a 1200 m con precipitaciones de 1200 a 3000 mm y temperaturas de 21 a 26°C. Crece en áreas con estación seca bien definida. (Montero, G,. et al., 2016). La procedencia llanera tiene hojas ligeramente más coriáceas que las de zonas más húmedas como el Caquetá, Antioquia y Chocó.

Fenología.

En La Orinoquia una vez por año, y la producción de frutos comienza cuando tiene aproximadamente tres años. En la Orinoquia su floración se da en los meses de enero a mayo y el fruto usualmente está maduro tres meses después, generalmente en julio, aunque se ha visto incluso hasta agosto en años inusualmente lluviosos; de forma análoga en años secos puede florecer incluso tan temprano como diciembre. Como el fruto debe secarse para abrirse, más días de sol aceleran la madurez y más días de lluvia la retrasan. La fructificación suele coincidir con los meses más lluviosos, julio generalmente.

Tipo y capacidad de propagación.

Debido a lo liviano de sus semillas aladas, que son fácilmente arrastradas por el viento, los frutos deben generalmente obtenerse directamente del árbol, inmediatamente cuando estos empiecen a madurar, o sea a tornarse de verdes a pardos. Los frutos colectados deben almacenarse en bolsas lo más planas posible de malla de calibre grande (huecos de 0.5 cm) donde puedan estar aireados y no muy amontonados para

evitar el desarrollo de hongos entre ellos, y se exponen al sol para que acaben de secarse y se abran espontáneamente. No debe intentarse abrirlos a la fuerza, pues así casi infaliblemente las semillas no estarán en su punto óptimo de maduración y no germinarán. Las semillas son ortodoxas y no pueden almacenarse por más de un mes, aunque si se refrigeran luego de bien secas al sol pueden durar unos meses.

En La Orinoquia se obtienen generalmente 10-15.000 semillas por kilogramo. Para homogeneizar la germinación estas pueden sembrarse luego de dejarlas por la noche sumergidas en agua. En los canteros debe tenerse la precaución de taparlas ligeramente con tierra para que el viento no se las lleve.

El inicio de la germinación ocurre, en promedio, 12 días después de la siembra sin tratamiento para romper la latencia y en condiciones de vivero.

La germinación es fanerocotiledónea (cotiledones libres de restos seminales y epígeos (por encima del nivel del suelo). Las eófilas son opuestas (primeras hojas de la plántula) imparipinnadas, diferentes de las hojas de planta adulta (bipinnada). Al mes de haber germinado pueden trasplantarse a los contenedores que se llevarán a campo y tres meses después tienen unos 25-30 cm de altura, cuando estarían en condiciones de ir a campo. No obstante, en La Orinoquia Orientales, debido a lo relativamente tardío de la producción respecto de las lluvias, esto coincide con el inicio de la época seca y si se llevan a campo entonces la sobrevivencia tiende a ser pobre. Por ello, se aconseja tener las plántulas en vivero para sembrarlas a mediados de abril del siguiente año, cuando la temporada de lluvias haya regresado con fuerza y el suelo permanezca húmedo todo el día, luego de varios aguaceros.

Debido al alto contenido de ácido linoleico en las semillas, la germinación bajo condiciones ambientales se reduce rápidamente. Almacenadas en refrigeradores a 4°C y contenidos de humedad de 6 a 8% (una vez el fruto se abre el contenido de humedad suele ser de 11%), pueden conservar su viabilidad por hasta un año, con porcentajes de germinación cercanos al 80% (Méndez, 2000). De este modo puede ser posible guardar la semilla desde julio-agosto que comienza a estar disponible hasta enero del año siguiente, cuando se puede sembrar para que la plántula esté lista en mayo para llevarse a campo. Debido al rápido crecimiento de esta especie, se recomienda contenedores grandes, de 15 cm de longitud al menos.

La propagación vegetativa es posible. El árbol no rebrota como otras especies si se anilla parcialmente. Usualmente los rebrotes para su clonación sólo pueden obtenerse si el árbol de al menos 8 cm de diámetro se corta en bisel al menos a 1.5 m de altura a finales de la época seca (febrero-marzo). Entonces, cuando sobrevengan las lluvias, el árbol comienza a rebrotar sobre el tronco, espaciadamente, desde los 50 cm de altura y de cada árbol así truncado pueden obtenerse hasta 3-5 brotes que enraizarán fácilmente con ácido indolbutírico si se cosechan luego de los 15 cm de longitud.

Preparación del terreno

Los requisitos de esta especie y de hecho los sitios a los que es apta son completamente análogos a los del *Eucalyptus pellita*, cuyo cultivo está tan extendido en la Orinoquia. Un buen subsolado junto con aplicación de enmiendas edáficas y control pre-emergente de malezas es usualmente suficiente. Se han hecho ensayos en colinas de serranía (plintita) preparadas con retroexcavadoras modificadas con un tridente de hoyado, pero debido a lo inclemente de la época seca en dichas colinas, la supervivencia y desarrollo en esos sitios ha sido inferior a la de las sabanas arenosas planas donde también, como se mencionó, rinde mejor el eucalipto.

Es muy importante llevar las plántulas a campo solo cuando la temporada de lluvias esté en su apogeo. En La Orinoquia orientales esto suele suceder a mediados de mayo, cuando ya han caído suficientes aguaceros desde abril, que es cuando suele terminar el verano, para que la tierra permanezca húmeda todo el día hasta una buena profundidad, y cuando la nubosidad y las frecuentes precipitaciones garanticen que la humedad del suelo y atmosférica permanezca alta la mayor parte del tiempo durante varias semanas hasta que la planta desarrolle suficientes raíces para crecer a un ritmo que le permita soportar la temporada seca sobre-

viniente.

En La Orinoquia orientales las precipitaciones comienzan en abril luego de una larga época seca que comienza en noviembre-diciembre, y alcanzan su mayor intensidad en julio. En agosto hay algunas semanas de menores precipitaciones, conocidas localmente como "veranillo" y se reanudan en septiembre y octubre, para disminuir drásticamente desde entonces.

Técnicas de plantación y mantenimiento

En la región de la Orinoquia se ha plantado a 1111 árboles por hectárea (espaciamiento de 3 × 3 m), pero los resultados de esas experiencias sugieren que una plantación inicial con densidad mayor, de 1333 árboles por hectárea (3 × 2.5) y un eventual raleo oportuno a los 5 años puede producir árboles de mejor forma y más biomasa por hectárea inicialmente, debido a la copa estrecha de esta especie. El árbol presenta autopo- da, lo que hace innecesario considerar actividades de esa índole.

El pavito es un árbol poco exigente, que compite bien con las malezas e incluso con las trepadoras, si bien conviene mantenerlo libre de la competencia para disminuir la mortalidad y aumentar el rendimiento.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

Plantaciones de procedencias orinoquenses de esta especie en la Hacienda El Manantial en Puerto López, Meta, alcanzaron los 13 cm de diámetro promedio y 9 m de altura a los 5 años de plantadas con un espaciamiento de 3×3 m (1111 árboles por hectárea) e incrementos anuales de 20 m³/hectárea en volumen y 2.5 anuales en diámetro; con estos resultados y el análisis de anillos de crecimiento de árboles de mayor tamaño y edad creciendo en bosques de galería de la misma región se espera que se alcance al menos un diámetro promedio de 25 cm a los 20 años al menos y son posibles rendimientos mayores en sitios apropiados y con un manejo de enmiendas y fertilizantes intensivo y apropiado durante los tres primeros años.

En ensayos en Brasil esta especie al ser plantada en plena apertura alcanzó un diámetro medio de 21,22 cm y bajo sombra de 5,21 cm a los 17 años en espaciamiento de 5.0 x 2.5 m. (Barros, 1970), llegó a la conclu- sión de que los espaciamientos más pequeños hacen que los árboles desarrollen tallos más rectos y menos ramificadas, aunque con menor crecimiento en diámetro, lo cual puede subsanarse con raleos oportunos una vez los árboles alcancen los 10 m de altura. Resultados similares fueron observados por Nogueira & Siqueira (1976), El espaciamiento más pequeño (2,0 x 3,0 m) mostró mejores resultados en volumen de madera útil y área basal en relación a los demás espaciamientos (Barbosa-Sampaio et al., 1989) , llegándose a obtener hasta 49 m³/hectárea/año en plantaciones homogéneas en buenos sitios. En plantaciones en plena apertura en la estación experimental de Curuá-Una, esta especie presentó incremento medio anual (IMA) en altura de 1,98 m; de diámetro de 2,05 cm (Barbosa-Sampaio et al., 1989)

Plagas y enfermedades.

La especie es poco atacada por las hormigas arrieras o bachacos (Atta sp.). En La Orinoquia, sin embargo, los fustes de árboles jóvenes a menudo se ven colonizados por el insecto chupador *Acraephia* sp (Fulgoridae).

Informes de índices de sitio.

Se han establecido varios rodales semilleros en la Hacienda El Manantial de Puerto López, Meta, de diversas procedencias llaneras y existe un esfuerzo similar para el proyecto FlorMorado de la firma BaumInvest en El Placer (Cumaribo, Vichada).

Usos

La madera es usada para postes, almas de tableros. varas y construcciones ligeras, pulpa para papel, ataúdes, tableros de partículas y modelos de fundición. A nivel local es muy útil para la construcción, debido a la longitud de su tronco (Montero, G,. et al., 2016).

Los árboles de esta especie presentan un crecimiento rápido en sitios abiertos, por lo que pueden emplearse para recuperar ecosistemas degradados. También pueden utilizarse como árboles ornamentales por sus hermosas flores de color azul púrpura. La decocción de las hojas del jacarandá tiene uso medicinal. como antiséptico y antibacteriano, especialmente en enfermedades de la piel.

Características físicomecánicas de la madera.

Madera liviana, albura poco diferenciada por el color del duramen de color blanco a blanco cremoso. brillo acentuado, olor y sabor no distintivos; veteado acentuado; tiene muy baja durabilidad natural contra pudrición. La madera es fácil de aserrar pero tiene tendencia a astillarse; las superficies aserradas son lanosas especialmente en madera verde. .(Montero, G,. et al., 2016).

Posee madera muy liviana (0.38 a 0.0 g/cm³), fácil de ser trabajada (Barbosa-Sampaio et al., 1989).

Mercados

El precio de una pieza de pavito en 2016 era de $ 11,000, precio que aumentó en 2021 a $25,000. Una pieza de madera tiene las dimensiones de 3 × 30 cm × 3 m, y 27 de ellas equivalen a 1 m³. Con ello, el m³ de madera de pavito oscilaba en 2021 alrededor de 675,000 $/m³ en mercados de Villavicencio.

El pavito es la segunda o tercera madera más comercializada en aserríos de Villavicencio, procedente de bosques naturales. Actualmente se suele encontrar en el comercio allí y en Bogotá bajo el nombre de "Cedro Blanco" junto con la madera de *Simarouba amara*, ambas maderas blancas de propiedades y apariencia muy similares que se mezclan con ese nombre.

Esta especie tiene numerosos biocompuestos (Gachet & Schühly, 2009)con muy variadas propiedades que la hacen valiosa en la medicina y el biocomercio.

Teniendo en cuenta la Resolución CORMACARENA No. PS-GJ.1.2.6.22. 0561 del 03 de junio de 2022[20], esta especie se cataloga como **madera ordinaria,** por la cual se catalogó según la revisión de informes presentados por las industrias para la apertura de sus libros de operaciones y conforme a las visitas realizadas a las industrias, soportes – Salvoconductos, Remisión ICA y Facturas – presentadas por estas, con precio promedio de $480,116/m³.

20 "*Por medio de la cual se acoge el concepto técnico N º. PM-GA 3.44.21.2668 de fecha 23 de agosto de 2021 y se fijan los precios comerciales de la madera aserrada para imposición de sanciones y valoración económica de productos maderables de flora silvestre decomisados y dejados a disposición de la corporación para el desarrollo sostenible del área de manejo especial la macarena "CORMACARENA", en el departamento del meta*."

Tabla 18. Precios de la madera de pavito según CORMACARENA.

Madera ordinaria		
Producto	**Dimensiones**	**Precio Unitario**
Columna	10 cm x 10cm x 3mts	22.000
Planchón	20 cm x 4.5 cm x 3 mts	21.000
Varillón	5 cm x 5 cm x 3 mts	53.333
Bloque	10 cm x 30 cm x 3 mts	58.875
Bloque	10 cm x 20 cm x 3 mts	41.000
Bloque	10 cm x 25cm x 3 mts	38.000
Poste	10 cm x 10 cm x 2 mtss	12.000

fuente: resolución corMacarena no. Ps-gJ.1.2.6.22. 0561 del 03 de Junio de 2022

Empero, actualmente se comercializan piezas de *Jacaranda copaia* o de *Simarouba amara* con el nombre de "cedro blanco" en Bogotá en listones o bastidores de 7×3 cm × 2.5 m (0.00525 m^3) a 47000, con lo que un m^3 de esta madera vendida así superaría los 8.9 millones de pesos.

19. *Lacmellea edulis* – Lechemiel

Caracterización ecológica

Árbol de tronco con aguijones, y exudado blanco, hasta de 18 m de altura. Ramitas aplanadas cuando jóvenes, cilíndricas con la edad, glabras Hojas: Simples, opuestas, algunas veces con puntuaciones negras en el envés, la base cuneada, obtusa a redondeada, el ápice acuminado. Flores: Blancas o cremas de 1-2 cm de largo. Frutos: Drupas amarillas de pulpa dulce y comestible(Cardona-Granda & Villanueva-Rojas, 2023)

Origen y distribución natural.

Bosque de galería en zonas de rebalse.

Fenología

La especie florece en los primeros meses del año, y los frutos se consiguen en abril o mayo con las lluvias.

Tipo y capacidad de propagación.

Por semilla, de la cual hay unas 300 por kilogramo. La semilla se puede sembrar tras dejarla de un día apara otro en agua. La germinación suele ser alta para semilla colectada recientemente.

Preparación del terreno

Debe sembrarse en sabanas bajas, pues la especie requiere suelos húmedos. Tolera la sombra parcial.

Técnicas de plantación y mantenimiento

No tiene requerimientos especiales, pero no tolera competencia con las malezas.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

Desconocido.

Plagas y enfermedades

No se conocen.

Usos

En los Llanos Orientales es consumida la leche que segrega esta especie por su sabor dulce como miel, razón por la cual fue asignado el género *Lacmellea*, que deriva del latin *lac* (látex, leche) y melleus (miel). El epíteto e*dulis* significa comestible, dado que su látex y el fruto es consumido por algunas comunidades.(Idárraga et al., 2016).

El látex del árbol de leche miel se usaba también para elaborar el chicle, mezclándolo como el látex de balata (*Manilkara bidentata*). Es una especie frutal de importancia para los programas de reforestación con alto valor estético que le dan posibilidades como especie ornamental. Muchas especies de primates consumen los frutos con avidez. (Acero, 2005)

20. *Leptolobium nitens* – Congrio

Caracterización ecológica

Hasta hace poco clasificado como *Acosmium nitens*. Árbol sin espinas. Alcanza una altura entre 12 m a 40 m y 60 cm de diámetro. Corteza muerta desprendible en placas. Corteza viva amarilla con vetas marrón. Hojas compuestas imparipinnadas, cinco foliolos, borde liso. Inflorescencias paniculadas, ramificadas, terminales, puberulentas; flores numerosas y fragantes. Flores cerca de 6 mm de largo; con 5 pétalos, subiguales, libres, espatulados, de color blanco o crema; con 10 estambres libres. **Frutos** en vainas oblongas a elípticas, 1-3 cm de largo y 1-1.5 cm de ancho, coriáceos, glabros, reticulados, indehiscentes. **Semillas:** cada vaina tiene entre 1 y 4 semillas, subovadas, lustrosas, café-rojizas.

Origen y distribución natural.

Se sabe que el congrio crece en bosques y sabanas inundables de los ríos y caños de aguas claras y negras, sobre suelos arenosos y franco arenosos de la Orinoquia y Amazonia. Es una especie representativa de los bosques inundables. Tiene un buen crecimiento tanto en suelos inundables como en suelos arenosos. Siembras realizadas en suelos bien drenados de la Reserva Natural La Pedregoza en Puerto Carreño, Vichada, revelan que las especies tiene un mejor crecimiento en estas áreas, lo que sugiere que la ausencia de la especie en áreas no inundables puede ser el resultado de las frecuentes quemas de la sabana y no necesariamente una preferencia natural. Puede formar agrupaciones boscosas denominadas “congriales” junto a otras especies, ocupando franjas en las cabeceras y márgenes de caños de sabana.

Los congriales forman parte de los humedales de la Orinoquia (Lasso, Rial, Colonnello, Machado-Allison y Trujillo, 2014). En Colombia y Venezuela, son ecosistemas seriamente amenazados, donde las áreas con presencia de la especie cada vez van reduciendo su extensión por las quemas y la tala selectiva e indiscriminada de esta especie (Rial et al., 2014).

Fenología.

La floración del congrio en la zona del río Bita se da durante los meses de septiembre a octubre, aunque es posible encontrar individuos con flores más temprano o más tarde. Esto puede estar asociado a la zona donde se establecen y a factores climáticos. El período de fructificación o maduración ocurre entre los meses de febrero y marzo, generalmente; sin embargo, se ha observado que en algunas ocasiones no hay fructificación.

Se recomienda hacer la recolección de las semillas entre enero y marzo, aprovechando los árboles cuyos frutos se encuentren totalmente maduros (presentan coloración oscura marrón – negro y, aún presentes en el árbol, estas semillas tienen una mejor viabilidad). Se deben evitar árboles con frutos sobremaduros, ya que las semillas son más susceptibles al ataque de insectos, hongos y otros patógenos, lo que afecta la viabilidad de las mismas.

Tipo y capacidad de propagación.

En el departamento del Vichada es posible adquirir las semillas con un precio por kilogramo de entre $150.000 y $200.000, con 3000 semillas en promedio por kilogramo.

El congrio presenta una semilla ortodoxa, es decir, que sobrevive a períodos de condiciones de sequedad y frío cuando es conservada fuera de su hábitat natural durante un largo tiempo.

Sin embargo, el período de supervivencia de una semilla de congrio es todavía desconocido. Lo recomendable es almacenarla en un recipiente hermético al máximo volumen para disminuir la tasa de respiración aeróbica entre las semillas. Este se debe conservar en un lugar seco y con poca luminosidad (humedad relativa y temperatura relativamente bajas).

En La Pedregoza se han obtenido buenos resultados almacenando las semillas de congrio en bolsas de tela o fibra natural como algodón y en un lugar seco y sin luz, entre 3 a 6 meses. A pesar de la longevidad media de las semillas y el éxito del almacenamiento, existe el riesgo de ataque de insectos, por lo que se recomienda germinar las semillas lo más pronto posible.

En otros estudios (Varela et al., 2005), se demostró que las semillas del congrio tienen una alta tasa de germinación en un amplio rango de temperaturas probadas, siendo de un 97 % a 30 °C, con una velocidad de germinación promedio de 5 días.

Empleando arena como sustrato, la mayor tasa de germinación se encontró con temperaturas de 20 °C, 25 °C y 30 °C, mientras que empleando vermiculita se observó una alta tasa de germinación en todas las temperaturas probadas; sin embargo, la temperatura más adecuada para este sustrato fue 30 °C, que dio como resultado una tasa de germinación del 97 % en aproximadamente 5 días. El otro sustrato empleado fue el papel filtro que arrojó resultados nulos. Se concluyó que, con las temperaturas más altas (30 °C y 35 °C), la vermiculita fue el sustrato con mejores tasas de germinación.

En La Pedregoza se ha empleado arena y tierra negra abonada como sustrato, obteniendo altas tasas de germinación con ambos.

La siembra de semillas directamente en campo reduce la posibilidad de que la planta se establezca. Muchas semillas son consumidas por animales o se pierden por condiciones adversas. El manejo apropiado de las semillas en el vivero garantiza un mayor porcentaje de germinación y aumenta la posibilidad de que los individuos sobrevivan hasta su madurez

Tratamiento pregerminativo

Las condiciones de humedad y temperatura afectan la germinación de las semillas. Para acelerar este proceso y su uniformidad, existen tratamientos previos estandarizados.

Según los ensayos realizados en La Pedregoza, se recomienda emplear lija de calibre 60 con las semillas, luego sumergirlas durante un minuto en un recipiente con agua a 80 °C de temperatura y, seguidamente, sumergirlas durante 24 horas en agua a temperatura ambiente. La finalidad de este tratamiento es romper la latencia física de la cubierta, y ablandar el embrión sin dañarlo ni afectar el endospermo.

Preparación del terreno

Para la preparación del suelo, se recomienda hacer zanjas a 60 cm de profundidad con un cincel, dejando cada zanja a 4 m de distancia de la siguiente. Estas se pueden llenar con material orgánico como pasto picado y luego se cierran. Con esto, se pretende suavizar el terreno para permitir una mejor penetración de las raíces.

Otra opción consiste en hacer huecos de entre 40 a 60 cm de profundidad con pala o un ahoyador para facilitar la penetración de las raíces en el suelo. Se recomienda aplicar 1 kilo de compost en cada hoyo de siembra.

Técnicas de plantación y mantenimiento

Se desconoce el éxito del trasplante de plántulas de áreas naturales hacia viveros o por siembra directa en campo. Naturalmente, se observa una alta densidad de plántulas y juveniles cerca de individuos adultos, pero se desconoce el desarrollo del sistema radicular. Las plámtulas de congrio sacadas de vivero hacia el campo se desarrollan rápidamente si se siembran en terrenos adecuados, es decir, sitios bajoa a inundables.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

No se conocen aún datos.

Plagas y enfermedades

Hasta ahora, no se conocen plagas que afecten a esta especie.

Informes de índices de sitio.

Desconocidos.

Usos

En el departamento del Vichada, particularmente en la cuenca del río Bita, el congrio tiene un alto valor para las comunidades locales, que lo usan principalmente para postes de cercas y construcciones. A pesar de que es evidente la sobreexplotación de esta especie, el estado de conservación de esta es desconocido. Pese a que es una especie nativa, aún se desconoce en gran medida su biología y ecología, y, al no tener claridad de cómo mantener una relación equilibrada entre la oferta natural y la demanda por uso, se pone en inminente riesgo a esta especie en el ámbito regional. Por lo tanto, surge la necesidad de incluirla en planes y programas de restauración, conservación y reforestación.

Características físicomecánicas de la madera.

La madera del congrio es muy dura y pesada, seca lentamente al aire libre y presenta pocas deformaciones y rajaduras. Es difícil de labrar con herramientas manuales, altamente resistente al ataque de hongos e insectos y con una duración en uso exterior de más de 35 años. La madera recién cortada presenta un color marrón oscuro que se mantiene al secar. Presenta una textura media. La albura es de color blanco, con transición gradual al duramen de color marrón oscuro.

Tabla 19. Propiedades de la madera del congrio

Propiedades Físicas	Propiedades Mecánicas	Otros
Densidad Básica: 0.82 g/cm³	Dureza en los lados: 975 kg	Color de la albura: Blanco
Densidad al 12% de humedad: 0.9 g/cm³ Contracción tangencial: 4.17%	Dureza en los extremos: 698 kg	Brillo: Brillante Color duramen: Marrón oscuro

Fuente: Del Río Et. al 2017

21. *Maclura tinctoria* – Mora

Caracterización ecológica

También clasificado como *Chlorophora tinctoria*, el mora es un árbol de 15 m de altura y 50 cm de diámetro. Corteza externa de color crema. Corteza viva con exudado crema. Hojas simples, alternas, dísticas, oblongo-elípticas, de 8.5 x 4 cm. En esta especie se presentan árboles femenino y masculinos separados. Las raíces crecen superficialmente y se extienden en la base. El tallo presenta espinas cortas y rígidas. Los frutos son pequeños y dispuestos en cabezuelas de 1 a 2 cm de diámetro y contienen una pulpa carnosa y comestible. Contienen gran número de semillas planas de color café, de 2 a 3 mm de largo, con una base redondeada y acabadas en punta .

Origen y distribución natural.

Crece en paisajes de sabana y bosques de galería.

Fenología.

Se propaga por semilla. Los frutos están maduros en marzo o abril.

Tipo y capacidad de propagación.

Las semillas son muy pequeñas, habiendo más de 300.000 por kilogramo. Los frutos se pueden colectar manualmente de las ramas o del suelo. No se recomienda tomar frutos con contextura dura y alta pilosidad ya que estos no han alcanzado la madurez fisiológica y por tanto las semillas no presentan una buena respuesta germinativa (Jiménez, 2007).

Para la extracción de las semillas, se debe tener en cuenta que los frutos de mora son carnosos, por ello es necesario limpiarlas muy bien para evitar pudriciones.

Una vez las semillas han sido extraídas de los frutos se pueden conservar por varios días en bolsas de papel kraft, en lugares con poca humedad y luminosidad. Las semillas de frutos colectados en las ramas de los árboles presentan mayor capacidad de almacenamiento manteniendo una alta viabilidad a través del tiempo (Jiménez, 2007).

La germinación de semillas de dinde inicia a los 10 días después de la siembra (DDS) y se estabiliza hacia los 19 DDS. En principio las semillas no necesitan pretratamiento, sin embargo la inmersión de las semillas en agua a temperatura ambiente durante un periodo de 24 a 36 horas puede favorecer la germinación (Jiménez, 2007).

Trasplante

Cuando las plantas en las camas de germinación alcancen 4 hojas verdaderas extendidas (aproximadamente

a los tres meses después de la germinación) se pueden trasplantar en bolsa de polietileno de 18*15 cm., con suelo solarizados de textura franca (sustrato que no es ni arcilloso ni arenoso) que favorezcan el anclaje y desarrollo de raíces, como lo son la mezcla de suelo-humus en proporción 3:1 o suelo – arena – humus en proporción 2:1 :1 (Jiménez, 2007).

Una vez trasplantadas, se recomienda que las plantas permanezcan en la sombra al menos durante uno o dos días y posteriormente sean desplazadas hacia sitios donde haya mayor exposición de luz.

Para estimular el crecimiento y desarrollo de las plantas de *M. tinctoria* se puede implementar el uso de bioinoculantes al momento del trasplante. En estudios recientes se ha encontrado que los sideróforos (compuestos que ayudan a la asimilación del hierro por parte de las plantas) producidos por bacterias del género et. *Pseudomonas* favorecen el crecimiento y desarrollo del dinde debido a que el hierro hace parte de complejos proteicos porfirinicos, es constituyente de los sistemas redox de los cloroplastos y las mitocondrias, hace parte de la enzima nitrogenasa, importante en la fijación de nitrógeno y se encuentra presente en catalasas que intervienen en el ciclo de Calvin y en la vía glucolítica (Salisbury & R9ss, 1992; Havlin, *et.al.*,1999).

Condiciones requeridas para la propagación del Mora

Temperatura: Las plantas de mora requieren para su crecimiento y desarrollo rangos de temperatura media anual entre 20 – 27°C, la temperatura máxima media del mes más cálido de 21 a 32ºC y la temperatura mínima media del mes más frío de 13 a 21ºC (CATIE, 1997).

Humedad: Esta especie se desarrolla en sitios húmedos creciendo cerca a ríos y arroyos, con precipitaciones de 700-3500mm (CATIE, 1997).

Luz: Presenta un rápido crecimiento a plena luz, aunque en los primeros estadios de desarrollo puede tolerar algo de sombra. La intensidad de luz debe ser al menos del 60% (CATIE, 1997)

Sustrato: Las plantas de mora se pueden desarrollar en suelos poco profundos y se establece exitosamente en suelos pobres en nutrientes, prefiriendo los suelos calcáreos, con buen drenaje o inundados temporalmente y de textura arcilloarenosos (CATIE, 1997).

Las semillas presentan una buena respuesta germinativa en mezcla de arena y tierra en proporción 1 :1, ya que este sustrato aumenta la capacidad de retención de agua y asegura el contacto sustrato-semilla lo que favorece la incorporación de agua al interior de la semilla para iniciar su actividad metabólica y culminar el proceso de germinación (Bewley, 1997; Schmidt, 2000).

Preparación del terreno

Es tolerante a suelos poco profundos y se establece exitosamente en suelos con buen drenaje y de textura arcillo – arenosos fértiles.

Técnicas de plantación y mantenimiento

Antes de la siembra, se debe realizar la solarización del suelo lo que permite su desinfección, para esto se debe construir una cama de siete metros de largo, 50 cm de ancho y 10 cm de profundidad, ubicada a campo abierto y a plena exposición de luz solar, en la cual se deposite el suelo. La cama debe ser cubierta por un plástico transparente y permanecer en estas condiciones por un periodo de 90 días. Luego de la preparación del sustrato las semillas deben sembrarse en camas o bandejas de germinación a 1 cm de profundidad para evitar su exposición a cambios drásticos de las condiciones del medio, además esto permite un continuo flujo de agua, que es fundamental en el proceso de germinación.

Usos

Especie muy común en regiones aledañas al rio Meta y en Arauca. Ha sido muy utilizado como botalón, columna de construcción y pilones. La madera (densidad 0.7 g/cm^3) es de un llamativo color amarillo; con astillas en cocimiento se obtenía un colorante para teñir camisas de color caqui. En medicina casera se utilizaba una gota del exudado crema del árbol para introducirla en las caries de una pieza dental y lograr removerla sin ningún dolor. Sus frutos son comestibles para el hombre y para la fauna silvestre.

22. *Mauritia flexuosa* – Moriche

Caracterización ecológica

Palmera típica de las zonas inundables de la Orinoquia. De características hojas en forma de abanico, puede alcanzar y aun superar los 18 m de altura. En suelos pobres su tallo es más delgado que en suelos profundos, más fértiles y sobre todo con mayor contenido de materia orgánica. Los morichales son agrupaciones de esta palma de estos en que los individuos adultos de moriche conforman un dosel relativamente continuo – lo que define a un palmar denso de pantano, hasta herbazales de pantano, con individuos aislados de moriche en pequeños grupos, constituidos a su vez por diferentes estadios de vida de la palma: juveniles, subadultos y adultos ya reproductivos.

Los morichales son bosques iniciales. Conforme pasa el tiempo, si la dinámica del fuego y las perturbaciones causadas por las personas lo permiten, se generan distintas comunidades transicionales a un bosque de pantano, con diferentes individuos de las especies arbóreas típicas de estos bosques, en estado subadul- to, por debajo del dosel relativamente continuo de la palma. Gradualmente, estos individuos de las especies arbóreas superan en altura a los de moriche de modo que finalmente, salvo que ocurran perturbaciones que reviertan el proceso sucesional, se alcanza un estadio más estable: el bosque de pantano, con mayor abundancia relativa de adultos de las especies arbóreas, como *Inga psittacorum*, *Calophyllum pachyphyllum*, *Hieronyma alchorneoides*, *Symphonia globulifera*, *Caraipa llanorum*, *Duroia micrantha*, *Parahancornia oblonga*, *Macrolobium* spp., *Xylopia ligustrifolia*, y otros (Cardona-Granda & Villanueva-Rojas, 2023).

Origen y distribución natural.

El moriche se encuentra en casi toda la Orinoquia, desde la amazonia al sur hasta el sur de Arauca y desde el piedemonte de la cordillera oriental hasta el río Orinoco.

Fenología

La floración es variable, pero generalmente ocurre a mediados de octubre. Los frutos maduros están disponibles apenas está en apogeo la temporada de lluvias de la Orinoquia, de febrero a julio. El moriche presenta una sincronía reproductiva poblacional en la que usualmente muchas de las hembras presentan frutos maduros al mismo tiempo en un año determinado. A pesar de esta concordancia en la población, a nivel de los individuos hay asincronía en la reproducción, de tal forma que un individuo puede producir frutos varios años seguidos, producirlos en años alternos o no producirlos durante varios períodos seguidos. La intensidad de la floración muestra que cada año florecen entre un 10-15% de palmas masculinas y femeninas de la población. Los individuos van alternando su período reproductivo de manera asincrónica con pocos individuos floreciendo cada año. Un estudio (Lasso & Rial, 2013) mostró que el 32% de las palmas masculinas florecieron en dos años o períodos reproductivos consecutivos, el 44% florecieron cada dos años y el 24% cada tres años. En las palmas femeninas tan solo el 13% florecieron dos años consecutivos, el 51% de las hembras florecieron cada dos años y 26% repitieron floración cada tres años

Tipo y capacidad de propagación.

Esta palma se propaga relativamente fácil por medio de semilla. Aunque el fruto puede germinar sin pelarlo, el porcentaje de germinación mejora notablemente si se le quita la pulpa a la fruta y se deja en agua una semana entera. Luego se puede sembrar en los contenedores, donde empieza a germinar en un mes o dos.

Preparación del terreno

Dado que esta palma crece en terrenos pantanosos, solo es preciso sembrarla a mano con un palín, puesto que es difícil que la maquinaria entre en esos sitios.

Técnicas de plantación y mantenimiento

El moriche solo debe sembrarse en terrenos estacionalmente inundables. Si se siembra en sabanas más secas, las hormigas cortahojas y otros herbívoros ocasionan grandes pérdidas por la defoliación, por no hablar de la mortalidad en la época seca. Aunque las palmas de moriche pueden resistir el fuego, esto solo es cierto de individios que ya hayan alcanzado al menos 3 m de altura, lo cual tarda al menos cinco años. Es importante proteger las palmas jóvenes del fuego antes de eso. El moriche es una palma muy sociable y pueden sembrarse en densidades altas, de 500 por hectárea o aún más si los suelos son pantanosos y profundos.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

Se reporta que una palma de moriche puede producir más de 70 kg de frutos al año (hasta 400 frutos por racimo y hasta tres racimos por palma); un kilo de semilla tiene de 15 a 20 semillas. Se ha observado que la palma necesita al menos cinco años desde plantada para producir su primer racimo.

Plagas y enfermedades

Se reportan varios coleópteros que causan daños a los frutos del moriche, sobre todo gorgojos (Curculionidae). Además, la oruga del barrenador del cogollo de las palmas, *Eupalamides cyparissias* (Lepidoptera:-Castniidae) que ataca al cocotero y a la palma africana de aceite, también puede dañar al moriche e inclusive causar la muerte, sobre todo en individuos jóvenes (J. Vasquez et al., 2008).

Usos

El moriche es una planta excepcionalmente útil (Galeano & Bernal, 2010). Casi todas las partes de la palma tienen alguna utilidad. Los frutos contienen proteínas, sales minerales y vitaminas, incluyendo un contenido importante de vitamina A. En Colombia es altamente apreciado por las comunidades indígenas, que lo consumen crudo o preparado en bebida y chicha. Con la pulpa se preparan bebidas, dulces, tortas y helados. Por otro lado, la pulpa es rica en aceite con alto contenido de ácido oleico, tocoferoles y pigmentos carotenoides, y aunque no se explota actualmente para este fin, es de importancia económica potencial. Los frutos frescos se venden en el mercado de Leticia. Las inmensas hojas se usan a veces para techar, y de los cogollos se extrae fibra que se usa para la elaboración de hamacas, redes para pesca, canastos, mochilas, manillas y trajes ceremoniales. Los pecíolos de las hojas, que son también muy fibrosos y fuertes, se utilizan para hacer esteras y, según estudios en la Amazonia peruana, se ha encontrado que tienen buenas posibilidades técnicas como materia prima fibrosa para la industria papelera, superando inclusive al bagazo de caña. Los tallos son utilizados para paredes y pisos y también como cebo para criar larvas (mojojoyes) del escarabajo

Rhynchophorus palmarum, ricas en grasa, las cuales se consumen crudas o asadas y son una de las delicadezas más apetecidas en la Amazonia. Los uitotos utilizaban el mucílago del tallo como febrífugo y las raíces para la artritis y dolores corporales. Quizás debido a su abundancia y utilidad, el moriche tiene un papel simbólico destacado en la cosmogonía de varias culturas amazónicas. A nivel de la Amazonia el moriche ha sido propuesto como una de las especies más importantes para incluir en sistemas agroforestales y para el establecimiento de plantaciones como especie multipropósito.

23.*Mespilodaphne cymbarum* – Sasafrás, Cascarillo

Caracterización ecológica

Hasta hace poco clasificado como *Ocotea cymbarum*. Árbol con la corteza externa lisa y corteza viva olorosa, Hojas simples, alternas, helicoidales, oblongo-lanceoladas de 19x5,5 cm . Fruto en drupa ovoide de 36x18 mm. Es un árbol de tamaño mediano, de distribución neo tropical que oscila entre los 20-30 metros de alto, con crecimiento moderadamente rápido. Tiene propiedades aromáticas y de resistencia a la penumbra y al agua, haciendo que sea un maderable de alto valor comercial

Origen y distribución natural.

Especie que crece en bosque de rebalse.

Fenología.

Floración en septiembre, cosecha marzo. De la especie Sasafrás aún se conoce muy poco sobre su proceso de crecimiento y desarrollo tanto en vivero como en medio natural, Hay árboles machos y hembras, solamente las hembras producen semillas. Las semillas son largas con gran contenido de humedad (36mm x 18mm), tienen que ser germinadas inmediatamente después de la recolección o se dañan.

Tipo y capacidad de propagación.

Por semilla (200 por kilo), la cual se puede sembrar en bolsa. La siembra debe realizarse en la misma semana en que se colecta la semilla.

Preparación del terreno

Como esta especie medra en lugares inundables, donde el suelo puede permanecer demasiado blando para introducir maquinaria durante buena parte del año, puede plantarse con palín sin necesidad de subsolar.

Usos

El árbol es ya escaso por la explotación incontrolada de su madera. Los aserradores, en sus campamentos

alejados, se alumbraban con mecheros o lamparillas, cuyo combustible era el aceite obtenido del tronco de sasafrás (safrol). La madera ha tenido alta demanda debido a que posee células oleíferas; por ello, al taladrar el tronco, se obtiene el famoso aceite de sasafrás, el cual se ensayó en Brasil, como combustible para motores de vehículo.

En medicina casera se recomienda tomar la decocción de corteza para contrarrestar las fiebres y escalofríos. Los frutos sirven de alimento a la avifauna silvestre, especialmente yátaro (tucán o diostedé) y loros. Con la madera de bonito color y agradable olor se elaboran excelentes muebles y otras obras de ebanistería y embarcaciones.(Acero, 2005).

El sasafrás, también llamado "cascarillo" se caracteriza por poseer un componente activo de naturaleza neolignano llamado Burchellin (Rincón Aguilar, 2014) para este compuesto, se han encontrado diferentes usos como insecticida, el cual se destaca por su gran efectividad contra el mosquito propagador del dengue *(Aedes aegypti*)(Narciso et al., 2014)

Se destacan por sus resultados altamente positivos los grupos Taninos, Cardiotónicos, Cumarinas y Alcaloides, siendo estos de gran importancia por sus propiedades antirreumáticas, anticoagulantes, estomáticas, insecticidas y depurativas; con efectos levemente positivos se encuentran los grupos Flavonoides y Quinonas. Se resalta la importancia de la especie por ser una excepción a la regla de clasificación química para el género, ya que su composición está basada en compuestos Neolignanos (Burchellin) y metabolitos secundarios de naturaleza alcaloide (Fandiño & Arévalo, 2017).

El Sasafrás se utiliza en las regiones del oriente amazónico como maderable para la construcción de embarcaciones y viviendas, en ebanistería por su condición aromática, en medicina para aliviar artralgias, antiparasitario y antipirético y como combustible por la volatilidad de sus aceites esenciales en la construcción de lámparas y carburante de embarcaciones fluviales. Tradicionalmente, en las comunidades indígenas Puinave se usa como atractivo en la pesca, ya que mucha ictiofauna incluye en su dieta las semillas de esta Laurácea

Ante la UICN la especie no está catalogada como amenazada o vulnerable, sin embargo, en la región el sasafrás es una especie bastante presionada debido a los aprovechamientos por parte de las comunidades indígenas y aserradores del departamento, por lo que se evidencia una gran reducción en el número de individuos.

Mercados

En desarrollo del Convenio 02F de 2004 celebrado entre el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, el cual tiene por objeto "adelantar la compilación y divulgación de información relativa a las especies maderables amenazadas en el territorio nacional" entre otras, se adelantó un taller en la ciudad de Inírida (Guainía) con la participación activa de las autoridades ambientales y autoridades de apoyo de orden policivo, judicial y de fiscalización, dicho taller dio como resultado que el Sasafrás ra la especie con mayor presión y por lo tanto con mayor grado de amenaza en la región.

1 cm
10 cm
10 cm
1 cm

24. *Mimosa trianae* – Yopo café

Caracterización ecológica

Este árbol mediano, de fuste muy ramificado y copa rala, expandida que proyecta una sombra tenue sobre las gramíneas. La corteza es rugosa de color café o gris, tiene hojas compuestas, bipinnadas, alternas y helicoidales. Las inflorescencias son panículas de espigas, con numerosas flores blancas tetrámeras. Los frutos, llamados craspedios, son legumbres articuladas y planas (Barneby, 1991) que adquieren un color amarillo pálido al madurar. Las semillas (2 a 6 por fruto), de color café claro, son aplanadas y tienen un diámetro aproximado de 0,5 cm.

En nuestro medio se distinguen dos variedades de yopo, que se diferencian en el tamaño del fruto, la coloración de las hojas, la tasa de crecimiento y la forma de la corteza en los árboles adultos. La especie *Anadenanthera peregrina* se conoce con los nombres de yopo negro, yopo macho, yomba y lomo de caimán. (*Mimosa trianae*, anteriormente conocida como *Piptadenia aff. opacifolia* Ducke o *Piptadenia pteroclada* Benth.) se conoce como yopo, yopa, falso yopo, yopo peludo o guayacán yopo. Las dos especies o variedades se confunden en la literatura científica y popular, pero son muy diferentes.

Origen y distribución natural

Propio del piedemonte llanero. Se encuentra con mayor abundancia desde Acacías (Meta) hasta Tauramena (Casanare).

Fenología.

La especie florece en los últimos meses del año. Entre febrero y abril es posible recolectar las semillas. Para obtener leña sin sacrificar el potencial reproductivo de las poblaciones de yopo se recomienda cortar las ramas bajas de los árboles o hacer una extracción selectiva de individuos al final del evento reproductivo y después de la dispersión de las semillas (mayo a agosto). El manejo adecuado de las poblaciones naturales es fundamental para garantizar la conservación de la especie.(Giraldo-Sánchez & Calle, 2023)

Tipo y capacidad de propagación.

Las semillas del yopo peludo, de germinación fácil y rápida, son de tipo ortodoxo y se pueden almacenar a 4°C en bolsas plásticas durante 6 meses o más. Como tratamiento pregerminativo, se recomienda la escarificación mecánica con papel de lija hasta que la semilla adquiere un aspecto poroso. A partir de semillas de buena calidad es posible obtener hasta 20.000 plántulas por kilogramo. La germinación inicia dos a cuatro semanas después de la siembra. Las semillas se deben dejar en agua entre 18 y 24 horas. Aquellas que se observan hinchadas se pueden llevar al germinador de inmediato y las otras se dejan más tiempo en remojo.

Germinación

Para 1 kg de semilla se requiere un germinador con un área mínima de 3 m². Se prepara una mezcla de arena y abono orgánico o tierra negra en proporción 3:1, sobre la cual se disponen las semillas en pequeñas zanjas a una profundidad aproximada de 1 cm y se cubren con el mismo sustrato. Se recomienda cubrir los germinadores con una lona a una altura de 20 cm, o con hojas secas de plátano o palma con el fin de acelerar la germinación y evitar que el riego o la lluvia destapen las semillas. El material de cobertura se debe retirar una vez inicia la germinación.

Trasplante

Cuando las plántulas alcanzan una altura entre 5 y 8 cm, se trasladan a bolsas con sustrato formado por tierra negra o abonada con compuestos orgánicos maduros, mezclada con un 30% de arena o cascarilla de arroz. Es importante extender y enderezar las raíces de las plántulas dentro de las bolsas. Esta actividad se debe hacer a la sombra, exponiendo las plántulas gradualmente a la luz. Es conveniente regar las plántu- las todos los días preferiblemente durante las horas más frescas. El material está listo para llevar al campo cuando tiene tallos lignificados (leñosos) y vigorosos, hojas de color intenso (no cloróticas o pálidas) y una altura de 25 cm.

Preparación del terreno

El yopo peludo ha sido plantado como especie protectora en corredores ribereños, nacimientos de agua y áreas degradadas, y en arreglos silvopastoriles como cercas vivas, setos forrajeros y sistemas silvopastoriles intensivos, siendo más exitoso en el piedemonte llanero, de donde es originario.

No obstante, no es la especie más idónea para sabanas, pues allí los suelos de baja fertilidad, con mayor acidez y toxicidad de aluminio, una época seca más prolongada, vientos desecantes y fuegos frecuentes no permiten su mejor desarrollo. Para las sabanas altas, se recomienda sustituirlo por el Yopo Negro (*Anadenanthera peregrina*).

Técnicas de plantación y mantenimiento

Trazado

En los corredores ribereños, el yopo se ha plantado a distancias de 3 x 3 y 4 x 4 metros, al cuadrado en áreas planas y en triángulo en áreas de ladera. En las cercas vivas se usan distancias de 2,5 y 3 metros. En los arreglos silvopastoriles con árboles maderables se han evaluado dos tipos de trazado, uno en franjas perimetrales en los potreros a distancias de 3 x 2 m y el otro a 6 x 3 m, asociado con *Acacia mangium*.

Ahoyado

En terrenos que han tenido un uso ganadero prolongado, es conveniente descompactar el suelo en forma mecánica o manual para facilitar el desarrollo de las raíces del yopo peludo. En los corredores ribereños, áreas reguladoras de nacimientos y áreas degradadas de la Hacienda Andorra se hicieron hoyos de 40 x 40 x 40 cm, con un repicado en el fondo. En los terrenos planos destinados a los arreglos silvopastoriles se preparó el terreno con tractor y se hicieron hoyos de 30 x 30 x 30 cm.

Enmiendas

Aunque el yopo tolera los suelos ácidos, se puede hacer una enmienda con calcio, magnesio y fósforo para

facilitar el desarrollo de otras especies acompañantes.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

Los árboles de yopo, plantados con una altura inicial de 35 cm, tienen un incremento anual promedio en altura de 2,02 m. Tres años después de la siembra, las alturas variaron entre 1,4 y 11,1 m, con un promedio de 7,8 m. La macrofauna del suelo bajo las copas de estos árboles, aumenta a ojos vistas, probablemente como resultado de la sombra y la hojarasca que proporciona esta especie fijadora de nitrógeno.

Plagas y enfermedades

Desconocidas.

Usos

En años recientes, las autoridades ambientales del Piedemonte Orinocense de Colombia han expresado su preocupación por la sobreexplotación de las poblaciones naturales del yopo peludo o falso yopo, un árbol endémico de esta región. La extracción excesiva de la madera de esta especie se debe a que es la preferida por los llaneros para la preparación del plato típico conocido como "mamona" o "ternera a la llanera". Incluso se ha propuesto la posibilidad de promover la sustitución de esta fuente de leña por eucalipto cultivado. En 2024 la especie fue incluida en la luista de especies amenazadas en Colombia con la Resolución 0126 de 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible[21].

El yopo peludo ofrece múltiples ventajas como árbol de sombrío en los sistemas silvopastoriles de diferentes regiones de Colombia:

- Su crecimiento es rápido.
- Se aclimata y se establece con facilidad.
- Se propaga fácilmente a partir de semillas.
- Se adapta a suelos ácidos, poco profundos, con grandes piedras y con deficiencias de nitrógeno, fósforo, calcio y magnesio.
- Tiene una notable capacidad para acelerar la recuperación de los suelos degradados y compactados.
- Las plántulas y árboles jóvenes rebrotan rápidamente cuando son ramoneados por el ganado y tardan pocos años en crecer por encima del nivel en que son vulnerables al consumo de los animales en el potrero.

Además de ser muy apreciado por su valor dendroenergético como fuente de leña y carbón vegetal, el yopo peludo es útil en cercas vivas, barreras rompevientos, como árbol disperso en potreros, árbol cultivado en líneas en sistemas silvopastoriles y agroforestales, como especie ornamental y en la protección de cuencas (Calle & Murgueitio, 2020)

21 https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-0126-de-2024/

25. *Moquilea pyrifolia* – Merecure

Caracterización ecológica

Antes conocido como *Licania pyrifolia*, el merecure es un árbol de 10 m de altura y 45 cm de diámetro de fuste. Follaje verde claro, copa amplia. Hojas simples, alternas, dísticas, elípticas de 11x5 cm. Las flores son dispuestas en panículas, frutos: son oblongos, drupáceos, de carnosidad anaranjada, con un olor característico.

Origen y distribución natural.

Crece como árbol cultivado y silvestre en el andén orinoqués.

Fenología

El árbol suele florecer en los últimos meses del año o en enero. Los frutos están maduros en abril o mayo.

Tipo y capacidad de propagación.

Por semilla, de la cual hay unas 50-80 por kilogramo. Se recomienda quitarle a la semilla la cubierta fibrosa antes de la siembra. Las semillas frescas germinan vigorosamente y la planta está lista para ir a campo a los tres meses.

Preparación del terreno

Suelos arenosos y bien drenados, no resiste zonas inundables, pero crece bien incluso en suelos muy poco fértiles.

Técnicas de plantación y mantenimiento

El merecure es un árbol de copa ancha. Si se siembra para fruta se pueden hacer lotes de 240 árboles por hectárea.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

El merecure es un árbol de crecimiento lento. Se reportan diámetros de ocho centímetros y alturas de cinco metros a los seis años. Asimismo, el árbol no da su primera cosecha antes de los diez años.

Plagas y enfermedades.

Es de las pocas especies que son casi inmunes al ataque de las hormigas cortahojas o bachacos (*Atta sp.)* y no atacadas por el venado (*Odocoileus cariacou*).

Usos

Es maderable, se utiliza para horcones y columnas de construcción. El fruto se utiliza como laxante suave; se consume también el fruto troceado y mezclado con leche. Este árbol es frecuentemente cultivado en las poblaciones adyacentes al rio Meta (Acero, 2005)

Los frutos de *Licania pyrifolia*, constituyen las mejores fuentes de alimentación alternativa para los rumiantes debido a los bajos o moderados contenidos totales de metabolitos secundarios en su biomasa y además presentan excelentes valores de degradabilidad in vitro de la materia seca.(Pizzani et al., 2006). Es una buena opción para sistemas silvopastoriles.

El fruto es consumido por mamíferos grandes como las dantas (*Tapirus terrestris*) y los cafuches (*Tayassu pecari*) y sainos (*Tayassu tacaju*), los paujiles (*Mitu tomentosum*) y muchos otros animales.

En esta especie se han encontrado compuestos flavonoides antioxidantes y molusquicidas (Braca et al., 2003)

26. *Parahancornia oblonga* – Salivón

Caracterización ecológica

Arbol con la corteza externa agrietada. Corteza viva con exudado blanco, abundante y viscoso. Hojas simples, opuestas decusadas, oblongo-lanceoladas, de 14x5 cm. Flores blancas, terminales en cimas. Fruto en baya globosa de 12 cm de diámetro, madura de verde amarillento a morado.

Origen y distribución natural.

Crece en bosque de galería en áreas de rebalse, aunque puede crecer en sabanas abiertas donde el fuego no sea frecuente.

Fenología

La especie florece en marzo. Los frutos maduros suelen estar disponibles en julio, cuando cambian de su color amarillento a púrpura.

Tipo y capacidad de propagación.

Por semilla, habiendo unas 2000 a 3000 por kilo. La semilla sólo debe extraerse de frutos maduros y debe limpiarse bien de toda la pulpa antes de sembrarse. Germina fácilmente, pero no puede almacenarse mucho tiempo, pues rápidamente pierde la viabilidad.

Preparación del terreno

Como esta especie medra en lugares inundables, donde el suelo puede permanecer demasiado blando para introducir maquinaria durante buena parte del año, puede plantarse con palín sin necesidad de subsolar.

En sabanas altas o bajas puede sembrarse con las mismas prácticas que el eucalipto.

Técnicas de plantación y mantenimiento

La especie es supremamente rústica y compite bien con las malezas. Las hormigas cortahojas no suelen atacarla. El árbol crece naturalmente con un fuste recto, pero si se cultiva para frutos admite las podas para mantenerlo bajo.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

El árbol fructifica precozmente y a los cuatro años ya está lleno de frutos.

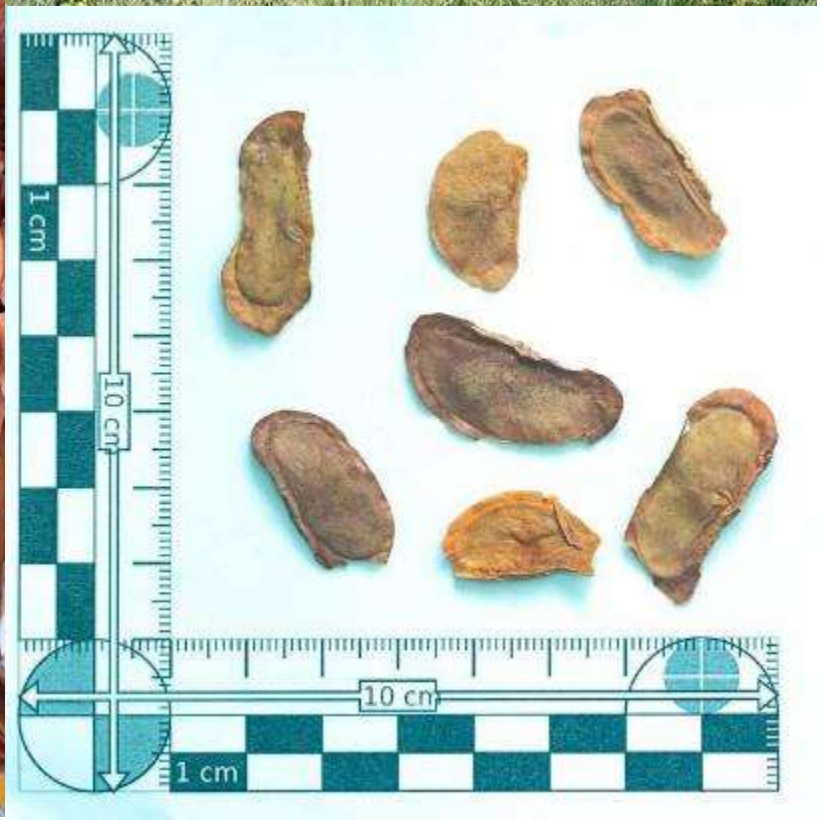
Plagas y enfermedades.

Las avispas suelen atacar los frutos para lamer su látex, con lo que no llegan a madurar y se caen prematuramente.

Usos

El fruto de salivón es comestible y contiene un mucílago dulce de agradable sabor; a la fauna arborícola (monos, ardillas, aves) le gusta tanto que en época de cosecha sólo llega al piso del bosque, ya vacío, el cascarón del fruto.

Al igual que el látex o leche de pendare y del peramán, se usa la exudación del salivón cocida (toma un color negro), para taponar o calafatear las grietas de las embarcaciones, y en heridas y contusiones como bálsamo para acelerar la curación. Este árbol se debe propagar y mejorar para ampliar la oferta en la fruticultura regional.(Acero, 2005). La madera es leve, con una densidad de 0.5 g/cm^3.


1 cm
10 cm
10 cm
1 cm

27. *Platycarpum orinocense* – Chaparro suave, Chaparro gigante

Caracterización ecológica

Árbol que puede alcanzar grandes dimensiones, de hasta 50 cm de diámetro y 20 m de altura en suelos profundos, corteza gris, rugosa, formando segmentos rectangulares. Tallo joven estriado, generalmente dorado-villosos; tricomas simples; ramas teretes o costilladas, algunas veces de color rojizo cuando tiernas. Estípulas intrapeciolares o cónicas y terminales, densamente villosas, deltoides u oblongas, caducas. Hojas opuestas decusadas, 3 ó 4, cortamente pecioladas o subsésiles, vellosidades pálidas a hirsutas con pelos de 2-4 mm de largo ; pecíolo con glándula en forma de arco en la base de la superficie abaxial, Inflorescencia terminal, Fruto cápsula leñosa que se abre en dos valvas desde los lados hacia el centro, de forma oblonga y aplanado dorsoventralmente, de 2-5 cm de largo, con un septo central, base cordada; semillas 2 por lóculo, 4 por fruto.

Vegetativamente este género se reconoce fácilmente por la presencia de las glándulas en la parte adaxial de la base del pecíolo, sin embargo en estado juvenil no son evidentes (Mendoza et al., 2004).

Origen y distribución natural.

En Colombia se encuentran tres especies y tres variedades del género, todas de la Amazonía y Llanos Orientales; por lo general están asociadas a zonas rocosas, riberas de los ríos y sabanas, aunque también se crecen en bosques de tierra firme de suelos arcillosos o arenosos.

Fenología

La especie florece de diciembre a enero. Los primeros frutos maduros se observan en marzo o abril.

Tipo y capacidad de propagación.

Por semillas, habiendo más de 5.000 por kilogramo. Estas son tan delicadas como hostias y se debe tener especial cuidado en no partirlas pues se lastima el embrión.

Preparación del terreno

Esta especie prefiere para su establecimiento afloramientos de laterita o granito donde pueda enraizar y estos afloramientos protejan la raíz de algún incendio local, siendo los medios más favorables para sus

primeras etapas de crecimiento en zonas con fuegos recurrentes.(Castro-Lima & Meza-Elizalde, 2021). Allí empero crece lentamente, pero con gran vigor, pudiendo romper la roca con sus raíces. En suelos arenosos y profundos crece más rápidamente y con un gran desarrollo.

Usos

Restauración de suelos degradados, rocosos y pobres sujetos a incendios.

Fotografía 24. Plántula de *Platycarpum orinocense* en tubete del vivero GenLyptus.

fuente: equipo consultor

1 cm
10 cm
10 cm
1 cm

28. *Robrichia schomburgkii* – Dormidero

Caracterización ecológica

Clasificado antes como *Enterolobium schomburgkii*, este es *un á*rbol con la corteza color gris o café un poco fisurada, Copa extendida de forma aparasolada y follaje oscuro y lustroso. Hojas: Bipinnadas, alternas de 15 cm de largo más de 15 pares de pinnas, con presencia de glándulas, estípulas libres y caducas, ramas jóvenes de color ferrugíneo. Flores: Inflorescencia en cabezuela. Flores de color blanco en umbela axilares. Fruto: En legumbres encorvadas en forma de oreja que maduran de color café, indehiscentes. Semillas aplanadas de color café con leche, de 0.8 cm de largo. No debe confundirse con *Parkia nitida*, al cual también se le dice "dormidero", pero que tiene frutos diferentes, follaje menos oscuro y menos espeso, y corteza más blancuzca.

Origen y distribución natural

Se encuentra en toda la Orinoquia, siendo más frecuente en bosques de galería no inundables.

Fenología

Los frutos tardan bastante en madurar. El árbol suele verse florecido en febrero-marzo y los frutos maduros can al suelo un año después. El árbol no florece todos los años.

Tipo y capacidad de propagación

Por semilla, habiendo unas 1500-2000 por kilogramo. Deben ser escarificadas, para lo cual se recomienda utilizar un cortaúñas fuerte para hacer una incisión lateral en la semilla y así permitir la entrada del agua que inicie la germinación (Fotografía 25).

Fotografía 25. Herramientas para la escarificación del dormidero

Preparación del terreno

fuente: equipo consultor

Análogo a como se hace con el eucalipto.

Técnicas de plantación y mantenimiento

Dada la tendencia del árbol a expandir su copa, se recomienda la plantación a no menos de 1200 árboles por hectárea si se quieren fustes rectos.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

El dormidero es un árbol de crecimiento relativamente rápido. En la Hacienda el Manantial de Puerto López, meta, arbolitos de cinco años han alcanzado los 8 cm de diámetro y 6 m de altura.

Plagas y enfermedades.

Desconocidas.

Usos

Presenta una madera de color claro, la cual se emplea para la fabricación de muebles, aglomerados, cabos de herramienta y palos de escobas, resistente a los barrenadores marinos. Es empleada como cerca viva, con potencial como ornamental para sombrío.

Características físicomecánicas de la madera.

Es una madera marrón pálido a marrón amarillento claro, distinto de la albura de color amarillo pálido. Anillos de crecimiento distintivos, grano invertido u ondulado, textura media a espesa, brillo moderado y olor imperceptible.

La madera del dormidero es pesada, con una densidad seca (12% de humedad) de 750 a 990 kg/m³ y densidad verde de 1200 kg/m³. El secado es muy rápido, mostrando tendencia moderada. a grietas y torceduras severas. Es resistente al ataque de hongos de pudrición y altamente resistente a las termitas(de Souza, 1997)

29. *Simaba orinocensis* – Ciruelo, machaco de agua, simarrú de agua

Caracterización ecológica

Árbol de unos 8 metros de altura, ramas escasas cilíndricas, tronco grueso y rechoncho. Hojas: Compuestas, alternas, con 2-3 foliolos, peciolo de 5 cm de largo, lamina oblongo-elíptica; ápice obtuso, redondeado, a veces submarginado Flores: Inflorescencia en panícula o en pequeños racimos o a veces en flores aisladas, Fruto: Drupáceo, coriáceo, rojizo, oblongo-asimétrico y aplanado, de unos 2,5 cm de largo y 1 cm de ancho

Origen y distribución natural.

En bosques de galería, o en lagunas, siempre cerca del agua.

Fenología.

La especie florece en febrero o marzo. Los frutos están disponibles en el apogeo de la época de lluvias, en mayo o junio.

Tipo y capacidad de propagación.

Por semillas. El fruto se recoge fácilmente flotando en el agua en lagunas o maduro directamente del árbol cuando tiene un tono violáceo. Luego de despulpar el fruto, se siembran inmediatamente. La germinación suele ser baja.

Preparación del terreno

Como esta especie medra en lugares inundables, donde el suelo puede permanecer demasiado blando para introducir maquinaria durante buena parte del año, puede plantarse con palín sin necesidad de subsolar.

Técnicas de plantación y mantenimiento

La especie compite bien con las malezas, pero conviene platear para asegurar un mejor desarrollo. Tiene también una buena forma de fuste, por lo que se podría sembrar a 3x3 m.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

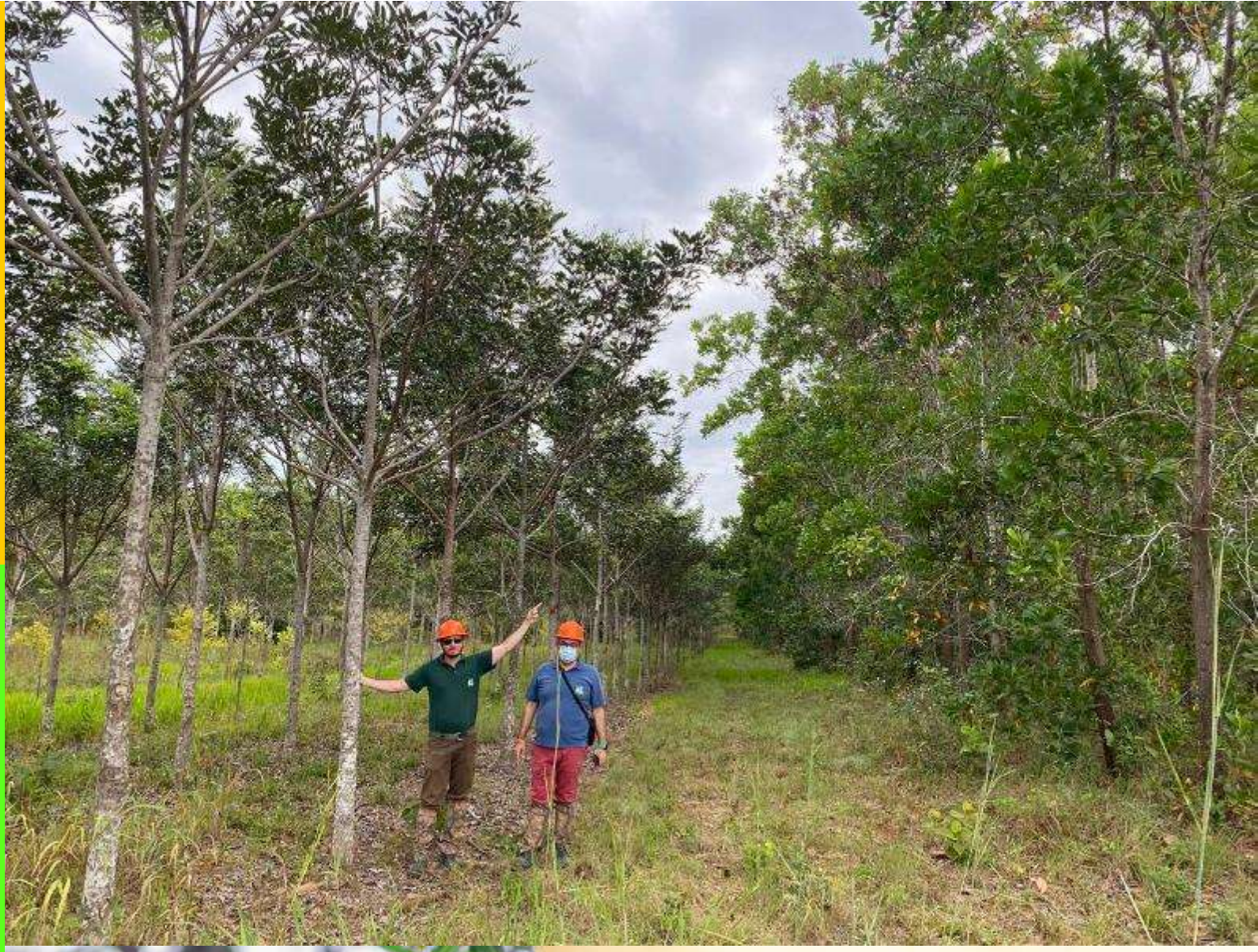
En sitios adecuados de sabanas bajas o inundables, el árbol pude crecer más o menos 1.5 cm de altura por año, y lo mismo en diámetro. El árbol no suele crecer mucho en altura pero puede adquirir diámetros de casi un metro.

Plagas y enfermedades.

También suele ser atacada por la polilla del *Simarouba amara* (*Atteva pustulella*).

Usos

Un compuesto extraído de la raíz de esta especie, la Simalicalactona, ha demostrado tener potentes efectos contra la leishmaniasis, pero como suele suceder en las especies de la familia, debe tener muchos más compuestos bioactivos. El fruto es dulzón y comestible cuando maduro, siendo muy apreciado por peces como el yamú (*Brycon amazonicus*).(Cardona - Granda & Villanueva -Rojas, 2023). Este consumo ha hecho que los pescadores lo utilicen como carnada o cebo de pesca.



1 cm
10 cm
10 cm
1 cm

30. *Simarouba amara* - Machaco, Simarrú

Caracterización ecológica

Es un árbol de fuste recto, ahusado, cilíndrico sin aletones y conicidad pronunciada. En La Orinoquia puede alcanzar alturas de 25 metros o superiores y que puede alcanzar y superar los 50 cm de diámetro. La corte- za externa es de color gris claro, de textura casi lisa a levemente agrietada con fisuras finas verticales, lenti- cular, presenta 4 centímetros de espesor. Corteza interna de color amarillo cremoso, con veteado blancuzco, de textura arenosa y sabor muy amargo, (Oshiro Chinen, 2016).

Sus hojas son paripinnadas y alternas; foliolos enteros, coriáceos, glabros, oblongos, haz verde intensos, lustroso, envés opaco. Posee flores pequeñas, de color verde-amarillentos y en panículas axilares. Frutos: mayormente una, raramente dos drupas agregadas en cada fruto, cada drupa de color rojo oscuro a negro cuando madura.

Origen y distribución natural.

Se encuentra en zonas de suelos arenosos bien drenados. En el llano está ampliamente distribuida y se encuentra asociada con las especies *Jacaranda copaia*, *Bellucia grossularioides*, *Miconia poeppigii y Tapirira guianensis*. Esta es una especie forestal que presenta buen comportamiento en las repoblaciones forestales a campo abierto, no tolera encharcamiento de los suelos y presenta buen comportamiento en suelos donde se presentaban pasturas anteriormente. Su rango altitudinal va desde el nivel del mar a 850 msnm (Vargas Clemente, 2015).

Fenología.

En La Orinoquia la floración ocurre de diciembre a enero con un pico en el mes de enero; la fructificación sucede de diciembre a febrero o incluso marzo. La maduración de frutos y diseminación de semilla ocurre a principios de abril, cuando comienza la época de lluvias.

Tipo y capacidad de propagación

La recolección de la semilla de esta especie se realiza cuando el fruto torna de verde a violeta-negruzco, lo cual anuncia la maduración fisiológica; estos pueden recogerse del suelo para mayor certidumbre de su madurez, sin dejar pasar mucho tiempo luego de la caída para evitar ataques de hongos o insectos; esto puede realizarse con facilidad ya que cuando los frutos caen usualmente es en el cenit del verano. Los frutos poseen un ligero arilo, el cual debe quitarse y lavarse restregando con delicadeza en un cedazo para proce- sar la semilla. El tamaño de ésta es variable, oscilando entre 800 a 1600 semillas por kilogramo. las semillas pierden su viabilidad a los tres meses de almacenamiento, por lo cual son consideradas como recalcitran- tes. Después de recolectados los frutos son transportados en sacos al sitio de procesamiento. Luego son colocados sobre lonas y se secan a la sombra en un lugar ventilado.(CATIE, 2001)

Las semillas limpias pueden remojarse en agua por 24 horas. El porcentaje de germinación es superior al 90% si se utilizan semillas frescamente recolectadas. El sustrato de germinación debe ser bien drenado. Se pueden sembrar semillas en hileras con un espaciamiento de 1 cm y un espacio de 3.75 cm para una densidad de 2464 por m^2. Antes de colocarlas en el germinadero, se realiza el tratamiento pregerminatico que consite en realizar un corte de la testa con un cortauñas en la parte donde se encuentra la radícula, la cual va facilitar el ingreso de humedad y germinación de la semilla(Vargas Clemente, 2015).

Para obtener buenos resultados en vivero, es recomendable sembrar la semilla a distanciamiento de 10 x 10 y 15 x 15 cm entre ellas, a fin de obtener mejor desarrollo de la plántula (Arostegui, 1992). (Universidad de los Andes & Aldana - Petit, 2001).

Las camas germinadoras se realizan elevadas a 64 cm sobre el suelo, con una altura de 20 cm donde se llena el sustrato, un ancho de 100 cm y una longitud de 12 metros. El sustrato utilizado para las camas germinadoras es de arena de rio, el cual se utiliza en un volumen de 1.8 m^3 con una altura de 15 cm para el crecimiento de las raíces. Durante el proceso de germinación se tiene que verificar a las semillas que se encuentran emergiendo, debido a que en algunos casos se elevan y queda un espacio libre entre la semilla y la arena, la cual dificulta el contacto completo de la raíz al sustrato, generando la pérdida de humedad en la plántula afectada.

A las plántulas emergentes se les tiene que realizar una selección de calidad, considerándolas a las que presentan un tallo pequeño por debajo del cotiledón plántulas de mala calidad, ya que ellas presentan un sistema radicular deforme hasta en algunos casos sin raíz principal, este comportamiento se le asigna a semillas pasadas de tiempo o en algunos casos a los cortes de cotiledón durante el tratamiento pregerminativo.(Vargas Clemente, 2015)

Aunque se reporta que un sombreado con malla de polisombra de 25 a 50% es adecuado para las plantas ya trasplantadas, se han obtenido también buenos resultados a plena exposición con tal que el riego sea abundante y oportuno.

Las plántulas germinadas pueden trasplantarse a los contenedores cuando ya hayan desarrollado bien su primer par de hojas al menos. Para ello se recomienda aplicar un riego saturado un día antes a las plántulas y luego estas se extraen con cuidado del sustrato de germinación.

Preparación del terreno.

Es muy importante llevar las plántulas a campo solo cuando la temporada de lluvias esté en su apogeo. En La Orinoquia esto suele suceder a mediados de mayo, cuando ya han caído suficientes aguaceros desde abril, que es cuando suele terminar el verano, para que la tierra permanezca húmeda todo el día hasta una buena profundidad, y cuando la nubosidad y las frecuentes precipitaciones garanticen que la humedad del suelo y atmosférica permanezca alta la mayor parte del tiempo durante varias semanas hasta que la planta desarrolle suficientes raíces para crecer a un ritmo que le permita soportar la temporada seca sobreviniente.

En La Orinoquia las precipitaciones comienzan en abril luego de una larga época seca que comienza en noviembre-diciembre, y alcanzan su mayor intensidad en julio. En agosto hay algunas semanas de menores precipitaciones, conocidas localmente como “veranillo” y se reanudan en septiembre y octubre, para disminuir drásticamente desde entonces.

Técnicas de plantación y mantenimiento

Los mejores resultados de sobrevivencia y crecimiento en diámetro y altura se obtienen con plantación en bola de tierra y a campo abierto por ser una especie heliófila; no obstante, puede usarse en enriquecimiento de plantaciones de *Acacia mangium* pero los resultados de crecimiento son menores que a campo abierto

Fotografía 26. Plantacion de *Simarouba amara* en Puerto López, meta, a los cuatro años de edad

fuente: Hacienda el Manantial

debido a las exigencias de luz para su desarrollo.

En la región de la Orinoquia se ha plantado a 1111 árboles por hectárea (espaciamiento de 3 × 3 m, Fotografía 26), en sistemas agroforestales se ha sembrado en una combinación con frutales o café a espaciamientos habituales de 6 m × 6 m a 8 × 8 m.

Debido a que el establecimiento de las plantaciones forestales se deben realizar en periodos con presencia de precipitación para disminuir el shock post-plantación de los plantones, se debe tener precisión en las fechas para la preparación del terreno que frecuentemente debe ser un mes antes de la plantación propiamente dicha.

Las labores de limpieza en plantaciones durante el primer año se realiza en periodos de cada tres meses, en la cual se corta la vegetación existente con la finalidad que no compita con las planta establecidas. La limpieza en plantaciones con más de tres años desde el establecimiento se realiza en periodos de cada seis meses, para lo cual se emplea el machete cortando los arbustos a una altura entre 10 a 20 cm desde el suelo, se realiza un corte de las lianas en la parte basal del árbol y en los bordes de la plantación se realiza la limpieza hasta dos metros desde la última planta.

Uno de los aspectos considerados es que se debe tener cuidado al realizar el corte de la vegetación competidora (malezas) en las plantaciones, debido a que una mala práctica de esta, ocasionan cortes en la parte basal del fuste, la cual puede generar rebrotes cercanas a las partes del fuste donde fue ocasionado el daño.

La poda se realiza en periodos anuales, siendo en el primer año la poda de las ramas laterales debido a que

las plantas presentan hojas en el tallo principal. El primer grupo de ramas empieza a formarse a 1.5 metros de altura desde la base del suelo, la cual esta constituido por cuatro ramas principalmente y abarca una longitud entre 15 y 30 cm del fuste, el diámetro de las ramas para podar deben presentar entre 1-2 cm de diámetro para disminuir el tiempo de cicatrización de las heridas generadas por el corte de la rama. Cuando la poda se realiza de manera inoportuna con mayor diámetro de las ramas, las heridas tardan en cicatrizar, se forman nuevos rebrotes cercanos a las heridas generadas y en algunos casos se acondicionan para la formación de nidos de hormigas; los nuevos brotes que se generan a causa de la poda de ramas gruesas va involucrar otros momentos de poda y esto va incurrir en mayor presupuesto por una actividad que no estuvo planificada. La poda tardía genera madera con mala calidad a causa de los nudos y parte de la rama que queda incrustada en el fuste del árbol con células muertas (madera seca) (Vargas Clemente, 2015)

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta.

Los diámetros del crecimiento promedio registrado es alto, de 16 a 23 cm a los 9 a 18 años y altura 17 a 20 metros en ese periodo. Es recomendable la plantación en terrazas altas con suelos aluviales, de tipos franco arenosos y mayormente planos. En Puerto López, Meta, plantaciones de cinco años tenían en promedio 12 cm de diámetro y 8.5 m de altura a los cinco años. Plantaciones en Guyana de 29 años con 800 árboles por hectárea alcanzaron una media de 25 cm de diámetro y 23 m de altura (Nicolini & Morel, 2016).

Plagas y enfermedades.

Ofrecen resistencia a los ataques de insectos gracias a las sustancias amargas contenidas en la corteza. Es muy susceptible al ataque de taladradores marinos (Longwood 1962 y Mayorca 1973 citados por Hoeger, 1994). (Universidad de los Andes & Aldana - Petit, 2001). Por su alta susceptibilidad al ataque de agentes biológicos, las trozas deben recibir un acondicionamiento y tratamiento preventivo tanto en el bosque como en el aserradero. En los llanos existe la "polilla del machaco" (Fotografía 27), muy específica a *Simarouba amara*. Debido al pequeño tamaño de la larva (1 cm) puede pasar desapercibida antes de que haga mucho daño incluso en el vivero. Se trata de *Atteva pustulella*, pequeña y vistosa polilla (1 cm) cuyas larvas atacan al machaco. Las orugas de esta especie viven en grupos y enrollan las hojas del árbol con hilos de seda que ellas mismas producen. El árbol atacado se ve desde lejos por tener bolsas y enredos de hojas secas llenas de basurita (el estiércol de los gusanitos) amarrados con seda. Pueden incluso comerse la corteza. Los gusanos son muy ágiles y cuando se ven molestados se esconden en las profundidades de los enredos que hacen; si se les sigue molestando, pueden llegar a tirarse de la rama colgando de un hilo, desde donde luego se encaraman de nuevo al arbolito cuando el peligro ha pasado.

Fotografía 27. La polilla (*Atteva pustulella*) del Machaco (*Simarouba amara*) y arbolito afectado

fuente: equipo consultor

Usos

La madera es apta para fabricación de muebles ligeros que no soporten grandes esfuerzos ni pesos. Es excelente para molduras, almas de muebles y paneles, cajonería, muebles pintados, gavetas, revestimientos, tacones de zapatos, instrumentos musicales (teclas de piano y piezas de órganos), madera contrachapada, falsos techos, pulpa para papel, palos de fósforos, palos para chupetes y baja lenguas, así como para partes y piezas para embalajes ligeros como cajas de espárragos y juguetes. (Oshiro Chinen, 2016).

El árbol es muy apreciado por su madera fácil de trabajar, utilizada para muebles finos, como madera artesanal y para la fabricación de instrumentos musicales. La madera es resistente a las termitas y los extractos de hojas y madera se han utilizado para fabricar insecticidas caseros. El árbol también ocupa un lugar destacado en la preparación de muchas medicinas tradicionales. Combinado con sus otras características, el Simarrú goza de interés folclórico y, a veces, se planta como árbol ornamental en áreas abiertas. En la cuenca del río Orinoco se ha utilizado para la fabricación de puertas y ventanas y para la construcción de vigas y viguetas. Actualmente se la comercializa como "cedro blanco", junto con la madera del pavito, superficialmente muy similar.

Los frutos son alimento importante para las aves, La infusión de la corteza es tomada como febrífugo y para combatir la tos, pero debe tomarse en concentraciones bajas, porque puede ser tóxico. A los frutos se les atribuyen también propiedades medicinales para contrarrestar dolor de oído. Ha sido empleado como digestivo por sus cualidades como tónico amargo, también es un sedante natural, empleado en casos de cólicos y espasmos abdominales. La corteza ha sido empleada como vermífugo y para combatir la anemia. Industrial: De las semillas se extrae un aceite que es empleado en la fabricación de jabones. El árbol por su copa amplia y por su verde follaje perenne tiene potencial como ornamental, en la isla de providencia se le conoce como *school tree*. Los frutos se pueden consumir en sal. (López Camacho et al., 2014)

Características físicomecánicas de la madera.

Color: Albura blanco cremoso, duramen amarillo pálido verdoso Grano: Recto Textura: Mediana uniforme Brillo: Medio a brillante Veteado: Suave, jaspeado claro Olor: No distintivo Sabor: Amargo(Oshiro Chinen, 2016).

La madera tiene un color blanco cremoso homogéneo, brillante, los grandes vasos (0,2 –0,3 mm) forman líneas amarillas, bem visível ao sul do madera cepillada. El tejido bastante fino brilla en el cuarto. Frecuencia Suficiente, bandas tangenciales de canales traumáticos dejan exudar una secreción amarilla progresivamente a marrón(CIRAD, 2003)

La madera de Simarouba no es resistente a los hongos de pudrición, además es muy sensible a hongos responsables de las manchas azules y las rozaduras. Por otro lado, bajo las condiciones de las clases de riesgo 1, 2 y 3A (no expuesto), es resistente a los insectos de madera seca y desagradable (no atractivo) para termitas

La madera es liviana, su densidad es 0,369 gr/cm3 a 12% de contenido de humedad (Vilela 1969 citado por Hoeger, 1994). Se utiliza como pulpa de propiedades aceptables.

Por su densidad moderada y facilidad de trabajar es utilizada para revestimiento de cajas, cajones y todo tipo de construcciones para interiores . En Estados Unidos ha sido utilizada para cañones de órganos, teclas de piano y plantillas para modelos. También ha sido usada para chapas y contrachapado, artículos del hogar, juguetes e instrumentos musicales (Longwood 1962 citado por Hoeger, 1994) (Universidad de los Andes & Aldana - Petit, 2001).

Mercados

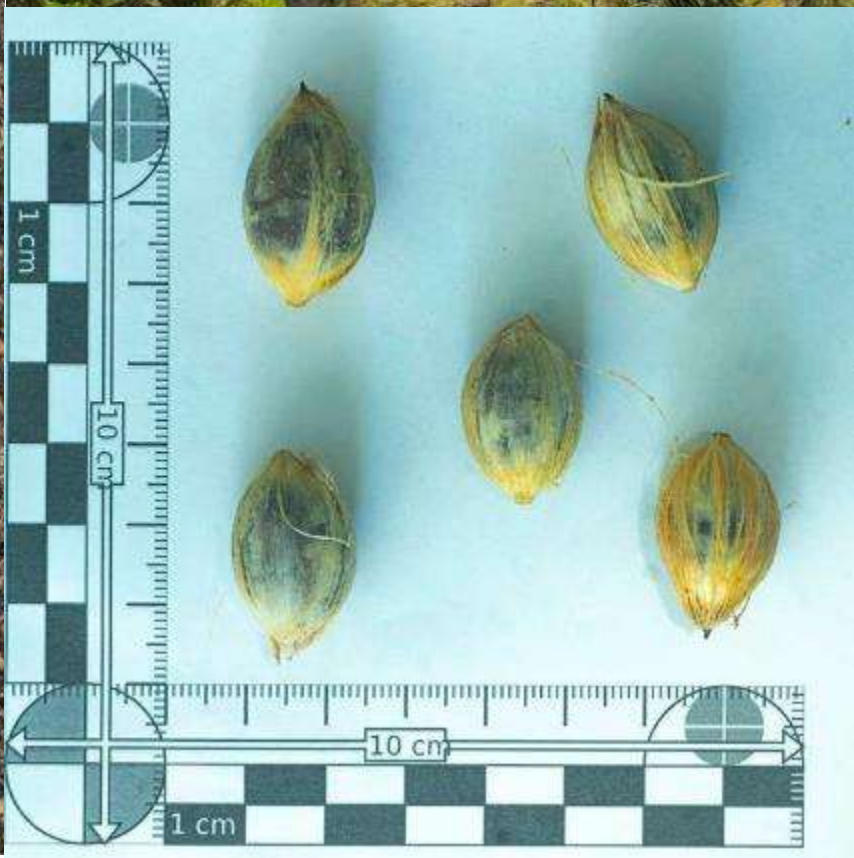
La principal limitación operativa de esta esencia es el tiempo. De hecho, para evitar la degradación del tronco y la aparición de manchas azules en el cortes, el tiempo entre la tala, el aserrado y el almacenamiento de las piezas canteadas bajo cubierta debe ser lo más breve posible.

Simarouba es una madera blanca y blanda con una hermosa apariencia que se puede usar sin tratamiento en muebles y carpintería interior, sin contacto con una fuente permanente de humedad. Para otros usos más expuestos clase de (riesgo 3B y 4) debe tratarse imperativamente en autoclave. (CIRAD, 2003)

Teniendo en cuenta la resolución No. PS-GJ.1.2.6.22. 0561 del 03 de junio de 2021[22], esta especie se cataloga como **madera fina,** por la cual se catalogó según la revisión de informes presentados por las industrias para la apertura de sus libros de operaciones y conforme a las visitas realizadas a las industrias, soportes – Salvoconductos, Remisión ICA y Facturas – presentadas por estas, con un precio de $ 924,837/m³.

Actualmente se comercializan piezas de *Jacaranda copaia* o de *Simarouba amara* con el nombre de "cedro blanco" en Bogotá en listones o bastidores de 7×3 cm × 2.5 m (0.00525 m³) a 47000, con lo que un m³ de esta madera vendida así superaría los 8.9 millones de pesos.

22 "*Por medio de la cual se acoge el concepto técnico N º. PM-GA 3.44.21.2668 de fecha 23 de agosto de 2021 y se fijan los precios comerciales de la madera aserrada para imposición de sanciones y valoración económica de productos maderables de flora silvestre decomisados y dejados a disposición de la corporación para el desarrollo sostenible del área de manejo especial la macarena "CORMACARENA", en el departamento del meta*."


1 cm
10 cm
10 cm
1 cm

31. *Syagrus orinocensis* – Churruvay

Caracterización ecológica

Tallo solitario, hasta 10 m de alto y 6-10 cm de diámetro, de color café claro. Hojas 11-20, formando una corona esférica; vaina con márgenes muy fibrosas; Inflorescencia con pedúnculo ca. 1 m de largo, con raquis hasta de 26 cm de largo, flores en grupos de tres una central femenina y dos laterales masculinas, Flores blanco-amarillentas. Frutos elipsoides, 2-3.5 cm de largo y 1-2.5 cm de diámetro, amarillos en la madurez, con mesocarpo carnoso, amarillo.

Origen y distribución natural.

Bosques de galería de los Llanos Orientales y afloramientos rocosos de la Guayana, desde Vichada hasta Guainía, Meta, Guaviare y el norte de Amazonas en el Río Caquetá, cerca de Araracuara. Hasta 600 m de elevación. Crece en bosques densos y en áreas de sabana.

Fenología.

Esta especie presenta flores y frutos a lo largo del año, pero con mayor fructificación madura en los meses de marzo a junio.

Tipo y capacidad de propagación

Por semillas, habiendo unas 100 por kilogramo. La especie es conocida por tardar para germinar si no se aplican tratamientos. Estos consisten en escarificación, que pueden ser lijar un lado de la semilla para permitir la entrada del agua. No obstante, la técnica del destapado o *de-lidding* ha funcionado bien para reducir el tiempo de germinación de años a semanas: Consiste en pelar la semilla hasta destapar los tres ojos del coco y perforar uno de ellos con una lezna, sin llegar a lesionar el embrión. Luego se deja en agua por varios días, tras lo cual se rocía el orificio realizado con un fungicida tópico y se siembra.

Preparación del terreno

La especie se adapta bien a sitios de sabanas arenosas altas.

Técnicas de plantación y mantenimiento

Esta especie es de las más adecuadas para sembrar en nucleación aplicada, combinada con chaparro (*Curatella americana*), Alcornoco (*Bowdichia virgilioides*), simarrú (*Simarouba amara*), tuno (*Miconia rubiginosa*) entre otros.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

Esta es una palma que a plena exposición solar puede crecer rápidamente, logrando crecimientos en altura de 2.5 m en cuatro años, tiempo en el cual ya ha salido el estípite de la tierra y el crecimiento se acelera al poseer más área foliar.

Fotografía 28. Palma de churruvay a los cinco años de sembrada, Puerto López, Meta

fuente: Hacienda el Manantial

Plagas y enfermedades

Desconocidas.

Usos

Los tallos se usan en la construcción de casas, y esporádicamente para hacer arcos. Las hojas se usan ocasionalmente para techar las viviendas, y pueden durar hasta 15 años. El mesocarpo tiene sabor agradable. Las semillas son comestibles, de sabor semejante al del coco. Todo el fruto se usa para alimentar cerdo.

La palma churruvay es la especie más utilizada para la elaboración de los arcos, que las etnias indígenas del Orinoco emplean en labores de caza o pesca. Los arcos son tallados a partir de los delgados estípites de la palma. Esta especie, por la belleza de su porte, puede emplearse con éxito en el ornato de parques, separadores viales y con buenas posibilidades como palma de interior. Los frutos y semillas son consumidos por roedores de la fauna silvestre, por lo que conviene incluirla en programas de restauración de sabanas.

1 cm
10 cm
10 cm
1 cm

1 cm
10 cm
10 cm
1 cm

32. *Terminalia amazonia* – Macano, Mosco, *Buchenavia tetraphylla* y *Buchenavia viridiflora* – Macano de rebalse, mosco de rebalse

Debido a la similaridad en estas especies, no solo en la apariencia externa sino en su manejo, se agrupan acá en una sola ficha.

Caracterización ecológica

Terminalia amazonia es una especie arbórea monoica que alcanza alturas de hasta 70 m en los bosques amazónicos y centroamericanos y un diámetro de 1 a 3 m. El fuste es bastante recto, asimétrico y con frecuencia acanalado en el tercio basal, con gambas delgadas. Al inicio las ramas crecen horizontalmente y progresivamente el ápice asume la posición vertical.

La corteza es delgada (1 cm de espesor), de color pardo grisáceo o amarillo grisáceo en el exterior y amarillo verdoso o pardo-amarillento en el interior, de textura fibrosa y sabor amargo. Las hojas son simples de tamaño pequeño (8 – 9 cm de largo), de color verde oscuro, brillantes en el haz y verde claro y opaco en el envés; las inflorescencias son racimos con numerosas flores producidas en febrero, de color amarillo, se originan en las axilas de los numerosos tallos cortos arrosetados. Los frutos son secos, pequeños, de unos 2 cm de ancho, muy abundantes y en forma de mariposa con 2 alas grandes y 2 pequeñas, la parte central pubescente, de color amarillo a dorado (M. Montero & Kanninen, 2005)

Buchenavia tetraphylla es exteriormente muy similar a *Terminalia amazonia*. Puede alcanzar entre 25 y 30 m de altura y de 0.6 a 1.3 m de diámetro. Su fuste es recto, posee una copa amplia formada por unas cuantas ramas distribuidas por estratos y en posición prácticamente horizontal. Su follaje es poco denso. Las hojas son simples, alternas, de forma espatulada, de color verde amarillento cuando nuevas, tornándose rojas antes de caer. Miden de 5 a 7 cm de largo y entre 2 y 3 cm de ancho. Las flores son numerosas, pequeñas, de color verdoso y sin pétalos. Se disponen en espigas de 1.3 a 2.0 cm de largo, las cuales pasan desapercibidas entre el follaje. Las abejas melíferas son los polinizadores que más las frecuentan. El fruto, a diferencia de *Terminalia*, es una drupa elipsoide de 2.0 a 2.5 cm de ancho por 1.2 cm de diámetro, de color verde con algunos puntos blancos.

Fotografía 29. Diferencia entre las hojas de *Terminalia amazonia* (izq.) y *Buchenavia tetraphylla* (der.)

fuente: equipo consultor

Al madurar los frutos se vuelven amarillentos. Contiene una sola semilla grande cubierta por una pulpa amarga.

Origen y distribución natural.

En los llanos orientales es común en el piedemonte llanero y en bosques de galería. Se encuentra distribuida generalmente en altitudes desde los 40 a 1200 msnm, con precipitaciones de 2500 a 3000 mm y temperaturas superiores a 28°C. Crece bien en suelos rojos o amarillos, lateríticos profundos derivados de materiales aluviales o ígneos, ácidos y poco fértiles, incluso con inundaciones periódicas.

Fenología.

Los árboles semilleros deben seleccionarse por su buena forma y vigor. Los frutos deben estar bien maduros, pardos, pues las semillas de frutos inmaduros, de color verde, no germinan. Una vez recolectados, los frutos se transportan en sacos de tela a un lugar techado, donde se extienden sobre lonas; durante dos días se secan al sol por periodos de 3 a 4 horas. Las semillas se frotan en zarandas para que desprendan las alas. Las semillas son ortodoxas y deben almacenarse en recipientes herméticos a 4°C, con un contenido de humedad de 6 a 8%, la época de recolección de semillas se extiende desde febrero a abril, con variaciones regionales. (M. Montero & Kanninen, 2005)

La semilla puede colectarse directamente del suelo; sin embargo, es recomendable escalar el árbol para recolectar los frutos, ya que recogerlos del suelo es muy lento y los frutos caídos son atacados por insectos. La producción varía de 4,6 a 6,0 kg de semillas por árbol. La semilla tiene un contenido de humedad inicial de 18 a 20%. Se han reportado de 120.000 a 140.000 semillas por kilogramo, con una germinación de hasta 30%. La pureza varía de 85 a 90%. La germinación es epigea, se inicia a los 69 días de sembrada y termina a los 89 días (ACEN 1992, Nichols y González 1992, Flores 1994, CATIE 1997).(M. Montero & Kanninen,

2005). En la Orinoquia la semilla madura está disponible en febrero y marzo.

La semilla de *Buchenavia tetraphylla* es elíptica, acanalada, de consistencia fibrosa y de color crema. Las dimensiones promedias de ésta son de 14.7 mm de diámetro y 16.4 mm de longitud. Un kilogramo contiene entre 760 y 1428 semillas. (Corantioquia, 2011). La semilla madura está disponible usualmente en febrero.

Tipo y capacidad de propagación.

Las semillas de *Terminalia* son pequeñas (40.000 por kilogramo), y pueden sembrarse en cajas con arena, camas de invernadero o en bancales, con sombra moderada y humedad constante. Las plántulas se transplantan a bolsas plásticas cuando aparece el primer par de hojas (aproximadamente de 1 a 2 semanas) y se colocan bajo sombra moderada durante 2 a 3 semanas. Las plántulas están listas para ser llevadas al sitio definitivo después de 8 a 12 meses (30 y 40 cm de altura) (Fig. 7); sin embargo, la resistencia de la especie permite plantar arbolitos de 10 cm de altura en época de lluvia y obtener una supervivencia aceptable.

Si la planta se ha desarrollado mucho, es conveniente realizar una poda de raíz y eliminar parte del follaje (un 50% en ambos casos). En bancales, es mejor practicar dos podas de raíz: una cuando la plántula alcanza 20 cm de altura y la segunda un mes antes del trasplante. La plántula se transporta al campo con pan de tierra (Flores 1994, CATIE 1997).

T. amazonia permite manejar la regeneración natural, ya que se regenera bien en pastizales cuando hay remanente de árboles adultos, y con el paso de los años puede formar rodales puros. En sitios donde hay árboles semilleros y pastos abandonados, se puede preparar la tierra con una limpieza, dejando un sustrato que tenga las condiciones adecuadas (humedad, luz, temperatura, etc.) para propiciar la germinación de la semilla (OTS 1991 citado por Prado 1991, Flores 1994).(M. Montero & Kanninen, 2005).

Buchenavia tetraphylla tiene una semilla dura, que se beneficia de escarificación por limado. Si la semilla se recoge fresca germina fácilmente. Se obtienen unas 500 semillas por kilogramo.

Preparación del terreno

El crecimiento es óptimo en sabanas bajas, con suelos arcillosos a francos, con pH de 4 a 7 (ácido a neutro); también se desarrolla en suelos arcillosos o pobres y arenosos, ácidos y altamente tóxicos en aluminio (Hall et al., 2016).

La mayoría de las áreas dedicadas al cultivo de árboles han sido sobrepastoreadas, por lo que tienen problemas de compactación y drenaje. La forma más práctica de contrarrestar esa situación es hacer hoyos anchos y profundos; por ejemplo: 30 x 30 x 30 cm y plantar el árbol al centro. La preparación del suelo debe incluir: 1) eliminación mecánica, manual o química de malezas; en casos extremos se puede recurrir a quemas controladas; 2) trazado de líneas de plantación a favor de la pendiente del terreno; 3) apertura de hoyos de 20 cm de diámetro y 25 cm de profundidad en sitios no compactados. (M. Montero & Kanninen, 2005).

Técnicas de plantación y mantenimiento

El espaciamiento adecuado entre árboles depende de los objetivos productivos de la plantación; asimismo, el espaciamiento inicial podría influir en el tiempo de espera para la cosecha. En asocio con cultivos anuales o perennes, la distancia entre árboles aumenta considerablemente; por ejemplo, cuando se asocia con café, *T. amazonia* se planta a 4 x 4 m (625 árboles/ha). En hileras a orillas de callejones internos en las fincas, o en cercas se puede plantar a 2,0 – 2,5 m entre árboles en hileras simples y 2,5 – 3,0 m entre hileras.

En plantaciones puras, el espaciamiento inicial varía desde 2 x 2 m hasta 3 x 3 m en la zona sur de Costa

Rica, mientras que en la zona norte se utilizan espaciamientos de 3 x 3 m y 4 x 4 m en bloques puros . En ambas zonas, las plantaciones están destinadas a la producción de madera para aserrío (Prado 1991, Flores 1994, Nichols 1994, Díaz 1995). En un ensayo de espaciamientos en la zona sur de Costa Rica, Montero y Kanninen (2002) encontraron que a la edad de 11 años, los espaciamientos con mejores resultados en términos de diámetro y altura fueron 2,5 x 2,5 m y 3 x 3 m; sin embargo, el análisis de volumen total por hectárea en el tratamiento 2,5 x 2,5 m fue superior a los demás espaciamientos.

Si la especie se planta en forma aislada, el árbol se ramifica antes de los 5 m de altura, lo que reduce considerablemente su potencial de producir madera para aserrío (M. Montero & Kanninen, 2005).

La plantación en el campo debe hacerse cuando el período lluvioso se ha normalizado; con esto se pretende que las plantas estén debidamente adaptadas al campo para cuando llegue el siguiente período seco. La calidad del material de vivero es un aspecto fundamental para asegurar el éxito de la plantación. Debe cuidarse que las plantas estén sanas, vigorosas y sin defectos (raíces o tallos torcidos y bifurcados) ni quebraduras. Las plantas se deben transportar adecuadamente para evitar el maltrato y la desecación.

T. amazonia presenta un crecimiento inicial rápido, es muy susceptible a la competencia de malezas durante los primeros meses de establecimiento, por lo que debe realizarse una buena limpia inicial del terreno y dos a tres chapeas en el transcurso del primer y segundo año.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

Como recomendación general en cuanto a raleos, podría pensarse en turnos de 20 a 25 años y 180 a 250 árboles para la cosecha final. Un manejo oportuno es efectuar un primer raleo entre los años 3 y 5, considerando la extracción del 50% de los árboles existentes, un segundo raleo entre los años 8 y 10, para extraer el 33% de los árboles remanentes y otro igual entre los años 12 y 15.

La especie presenta ramas que forman varios estratos horizontales (ramificación simpodial) pero se caen después de los primeros años de crecimiento inicial; en árboles maduros, la copa es plana. A los dos años del establecimiento de la plantación, las ramas bajas tienen la capacidad de suprimir la maleza, por lo tanto, no se deben podar hasta después de este período, como medida para producir madera limpia y obtener un producto de mejor calidad.

La evaluación del incremento medio anual y el incremento corriente anual en diámetro indican que los raleos se deben efectuar entre el año 8 y 10, para mantener incrementos superiores a 1,5 cm. La especie no responde a raleos tardíos; después de los diez años los incrementos pueden ser inferiores a 1,0 cm, lo que volvería antieconómico el manejo (M. Montero & Kanninen, 2005). Sin embargo es recomendable tener presente que la poda podría traer problemas de enfermedades y plagas.

En Puerto López, Meta, Hacienda El Manantial, plantaciones con un espaciamiento inicial de 3x3 m y raleadas a los cuatro años a 800 árboles por hectárea tenían a los siete años 16 cm de diámetro y 15 m de altura. En el Guaviare, estación experimental El Trueno, las plantaciones de esta especie alcanzaron 26 cm de diámetro en promedio a los 26 años de edad (Giraldo Benavides et al., 2013).

Plagas y enfermedades.

Algunas plantaciones puras de *Terminalia amazonia* presentan problemas de plagas durante las primeras etapas de desarrollo; principalmente el barrenador *Cosula sp*. El ataque puede ocasionar grandes deformaciones, lo que reduce la calidad y rendimiento de la madera. En plantación pura donde se poden los árboles el resultado suele ser un ataque masivo del barrenador en todos los árboles podados, mientras que los árboles sin poda no suelen ser atacados, fenómeno observado en Puerto López, Meta. También es frecuente encontrar problemas de "gomosis" provocada por un virus, la cual causa debilitamiento del árbol y hasta

su muerte. Si se poda un árbol atacado por este virus se puede dar una propagación masiva al resto de los árboles.

Por su capacidad de autopoda, no es necesario –ni conveniente – podar los árboles de *T. amazonia*. Es mejor plantar con espaciamientos estrechos de al menos 1200 árboles por hectárea y manejar la poda natural, que manejar una plaga en toda la plantación, aunque hacen falta más estudios.

Informes de índices de sitio.

El crecimiento en diámetro y altura desde uno hasta 12 años de edad está documentado en costa rica y es muy similar en todas las regiones de ese país. Estas plantaciones fueron evaluadas para determinar los incrementos medios anuales (IMA), los cuales se clasificaron por índice de sitio (IS) con el modelo de Montero y Kanninen (2005). Los sitios clasificados con crecimiento bajo (IS = 9) alcanzan incrementos mínimos en diámetro de 0,2 a 1,8 cm/año y en altura de 0,3 a 1,3 m/año; en promedio 1,0 cm/año en diámetro y 0,7 m/año en altura para estas condiciones de sitio.

En sitios medios (IS = 17), los incrementos medios anuales en diámetro y altura de T. amazonia son de 0,5 a 3,1 cm/año y de 0,4 a 2,4 m/año, con un promedio de 1,6 cm/año y 1,3 m/año para cada variable respectivamente.

Bajo estas condiciones, la especie evidencia más su tendencia a disminuir el incremento medio en las dos variables con respecto a la edad; se nota una disminución a partir de los ocho años / (M. Montero & Kanninen, 2005).

Usos

Usos no maderables: Ornamental: Presenta potencial como ornamental para parques y avenidas. Medicinal: En Ecuador la corteza se usa para tratar quemaduras. Industrial: La corteza contiene taninos por lo cual es empleada para curtir pieles. Tiene gran potencial como planta melífera. Usos maderables: Por su madera pesada es bastante empleada para estructuras, carpintería, ebanistería, carrocerías, puentes, mangos para herramientas, vigas, durmientes, pisos industriales, para chapas decorativas, parquet, tornería y construcciones exteriores.

Características físicomecánicas de la madera.

Características macroscópicas: La albura en la madera verde es de color amarillo grisáceo claro, y anaranjado o amarillento cuando está seca; el duramen verde es un poco más oscuro, y cuando seca adquiere una tonalidad amarillo rojizo Expuesta al aire o la luz, la madera se oxida rápidamente. En verde, los anillos de crecimiento son visibles, pero pierden definición al secarse la madera. El inicio del anillo esta constituido por bandas de parénquima inicial, angostas o de mediano grosor, carentes de vasos. Hay un promedio de 2 anillos/cm. Es frecuente la presencia de anillos falsos en el duramen, en forma de vetas irregulares de color rojizo, muy conspicuos en el plano radial. La madera tiene un peso específico de 0,58 a 0,70, por lo que se considera pesada o muy pesada. El secado es moderadamente difícil, pero las propiedades de secado varían con la procedencia. Pueden producirse grietas y rajaduras moderadas, torceduras leves y algún colapso. La trabajabilidad es moderada (M. Montero & Kanninen, 2005)

33. *Vitex capitata* & *Vitex orinocensis* – Guarataro, Nocuito

Caracterización ecológica

Vitex capitata es un árbol de corteza rugosa fisurada y de color amarillento, copa de forma ovalada y algunas veces aparasolada; follaje verde claro, sus ramas crece den manera horizontal, con ramitas cuadrangulares y de color verde ferrugíneo. Las hojas son compuestas, opuestas, dispuestas en forma de cruz (decusadas) formadas por tres a cinco foliolos, son lisos (glabros), con borde entero que termina en punta. Las flores son de color lila, con garganta pubescente, tienen forma tubular agrupadas en inflorescencias terminales en forma de racimos cortos: Los frutos son drupasen drupa que maduran en morado, casi negro. Habita en bosque de galería en la interfaz entre el rebalse y las partes no inundables; adaptado a suelos ácidos. Es una especie muy buscada por las abejas por su néctar. Los frutos son consumidos por el hombre y las aves.

El *Vitex orinocensis* es muy similar, pero las hojas son trifolioladas o digitadas hasta con siete foliolos, más frecuentemente tres, elíptico-lanceolados, opuestas, decusadas, con margen entero y que terminan en una punta obtusa. Puede perder todas sus hojas en la época seca.

Fenología

Florece en abril, apenas comienzan los primeros aguaceros de la temporada de lluvias. Los frutos se desarrollan rápidamente y usualmente están maduros en mayo o junio.

Tipo y capacidad de propagación

Por semilla, obteniéndose unas 3500 por kilo. El fruto madura de verde a morado oscuro, casi negro, pero la madurez fisiológica puede no estar completa. Por ello es mejor recoger los frutos cuando han caído del árbol, el mismo día idealmente, para garantizar su germinación, que suele ser alta si la semilla es fresca. Los arbolitos crecen rápidamente y en menos de cuatro meses están listos para ir a campo.

Preparación del terreno

Esta especie es adecuada para sabanas altas o bajas.

Técnicas de plantación y mantenimiento

Dada su tendencia a ramificarse, debe plantarse a altas densidades, ojalá superiores a 1200 árboles por hectárea, con lo que el fuste crece recto. Es menester realizar podas pues las ramas tienden a engrosar.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

El guarataro es un árbol de crecimiento rápido. En la Hacienda El Manantial plantaciones de esta especie en sitios adecuados pueden alcanzar los 10 cm de diámetro y 8 m de altura a los cinco años. En sabanas bajas puede alcanzar diámetros mayores, de hasta 15 cm en cuatro años. En la estación experimental El Trueno, en Guaviare, esta especie logró diámetros de 15 cm a los 26 años de edad con una mezcla de varias espe- cies, pero sin ningún tipo de entresacas (Giraldo Benavides et al., 2013).

Plagas y enfermedades.

Se han visto a veces orugas (Sphingidae: *Manduca cf. florestan*) alimentándose del follaje, pero no en cantidad de plaga. Se reportan también ataques de la mariposa *Chiomara mithrax* (Hesperiidae: Erynnini)

Usos

Esta especie es una de las más melíferas del llano, atrayendo a las abejas en cantidades prodigiosas cuando está en floración. La madera es durable y densa (0.77 g/m^3), y es una de las especies más apreciadas para postes de cerca y columnas de construcción (Rodriguez Rojas et al., 1996).

34. *Vochysia ferruginea* – Botagajo

Caracterización ecológica

Es un árbol de 20 a 35 m de altura y 40 a 80 cm de diámetro; tronco recto o ligeramente torcido y libre de ramas hasta la mitad de la altura total; la copa es densa, ancha y con ramas ascendentes; tiene corteza lisa o con pequeñas escamas, con desprendimiento irregular, de color gris oscuro a pardo grisáceo, presenta una exudación de savia traslúcida, viscosa y no abundante; ramitas suavemente ferrugíneas y tomentosas.

Las hojas son simples, opuestas, de 5,0 a 12,5 cm de largo y de 2,0 a 4,5 cm de ancho; con estipulas pequeñas y cubiertas densamente de un tomento rojizo, glabras, presentan el haz verde y el envés cubierto de un tomento lustroso rojizo, especialmente en los nervios; el peciolo es acanalado en el lado superior, de 5 a 8 mm de largo.

Las flores forman panículas delgadas terminales y axilares, cáliz rojizo anaranjado y pétalos amarillos o anaranjado – amarillos. (Méndez, 2000).

Es una especie, como todas las del género, con gran tolerancia a los suelos pobres y ácidos y con concentraciones altas de aluminio.

Origen y distribución natural.

Es común en tierras bajas y hasta los 800 m de elevación; a veces se le observa hasta los 1000 msnm. con una precipitación de 2500 a 4000 mm por año y con temperaturas entre los 20 y 27ºC. Se le encuentra en las zonas de vida de Bosque húmedo Tropical, muy húmedo Tropical y muy húmedo Premontano, siendo común en toda la Orinoquia en bosques de galería. La especie crece bien en suelos pobres. ácidos y poco fértiles pero bien drenados. Los sitios naturales de esta especie son las partes altas de la pendiente y las lomas, aunque se adapta a diferentes tipos de suelos.

La regeneración natural es buena, de tal manera que puede formar bosquetes casi puros; además invade claros en el bosque y en potreros abandonados. (Méndez, 2000), generalmente crece asociada con especies como *Hyeronima alchorneoides*, *Moquilea subarachnophylla*, *Syagrus orinocensis* y otras.

Fenología.

La especie produce flores amarillas durante marzo y junio la floración no es uniforme, siempre hay árboles que florecen en otros meses y se presenta una pequeña floración ocasional en setiembre y octubre. La época de producción de frutos es variable y va desde junio hasta septiembre. En ensayos experimentales se observó la presencia de flores por primera vez en árboles de cinco años de edad. La frecuencia de fructificación es anual, con picos de producción cada dos años; presenta una amplia variación entre árboles y entre zonas geográficas. El fruto es una cápsula trilocular, de color verde cuando está inmaduro y café cuando madura; tiene de 2 a 4 cm de largo. Semilla: es alada, alargada; con cubierta seminal y pubescencia color café; posee

dos cotiledones de color blanco marfil, que ocupan casi toda la cavidad en relación con el eje del embrión (Méndez, 2000).

Los frutos hay que colectarlos directamente del árbol, cuando muestran una coloración marrón oscura, entre agosto y febrero, un poco antes de que maduren completamente ya que cuando maduran se abren y la semilla es esparcida por el viento.

Tipo y capacidad de propagación.

Se propaga por semillas. Una vez recolectados los frutos, deben ser transportados rápidamente en sacos de yute al banco de semillas. Para extraer las semillas, los frutos son colocados en bateas o cajas y se dejan secar uno o dos días a la sombra; cuando el fruto termina de abrirse, se procede manualmente a sacar las semillas. No es conveniente asolear los frutos ni las semillas, pues estas pierden su poder germinativo rápidamente.

La cantidad de semillas por kilogramo es de aproximadamente 9800, con un contenido de humedad del 26%. Son consideradas como recalcitrantes. La semilla fresca presenta una alta viabilidad y se logran porcentajes de germinación de hasta 90%, sin ningún tipo de tratamiento. Después de dos a tres semanas, las semillas pierden su viabilidad. Otras pruebas indicaron un promedio de germinación del 92% para frutos maduros y 61 % para frutos verdes. El periodo de germinación se inicia cuando la radícula emerge en dirección del ala, a los 12 días y se completa por lo general a los 50 días. Tratamientos pregerminativos, con semillas frescas no se requieren. (Méndez, 2000).

Preparación del terreno

Se recomiendan las mismas prácticas que el eucalipto. Esta especie se da bien en sabanas altas y bajas.

Técnicas de plantación y mantenimiento

El método de siembra puede ser al voleo; sin embargo, es preferible distribuirlas uniformemente en el germinados y en posición horizontal, y luego cubrirlas con una capa fina del sustrato. Es recomendable que la semilla no cubra más del 50% del área del germinador. La especie requiere de sombra inmediatamente después del repique, la cual se debe eliminar paulatinamente. Cuando las plantitas tengan de 10 a 15 cm de altura, deben estar expuestas a pleno sol. Si hay una estación seca definida, el riego debe ser continuo y aplicarlo al menos una vez al día. Las plantas están listas para ser llevadas al campo a los cuatro meses, cuando alcanzan una altura de 25 a 35 cm, aproximadamente (Méndez, 2000).

Esta especie suele crecer recta y sin ramificaciones, mas se recomienda plantarla en densidades altas (1200 árboles por hectárea o mayores) pues puede desarrollar ramas gruesas en espaciamientos amplios. Dado que esta especie es calcífuga, la aplicación de enmiendas edáficas como la cal dolomita le resultan perjudiciales y no son necesarias. Aparentemente la aplicación de fertilizantes convencionales no surte efectos en su desarrollo, y medra en suelos ácidos y poco fértiles, mal o bien drenados.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

En Costa Rica, plantaciones de esta especie lograron diámetros de 21 cm de diámetro y 19 m de altura a los 10 años (Petit & Montagnini, 2006). En El Guaviare, plantaciones de esta especie lograron diámetros de 15 cm y alturas de 12 m a los ocho años en la Estación Experimental El Trueno (Giraldo Benavides et al., 2013).

Plagas y enfermedades.

Los frutos son frecuentemente atacados por un barrenador.

Usos

Especie maderable, también utilizada como excelente leña, presenta flores melíferas, se recomienda con fines ornamentales dada la vistosidad de su floración; es una especie recomendada para reforestación en suelos ácidos y pobres; su nombre local se debe a que produce enormes cantidades de hojarasca. La decocción de la corteza se usa para tratar llagas.

Características físicomecánicas de la madera.

La albura es de color blanco rosáceo, transición gradual a duramen color rosado con líneas vasculares de color marrón rojizo, con olor ausente , sabor ausente o no distintivo, brillo mediano a bajo, grano recto a irregular, textura gruesa, con veteado de líneas oscuras y jaspeado poco regular. La densidad de la madera es baja, de 0.4 g/cm³.

Mercados

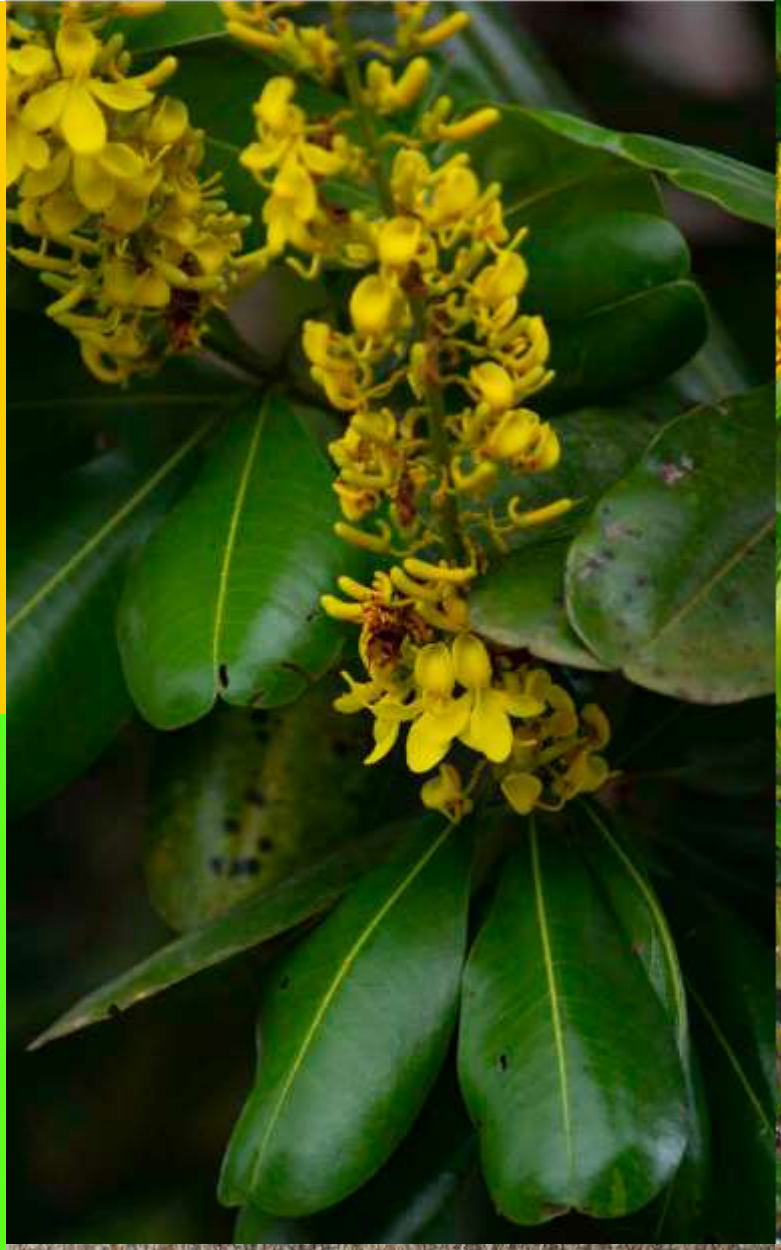
Teniendo en cuenta la resolución No. PS-GJ.1.2.6.22. 0561 del 03 de junio de 2022[23], esta especie se cataloga (Tabla 20) como **madera intermedia,** por la cual se catalogó según la revisión de informes presentados por las industrias para la apertura de sus libros de operaciones y conforme a las visitas realizadas a las industrias, soportes – Salvoconductos, Remisión ICA y Facturas – presentadas por estas, con un precio promedio de 665,181/m³.

Tabla 20. Precio promedio por producto de madera de Botagajo según CORMACARENA

Madera buena/ intermedia		
Producto	**Dimensiones**	**Precio Unitario**
Bloque	10 cm x 20cm x 3mts	48.000
Bloque	15 cm x 20 cm x 3 mts	72.000
Bloque	10 cm x 30cm x 3 mts	78.000
Bloque	15 cm x 15 cm x 2 mts	36.000
Columna	10 cm x 10 cm x 3 mts	31.300

Fuente: Resolución CORMACARENA No. PS-GJ.1.2.6.22. 0561 del 03 de junio de 2022

23 "*Por medio de la cual se acoge el concepto técnico Nº. PM-GA 3.44.21.2668 de fecha 23 de agosto de 2021 y se fijan los precios comerciales de la madera aserrada para imposición de sanciones y valoración económica de productos maderables de flora silvestre decomisados y dejados a disposición de la corporación para el desarrollo sostenible del área de manejo especial la macarena "CORMACARENA", en el departamento del meta*."



35. *Vochysia lehmannii* – & *Vochysia venezuelana* Saladillo blanco

Caracterización ecológica

Árboles que alcanzan los 25 metros de altura, siendo usualmente rectos y poco ramificados. Ambas especies son visualmente muy similares, diferenciándose en características de la flor y sobre todo en la corteza, que es lisa en ejemplares incluso maduros de *V. lehmannii*, pero es rugosa y adaptada a resistir el fuego en *V. venezuelana.*

La corteza externa es de color gris y la interna es colorada. Hojas simples, verticiladas, con estípulas libres. **Flores** amarillas, dispuestas en racimos terminales, de un amarillo vivo en *V. lehmannii* y con tonos ligeramente anaranjados en *V. venezuelana*. El fruto es una cápsula dehiscente de color café y contiene 3 semillas aladas del mismo color.

Origen y distribución natural.

Sabanas arenosas, siendo más común zonas con tendencia a la inundación estacional, aunque pueden crecer en sabanas altas que no se inunden. *Vochysia lehmannii* se encuentra desde el Guaviare hasta Arauca. *V. venezuelana* solo existe en el Vichada.

Fenología

Ambas especies florecen en diciembre a enero y fructifican en abril.

Tipo y capacidad de propagación.

Por semilla, que rinde unas 9000 por kilogramo. Algunos viveros tienen dificultades en la propagación de esta especie, que requiere sustratos ácidos, ya que el personal técnico está acostumbrado a añadir cal o dolomita a los sustratos para neutralizar la acidez, pero los saladillos requieren otras condiciones para desarrollarse y los pHs neutros a alcalinos los perjudican. Debe utilizarse un sustrato con un pH de 5.5 como máximo y controlar que el agua de riego no sea demasiado alcalina. Para esta especie en particular el sustrato de cascarilla de arroz es inadecuado, pues suele tener un pH de 7 (Monsalve Camacho et al., 2021), que resulta demasiado alcalino. Se recomiendan otros como la turba, viruta de madera, el aserrín, la fibra de palma o la cascarilla de palma (la tusa de palma suele tener un pH alto que tampoco funcionaría quizá para el saladillo). Se ha medido el pH en el suelo de saladillales en época seca y se ha hallado ser de 5.1 a 5.5.

La plántulas se benefician de una sombra de 60% en sus etapas iniciales.

Preparación del terreno

Del todo análoga a la realizada para *Eucalyptus*. Esta especie se da bien en sabanas altas, bajas o inundables (Fotografía 32), siendo muy afín a suelos ácidos y pobres, con altas concentraciones de aluminio.

Técnicas de plantación y mantenimiento

Se recomienda plantar a 1200 árboles por hectárea para estimular un tronco recto y con ramas delgadas. Dado que esta especie es calcífuga, la aplicación de enmiendas edáficas como la cal dolomita le resultan perjudiciales y no son necesarias. Aparentemente la aplicación de fertilizantes convencionales no surte efectos en su desarrollo, y medra en suelos ácidos y poco fértiles, mal o bien drenados.

Fotografía 30. Árbol maduro de *Vochysia lehmannii*, Tame, Arauca.

fuente: equipo consultor

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

En la Hacienda El Manantial en Puerto López, Meta, se alcanzaron DAPs superiores a 10 cm a los 4 años de plantación, con alturas de 6-7 m en plantaciones puras de *V. lehmannii* en zonas con alto nivel freático (Fotografía 30), y se reporta producción de semilla a partir de los 5 años. En el Vichada, plantaciones de *V. venezuelana* alcanzaron 5 m de altura y 7 cm de diámetro a los 5 años en sabanas altas (Fotografía 28).

Plagas y enfermedades.

Se desconocen. Incluso las hormigas arrieras suelen evitar la especie debido a lo duras de sus hojas y al alto contenido de aluminio de sus estas, en las cuales la planta acumula este metal.

Usos

La madera no es durable en contacto con el suelo, pero es útil para carpintería en general. Estas dos especies generan en ciertas condiciones una goma blancuzca cuyas propiedades se desconocen.

Características físicomecánicas de la madera

La madera es usada para carpintería general, no siendo muy durable en contacto con el suelo. La madera de

V. lehmanii es de densidad es baja, de 0.4 g/cm³. No hay datos sobre *V. venezuelana*.

Fotografía 31. Plantaciones de 4 años en 2021 de *Vochysia lehmannii* en Puerto López, Meta

fuente: Hacienda el Manantial

Fotografía 32. Árbol de *Vochysia lehmannii* de la plantación de la figura 27 luego de un año de plantado

fuente: Hacienda el Manantial

Fotografía 33. Plantaciones de *Vochysia venezuelana* de 5 años de edad en 2024, Rancho Caimán, Puerto Carreño, Vichada

fuente: ing. gaBriel loPera, inVerBosques

36. *Zanthoxylum rhoifolium* – Tachuelo

Caracterización ecológica

Arbol propio del piedemonte de la cuenca del Orinoco, reconocido por su tronco blancuzco, erizado de fuertes y grandes espinas (Fotografía 34), con hojas imparipinnadas, alternas, helicoidales de 26x16 cm, foliolos lanceolados de 7.5x3 cm, con puntos traslúcidos. Fruto en cápsula globosa, monosperma, de 7 mm de diámetro; semilla negra brillante. Puede llegar a los 18 m de altura y superar los 50 cm de diámetro. En árboles ya maduros, las espinas del tronco pueden perderse completamente.

Origen y distribución natural.

Crece en paisaje de piedemonte, frecuentemente encontrada en claros de bosques y en sucesiones secundarias, en pendientes pedregosas bien drenadas y en matorrales de sabana.

Fenología.

Los frutos de *Z. rhoifolium* son producidos en grandes infrutescencias terminales que van madurando sucesivamente desde noviembre a febrero, con un máximo de fructificación entre diciembre y enero, con la mayoría de los frutos rojos granate cerrados y sólo pocos frutos abren diariamente, exponiendo una semilla negra lustrosa en el ápice del folículo.(Ramirez & Briceño, 2018). Florece principalmente de abril a julio.

Tipo y capacidad de propagación.

Por semilla. Produce anualmente una gran cantidad de semilla, lo cual garantiza su regeneración natural. Los frutos se cosechan del árbol directamente apenas estos empiecen a abrirse. Se ponen a secar al sol para que liberen las semillas. Estas deben ponerse a germinar inmediatamente luego de cosechadas. La germi- nación ocurre de 30 a 60 días luego de sembradas y la tasa de germinación suele ser baja. Un kilogramo de semillas tiene cerca de 84.000 semillas.

Preparación del terreno

Esta especie crece en sabanas altas y en piedemonte llanero. Tiene requisitos semejantes a los del eucalipto en terreno.

Fotografía 34. Ramas y tronco de tachuelo, Puerto lópez, Meta

fuente: equipo Consultor

Técnicas de plantación y mantenimiento

Como esta especie tiende a abrir su copa si se planta aislada, se recomienda plantar a densidades altas, de 1200 árboles por hectárea para que no se ramifique.

Rendimientos reportados y estimaciones sobre el turno de corta

Estudios dendrocronológicos de la especie acompañados de mediciones dasométricas (Portal-Cahuana et al., 2023) revelan que la especie puede alcanzar en promedio 20 cm de diámetro a los 27 años de edad en condiciones naturales de competencia en bosques secundarios.

Plagas y enfermedades.

Desconocidas.

Usos

La madera de color amarillo o "yema de huevo", se utiliza para trabajos especiales de ebanistería como encofrados y culatas para armas. La corteza viva amarilla produce colorante y se usó también como barbasco para matar peces. La especie se ha usado como forrajera en sistemas silvopastoriles (Florez et al., 2021).

El tachuelo es una especie interesante para incluir en planes de reforestación por su porte recto, su buen crecimiento y gran utilidad. El fruto es consumido por aves. No suele ser consumida por las hormigas cortahojas.

En un estudio realizado en el bosque tropical de Madre de Dios en la Amazonía peruana se indicó que la especie *Zanthoxylum rhoifolium*, forma anillos de crecimiento anuales y que estos anillos presentan potencial para estudios dendrocronológicos, que pueda ayudar al manejo forestal de la especie (Portal-Cahuana et al., 2023).

El género *Zanthoxylum* pertenece a la familia Rutaceae y se caracteriza porque se han encontrado una gran variedad de metabolitos secundarios, como: alcaloides, cumarinas, flavonoides, lignanos, terpenos, limonoides. De esta especie se han reportado trabajos realizados en la corteza, donde se aislaron cuatro alcaloides, tres benzofenantridínicos, que son el tipo de alcaloides más reportados en este género ya que tienen una alta incidencia en el campo de la farmacología, como anticancer, antivirales, antileucémicos y cardiovasculares entre otros, entre los compuestos aislados también

se identificaron actividades antimaláricas y se reportó la presencia del alcaloide, 3metoxi-9-metil-9H-carbazol-2-ol. La presencia de estos metabolitos es de gran importancia quimiotaxonómica en el género.

Algunos estudios apuntan al potencial medicinal de esta especie. Se ha evaluado (S. L. da Silva et al., 2007) evaluaron el aceite volátil de las hojas de se halló que es citotóxico contra las células tumorales, sugirien- do así una posible acción terapéutica contra estas células. Eel extracto acuoso de las hojas tiene actividad antihelmíntica en ovinos (Taíse et al., 2009). En algunos sitios esta planta es popularmente utilizada contra el dolor de muelas y oído y hay estudios que investigaron y comprobaron el efecto analgésico de la corteza (Pereira et al., 2010).

Características físicomecánicas de la madera.

Madera muy leve (0.40 a 0.50 g/cm³); duramen crema oscuro, albura crema brillante; grano irregular; textura media; sabor y olor no pronunciado. La especie está caracterizada anatómicamente en su sección transversal, por evidenciar anillos de crecimiento distintos a simple vista. El límite de las capas de crecimiento está caracterizado por la variación de la densidad que se da por la presencia de zonas fibrosas, con el achatamiento radial de las fibras y mayor espesamiento de sus paredes, y una menor frecuencia de vasos, presentando por esto una coloración oscura (Colina Nano, 2020).

Referencias citadas

Acero, L. E. (2005). Plantas útiles de la cuenca del Orinoco. *Ecopetrol. BP. Corporinoquia. Editorial. Asociación Santiago de Las Atalayas, Corporinoquia, Bogotá*.

Alem, S., Pavlis, J., Urban, J., & Kucera, J. (2015). Pure and mixed plantations of Eucalyptus camaldulensis and Cupressus lusitanica: their growth interactions and effect on diversity and density of undergrowth woody plants in relation to light. *Open Journal of Forestry*, *5*(04), 375.

Alfaro, M. de J., & Carrillo De Padilla, F. (1994). Physico-chemical characteristics of the Barinas nut (Caryodendron orinocense Karst. Euphorbiaceae) crude oil. *Latinoamericana de Nutrición*, *44*, 172–175.

Alverson, W.S., & Steyermark. J. A. (1997). Bombacaceae. In P. E. Berry, B. K. Holst, & K. Yatskievych (Eds.), *Flora of The Venezuelan Guayana 3* (pp. 496–527). Missouri Bot. Garden.

Andres, S. E., Standish, R. J., Lieurance, P. E., Mills, C. H., Harper, R. J., Butler, D. W., Adams, V. M., Lehmann, C., Tetu, S. G., & Cuneo, P. (2023). Defining biodiverse reforestation: Why it matters for climate change mitigation and biodiversity. *Plants, People, Planet*, *5*(1), 27–38.

Baltodano, J. (2000). Monoculture forestry: a critique from an ecological perspective. *Tree Trouble: A Compilation of Testimonies on the Negative Impact of Large-Scale Monoculture Tree Plantations Prepared for the 6th COP of the FCCC*.

Barbosa-Sampaio, P. de T., Pereira-Barbosa, A., & Fernandes, N. P. (1989). *Ensaio de espacamento con Jacaranda copaia - Acceso directo*. 383–389.

Barneby, R. C. (1991). *Sensitivae Censitae: a description of the genus Mimosa Linnaeus (Mimosaceae) in the New World*. (Vol. 65).

Barros, D. P. de. (1970). Ensaio de espaçamento inicial para aroeira. *Silvicultura Em São Paulo*, *7*, 39–41.

Bayle, G. (2019). Ecological and social impacts of eucalyptus tree plantation on the environment. *Journal of Biodiversity Conservation and Bioresource Management*, *5*(1), 93–104.

Bekessy, S. A., & Wintle, B. A. (2008). Using carbon investment to grow the biodiversity bank. *Conservation Biology*, *22*(3), 510–513.

Bell, J. F., Wilson, J. S., & Liu, G. C. (2008). Neighborhood greenness and 2-year changes in body mass index of children and youth. *American Journal of Preventive Medicine*, *35*(6), 547–553.

Benítez, A., Blanco-Torres, A., Cabrera, M., Calderón-Acevedo, C., Castaño-Naranjo, A., Castro-Lima, F., Corzo, G., Cuadros, H., de Luna, G., & Devia, W. (2016). *El bosque seco tropical en Colombia*.

Berman, M. G., Kross, E., Krpan, K. M., Askren, M. K., Burson, A., Deldin, P. J., Kaplan, S., Sherdell, L., Gotlib, I. H., & Jonides, J. (2012). Interacting with nature improves cognition and affect for individuals with depression. *Journal of Affective Disorders*, *140*(3), 300–305.

Blydenstein, J. (1967). Tropical savanna vegetation of the Llanos of Colombia. *Ecology*, *48*(1), 1–15.

Boby, L. A., Fawcett, J. E., Clabo, D., Harriman, H., Maggard, A., Coulliette, B., Kays, L., & McNair, S. (2023). *Guidebook for prescribed burning in the southern Region - University of Georgia Cooperative Extension Bu-*

lletin 1560. UGA Warnell School of Forestry & Natural Resources Outreach Publication WSFNR-23-16A. University of Georgia Cooperative Extension Bulletin 1560. UGA Warnell School of Forestry & Natural Resources Outreach Publication.

Boniface, P. K., Ferreira, S. B., & Kaiser, C. R. (2017). Current state of knowledge on the traditional uses, phytochemistry, and pharmacology of the genus Hymenaea. *Journal of Ethnopharmacology*, *206*, 193–223.

Braca, A., Bilia, A. R., Mendez, J., Pizza, C., Morelli, I., & De Tommasi, N. (2003). Chemical and biological studies on Licania genus. *Studies in Natural Products Chemistry*, *28*, 35–67.

Brancalion, P. H. S., & Chazdon, R. L. (2017). Beyond hectares: four principles to guide reforestation in the context of tropical forest and landscape restoration. *Restoration Ecology*, *25*(4), 491–496.

Brum, H. D., Camargo, J. L. C., & Ferraz, I. D. K. (2009). *Manual de Sementes daAmazônia*.

Bullock, J. M., Aronson, J., Newton, A. C., Pywell, R. F., & Rey-Benayas, J. M. (2011). Restoration of ecosystem services and biodiversity: conflicts and opportunities. *Trends in Ecology & Evolution*, *26*(10), 541–549.

Calle, Z., & Murgueitio, E. (2020). Árboles nativos para predios ganaderos. *Especies Focales Del Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. CIPAV, Cali Colombia*.

Calvin, M. (1980). Hydrocarbons from plants: Analytical methods and observations. *Naturwissenschaften*, *67*, 525–533.

Cândido Barreto, S. S., Alves, E. U., da Silva, T. I., Vieira Rodrigues, E., de Melo Gonçalves, A. C., Oliveira Silva, M. de, & Santos Moura, S. da S. (2019). Metodología para testes de germinación y vigor de semillas de Bowdichia virgilioides. *Idesia (Arica)*, *37*(2), 95–102.

Cárdenas, D., Mendoza, H., González, M. F., & Sua, S. (2016). Flora de la cuenca del río Orinoco en Colombia: grado de conocimiento, uso y conservación. *Revista Colombia Amazónica*, *9*, 93–146.

Cardenas, L. (2016). *Aspectos ecologicos y silviculturales para el manejo de especies forestales nativas*.

Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., Hooper, D. U., Perrings, C., Venail, P., Narwani, A., Mace, G. M., Tilman, D., & Wardle, D. A. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, *486*(7401), 59–67.

Cardona-Granda, J. M. (2006). *Glosario Multilingüe de Terminología Forestal/Multilingual Glossary of Forestry Terminology/多国語森林学用語集*. Juan Manuel Cardona. https://books.google.com.cu/books?id=C-kuwTJxexkgC

Cardona-Granda, J. M., & Villanueva-Rojas, E. (2023). *Guía fotográfica para la Flora del Río Yucao, Puerto López, Meta, Colombia*. Mesa Forestal del Meta. https://bit.ly/49Z4L4o

Carvajal-Rojas, L., Ariza-Cortés, W., & Rodríguez-Bolaños, A. (2015). *Flora de los bosques de las cuencas de los ríos Planas y Tillavá, Puerto Gaitán, Meta, Colombia*. Cormacarena – Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Castro-Lima, F., & González, M. (2014). *Caracterizacion biologica de la Reserva La Ventana (Puerto Carreño, Vichada)*.

Castro-Lima, F., & Meza-Elizalde, M. C. (2021). *Contribución al conocimiento de las estrategias de respuesta al fuego de plantas de la Orinoquia colombiana*. Grupo de Investigación en Ecología del Paisaje y Modela-

ción de Ecosistemas -Ecolmod-, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.

Castro-Lima, F., Ocampo-Duran Alvaro, Peñuela-Recio, L., & Sanabria, D. P. (2013). Palmas Nativas de la Orinoquia: Biodiversidad Productiva. In *Serie de Palmas Nativas* (Vol. 1, Issue 1).

CATIE, C. A. T. de I. y E.-C.-. (2001). *Manejo de 75 especies forestales de América Latina, Volumen II*.

CIRAD. (2003). *Le bois du mois 4 - Simarouba*.

Coimbra Molina, J., Flores Cuellar, R. I., & William, A. V. (2018). *Guía para la extracción de aceite de copaibo chiquitano Copaifera langsdorffii*. 1–34.

Colares, M. N. (2010). *Mikania cordifolia y Mikania micrantha (Asteraceae): especies medicinales nativas de las reservas naturales de Punta Lara e Isla Martín García, Buenos Aires, Argentina*. Universidad Nacional de La Plata.

Colina Nano, H. C. (2020). *Dendrología de la especie Zanthoxylum rhoifolium, en un bosque de terraza alta en la región Madre de Dios*.

Colombo, C. A., Berton, L. H. C., Diaz, B. G., & Ferrari, R. A. (2018). Macauba: a promising tropical palm for the production of vegetable oil. Ocl, 25(1), D108.

Corantioquia. (2011). *Manejo de las Semillas y la propagación de Diez especies foresales del Bosque Húmedo Tropical*. 71.

Corbin, J. D., & Holl, K. D. (2012). Applied nucleation as a forest restoration strategy. *Forest Ecology and Management*, *265*, 37–46.

Cordova Flores, F. G. (2016). *Selección y efecto del acido 3 indolbutírico en la producción de clones de Simarouba amara Aubl (Marupa), en Pucallpa-Perú* [Universidad Nacional de Ucayali]. http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3355

Cunningham, S. C., Cavagnaro, T. R., Mac Nally, R., Paul, K. I., Baker, P. J., Beringer, J., Thomson, J. R., & Thompson, R. M. (2015). Reforestation with native mixed-species plantings in a temperate continental climate effectively sequesters and stabilizes carbon within decades. *Global Change Biology*, *21*(4), 1552–1566.

Daniel, O., Ohashi, S. T., & SANTOS, R. A. dos. (1994). Produção de mudas de Goupia glabra (cupiúba): efeito de níveis de sombreamento e tamanho de embalagens. *Revista Árvore*, *18*(1), 1–13.

Del Río, J.; Rivera-Parada, L.; Prado-Castillo, L. F.; Castro-Lima, F.; Mijares, F.; Dombro, D. B. 2017. El congrio (Acosmium nitens) en la cuenca del río Bita. Sembrar para conservar. Corporación Ambiental La Pedregoza. 71 pp. Bogotá, D.C., Colombia

de Souza, M. H. (1997). *Madeiras Tropicalis Brasileiras Volume 2*.

Dias, L. S., Luzia, D. M. M., & Jorge, N. (2013). Physicochemical and bioactive properties of Hymenaea courbaril L. pulp and seed lipid fraction. *Industrial Crops and Products*, *49*, 610–618.

Díaz, D. M. V. (2013). Multivariate analysis of morphological and anatomical characters of Calophyllum (Calophyllaceae) in South America. *Botanical Journal of the Linnean Society*, *171*(3), 587–626.

Di Sacco, A., Hardwick, K. A., Blakesley, D., Brancalion, P. H. S., Breman, E., Cecilio Rebola, L., Chomba, S., Dixon, K., Elliott, S., & Ruyonga, G. (2021). Ten golden rules for reforestation to optimize carbon se-

questration, biodiversity recovery and livelihood benefits. Global Change Biology, 27(7), 1328–1348.

Erskine, P. D., Lamb, D., & Bristow, M. (2006). Tree species diversity and ecosystem function: can tropical multi-species plantations generate greater productivity? *Forest Ecology and Management*, *233*(2–3), 205–210.

Escala, J. (2023). *El general José Antonio Páez y la guerra en los llanos de Barinas (1816-1820)*. Centro de Estudios Simón Bolívar.

Escalante, E. E., & Messa, H. F. (2023). Silvopastoral Systems with Native Tree Species in Venezuela. In *Silvopastoral systems of Meso America and Northern South America* (pp. 239–261). Springer.

Fandiño, D. C. D., & Arévalo, N. G. (2017). ANÁLISIS FITOQUÍMICO PRELIMINAR PARA LA MADERA DE Ocotea cymbarum (Kunth). *Boletín Semillas Ambientales*, *11*(2), 157.

Fernández-Martínez, M., Pearse, I., Sardans, J., Sayol, F., Koenig, W.D., LaMontagne, J. M., Bogdziewicz, M., Collalti, A., Hacket-Pain, A., & Vacchiano, G. (2019). *Nutrient scarcity as a selective pressure for mast seeding*, *Nat. Plants*, *5*, *1222–1228*.

Ferreira, L. M. M., & Tonini, H. (2004). *Cupiúba (Goupia glabra Aublet): Crescimento, Potencialidades e Usos*.

Ferreira, M. P., Alievi, M. M., Dal-Bó, I. S., Gonzalez, P. C. S., Nóbrega, F. S., Gouvêa, A. S., & Beck, C. A. C. (2018). Surgical management of long bone fractures in cats using cortical bone allografts preserved in honey. *The Canadian Veterinary Journal*, *59*(4), 393.

Florez, L. M. M., Bayona, J. E. V., Cupul, W. C., & García, J. M. P. (2021). Zanthoxylum rhoifolium Lam como alternativa forrajera en cabras en sistemas silvopastoriles naturales. *Avances En Investigación Agropecuaria*, *25*(3), 154–155.

Gachet, M. S., & Schühly, W.(2009). Jacaranda—an ethnopharmacological and phytochemical review. *Journal of Ethnopharmacology*, *121*(1), 14–27.

Galeano, G., & Bernal, R. (2010). Palmas de Colombia. Guía de Campo. *2010*, 688.

García B., J. J., & Basso, C. (2012). Caracterización de la viabilidad de semillas de inchi (Caryodendron orinocense Karsten) de dos procedencias. *Revista Cientifica UDO Agricola*, *12*(1), 45–54.

García Barriga, H. (1974). Flora medicinal de Colombia: botánica médica. *(No Title)*.

George, S. J., Harper, R. J., Hobbs, R. J., & Tibbett, M. (2012). A sustainable agricultural landscape for Australia: a review of interlacing carbon sequestration, biodiversity and salinity management in agroforestry systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *163*, 28–36.

Giraldo-Sánchez, A. M., & Calle, Z. (2023). Fenología y fecundidad del yopo pelú (Mimosa trianae, Fabaceae) y su relación con variables ambientales en tres localidades de dos regiones de Colombia: Piedemonte Orinocense y Valle del Cauca. *Caldasia*, *45*(2).

Giraldo Benavides, B., Zubieta Vega, M., Vargas Ávila, G., & Barrera García, J. A. (2013). *Bases técnicas para el desarrollo forestal en el departamento del Guaviare*, *Amazonia colombiana*. https://www.sinchi.org.co/bases-tecnicas-para-el-desarrollo-forestal-en-el-departamento-del-guaviare-amazonia-colombia

Gong, C., Tan, Q., Xu, M., & Liu, G. (2020). Mixed-species plantations can alleviate water stress on the Loess Plateau. *Forest Ecology and Management*, *458*, 117767.

Gonzáles, A., & Torres, G. (2010). Cultivo de Metohuayo Caryodrendron Orinocense Karst. *Manual Cultivo de Metohuayo*, 34.

Gutierrez Mejia, M. (1998). Sistemas de producción en la Orinoquía colombiana. *Instituto de Estudios Orinocenses*.

H., M. H., & L.J., S. H. (n.d.). *Estudio del comportamiento de Apeiba aspera, Cordia alliodora y Jacaranda copaia bajo dos distancias de plantación en Tumaco, Nariño, Colombia*. CONIF, Bogotá (Colombia).

Hall, J. S., Ashton, M. S., & (Balboa), C. for T. F. S. (2016). *Guide to Early Growth and Survival in Plantations of 64 Tree Species Native to Panama and the Neotropics*. Smithsonian Tropical Research Institute. https://books.google.com.co/books?id=niYztAEACAAJ

Hodge, G. R., Dvorak, W.S., Urueña, H., & Rosales, L. (2002). Growth, provenance effects and genetic variation of Bombacopsis quinata in field tests in Venezuela and Colombia. *Forest Ecology and Management*, *158*(1–3), 273–289.

Hua, F., Wang, X., Zheng, X., Fisher, B., Wang, L., Zhu, J., Tang, Y., Yu, D. W., & Wilcove, D. S. (2016). Opportunities for biodiversity gains under the world's largest reforestation programme. *Nature Communications*, *7*(1), 12717.

Hutchison, C., Gravel, D., Guichard, F., & Potvin, C. (2018). Effect of diversity on growth, mortality, and loss of resilience to extreme climate events in a tropical planted forest experiment. *Scientific Reports*, *8*(1), 15443.

Idárraga, A., Urrea, L., Roldán, F., & Cardona, F. (2016). Flora del Magdalena Medio: áreas de influencia de la Central Térmica Termocentro. *Universidad de Antioquia*.

IDEAM. (2014). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000*.

Isbell, F., Adler, P. R., Eisenhauer, N., Fornara, D., Kimmel, K., Kremen, C., Letourneau, D. K., Liebman, M., Polley, H. W., & Quijas, S. (2017). Benefits of increasing plant diversity in sustainable agroecosystems. *Journal of Ecology*, *105*(4), 871–879.

Kane, M., Urueña, H., Dvorak, W., & Atehortúa, C. (1993). The potential of Bombacopsis quinata as a commercial plantation species. *Forest Ecology and Management*, *56*(1–4), 99–112.

Kelly, D., & Sork, V. L. (2002). Mast seeding in perennial plants: why, how, where? *Annual Review of Ecology and Systematics*, *33*(1), 427–447.

Kirkman, L. K., & Jack, S. B. (2017). *Ecological restoration and management of longleaf pine forests*. CRC Press.

Koskela, J., Vinceti, B., Dvorak, W., Bush, D., Dawson, I. K., Loo, J., Kjaer, E. D., Navarro, C., Padolina, C., Bordács, S., Jamnadass, R., Graudal, L., & Ramamonjisoa, L. (2014). Utilization and transfer of forest genetic resources: A global review. *Forest Ecology and Management*, *333*, 22–34. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.07.017

Kratz, D., Wendling, I., Stuepp, C. A., & Kalil Filho, A. N. (2016). Indução de brotações epicórmicas e estaquia de Calophyllum brasiliense. *CERNE*, *22*, 365–372.

Lamb, D. (2018). Undertaking large-scale forest restoration to generate ecosystem services. *Restoration Ecology*, *26*(4), 657–666.

Langenheim, J. H., Lee, Y.-T., & Martin, S. S. (1973). An evolutionary and ecological perspective of Amazo-

nian Hylaea species of Hymeneae (Leguminosae: Caesalpinioideae). *Acta Amazonica*, *3*, 5–38.

Lasso, C. A., & Rial, A. (2013). *Morichales y cananguchales de la Orinoquía y Amazonía: Colombia y Venezuela parte I*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Limin, A., Ali, A. N., & Slik, F. (2020). Invasive Acacia mangium dominance as an indicator for heath forest disturbance. *Environmental and Sustainability Indicators*, *8*,100059.

Liu, C. L. C., Kuchma, O., & Krutovsky, K. V. (2018). Mixed-species versus monocultures in plantation forestry: Development, benefits, ecosystem services and perspectives for the future. *Global Ecology and Conservation*, *15*, e00419.

López Camacho, R., Pulido Rodríguez, N. E., González Martínez, R. O., Nieto Vargas, J. E., & Vásquez, M. Y. (2014). *Maderas. Especies comercializadas en el territorio CAR: Guía para su identificación*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR.

Lorenzi, H. (1998). *Árvores brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. Vol. 2*. Plantarum.

Lozada, J. R., Moreno, J., & Suescun, R. (2003). Plantaciones en fajas de enriquecimiento. Experiencias en 4 unidades de manejo forestal de la Guayana Venezolana. Interciencia, 28(10), 568-575.Maclean, M. (2015). *Hedges and hedgelaying: a guide to planting, management and conservation*. Crowood.

Marañon, C., & Terán, J. (2022). *Guía de Buenas Prácticas para la Cosecha y Post-Cosecha de Copaibo.*

Martínez S, J. B. (1979). *El inchí (Caryodendron orinocense Karst).*(p. 14 p.).

Méndez, J. M. (2000). *Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina* (Issue 41). CATIE.

Mendoza-Cifuentes, H., & Córdoba-Sánchez, M. P. (2018). Catálogo de la flora de los Parques Nacionales Naturales de Colombia: Parque Nacional Natural El Tuparro. *Biota Colombiana*, *19*, 45–59.

Mendoza, H., Jimenez, L. C., & P., B. R. R. (2004). *Rubiaceae de Colombia: Guía ilustrada de géneros*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt Bogotá.

Mesa, L. I., & Galeano, G. (2013). Uso y manejo de las palmas (Arecaceae) por los Piapoco del norte de la Amazonia Colombiana. *Acta Botánica Venezuelica*, *36*(1), 15–38.

Mijares, F. J., Aymard, G. A., & Pérez-Buitrago, N. (2017). Nuevos registros para la flora vascular de Colombia presentes en la Orinoquia y reseña histórica de las expediciones botánicas a la región. *Biota Colombiana*, *18*(2), 72–87.

Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimiento. (2002). *Recomendações Técnicas Cumaru - Dipteryx odorata*.

Minorta-Cely, V., & others. (2020). *La vegetación de la OrinoquÍa colombiana: riqueza diversidad y conservación*. Bogotá-Ciencias-Doctorado en Ciencias-Biolog{\'\i}a.

Miyawaki, A. (1993). Restoration of native forests from Japan to Malaysia. *Restoration of Tropical Forest Ecosystems: Proceedings of the Symposium Held on October 7–10, 1991*, 5–24.

Miyawaki, A. (2004). Restoration of living environment based on vegetation ecology: theory and practice. *Ecological Research*, *19*, 83–90.

Monsalve Camacho, O. I., Henao Toro, M. C., & Gutiérrez Díaz, J. S. (2021). Caracterización de materiales

con uso potencial como sustratos en sistemas de cultivo sin suelo. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, *22*(1), 1–23.

Montero, G,., M. I., Barrera, G., J. A., Giraldo, B., B., & Lucena, M., A. A. (2016). Fichas Tecnicas de Especies de uso Forestal y Agroforestal de la Amazonia Colombiana. In *Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible* (p. 70).

Montero, I. M. (2001). *INCHI, Caryodendron orinocense karsten.* (pp. 169–176).

Montero, M., & Kanninen, M. (2005). *Terminalia amazonia - ecología y silvicultura*.

Murgueitio E., Galindo A., L. J. J., & Bothia J.L., Sossa C.P, C. J. D. (2017). *Reconversión Ganadera y Sistemas Silvopastoriles en Sabanas Inundables. Resultados de Investigación y Experiencias de Innovación*. Editorial CIPAV.

Murta, L. (2011). *Macauba palm as a source of biofuels: the potential of Acrocomia aculeata in the state of Minas Gerais*. CreateSpace Independent Publishing Platform, New York.

Narciso, J. O. A., Soares, R. O. de A., Reis dos Santos Mallet, J., Guimarães, A. É., de Oliveira Chaves, M. C., Barbosa-Filho, J. M., & Maleck, M. (2014). Burchellin: study of bioactivity against Aedes aegypti. *Parasites &Vectors*, *7*, 1–10.

Nicolini, E.-A., & Morel, H. (2016). *Etude du développement et des propriétés du bois de plantation d'espèces forestières guyanaises*.

Nyland, R. D. (2016). *Silviculture: concepts and applications*. WavelandPress.

O'Hara, K. L. (2005). Multiaged silviculture of ponderosa pine. *Proceedings of the Symposium on Ponderosa Pine: Issues, Trends, and Management, Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-198*, 59.

O'Hara, K. L. (2014). *Multiaged silviculture: managing for complex forest stand structures*. Oxford University Press, USA.

Oliver, T. H., Heard, M. S., Isaac, N. J. B., Roy, D. B., Procter, D., Eigenbrod, F., Freckleton, R., Hector, A., Orme, C. D. L., & Petchey, O. L. (2015). Biodiversity and resilience of ecosystem functions. *Trends in Ecology & Evolution*, *30*(11), 673–684.

Oshiro Chinen, M. (2016). *Ficha Estándar De Familia Del Catálogo De Bienes, Servicios Y Obras Del Mef Ficha Estándar N° 108 Familia 20720030 Madera Marupa*. 1–5.

Ospina, C. M., Sanchez, A. F., Rincon, E. A., Ramírez, C. A., & Godoy, J. A. (2010). *El nogal cafetero Cordia alliodora - Acceso directo*.

Osuri, A. M., Gopal, A., Raman, T. R. S., DeFries, R., Cook-Patton, S. C., & Naeem, S. (2020). Greater stability of carbon capture in species-rich natural forests compared to species-poor plantations. *Environmental Research Letters*, *15*(3), 34011.

Outcalt, K. W. (2000). The longleaf pine ecosystem of the South. *Native Plants Journal*, *1*(1), 42–53. Pacheco,

M., Peñuela, L., Solano, C., & Galán, S. (2014). *Manejo forestal sostenible en plantaciones en la cuenca del rio Bita, Vichada, Colombia*. Colombia: WWF, Fundación Natura, Resnatur, PNN,.

Parra Martínez, Z. P. (2017). *Bases biológicas, sociales y comerciales para el fortalecimiento de la cadena de valor de la semilla de Dipteryx punctata (SF Blake) amshoff (fabaceae) en el municipio de Orocué, Casanare, Colombia*.

Pereira, S. S., Lopes, L. S., Marques, R. B., Figueiredo, K. A., Costa, D. A., Chaves, M. H., & Almeida, F. R. C. (2010). Antinociceptive effect of Zanthoxylum rhoifolium Lam.(Rutaceae) in models of acute pain in rodents. *Journal of Ethnopharmacology*, *129*(2), 227–231.

Pérez, B. E., & Souto, T. (2011). Ethnobotanical knowledge of sarrapia (Dipteryx odorata [AUBL.] WILLD.) among three non-indigenous communities of the lower Caura River basin, Venezuela. *Journal of Ethnobiology*, *31*(1), 128–149.

Petit, B., & Montagnini, F. (2006). Growth in pure and mixed plantations of tree species used in reforesting rural areas of the humid region of Costa Rica, Central America. *Forest Ecology and Management*, *233*(2–3), 338–343.

Pizzani, P., Matute, I., Martino, G., Arias, A., Godoy, S., Pereira, L., Palma, J., & Rengifo, M. (2006). Composición fitoquímica y nutricional de algunos frutos de árboles de interés forrajero de los llanos centrales de Venezuela. *Revista de La Facultad de CienciasVeterinarias*, *47*(2), 105–113.

Portal-Cahuana, L. A., Huamán-Guevara, R. M., & Colina-Nano, H. C. (2023). Zanthoxylum rhoifolium y su potencial para estudios dendrocronológicos en la Amazonía peruana. *Ciência Florestal*, *33*, e67592.

Prober, S. M., Byrne, M., McLean, E. H., Steane, D. A., Potts, B. M., Vaillancourt, R. E., & Stock, W. D. (2015). Climate-adjusted provenancing: a strategy for climate-resilient ecological restoration. In *Frontiers in Ecology and Evolution* (Vol. 3, p. 65). Frontiers Media SA.

Puettmann, K. J., Coates, K. D., & Messier, C. C. (2012). *A critique of silviculture: managing for complexity*. Island press.

Ramirez, N., & Briceño, H. (2018). Dispersión de semillas de Zanthoxylum rhoifolium Lam.(Rutaceae) en un remanente de bosque en los Andes Venezolanos. *Memorias Del Instituto de Biología Experimental*.

Recio, L. P., Lima, F. C., & Duran, A. O. (2011). *Uso y manejo de forrajes nativos en la sabana inundable de la Orinoquia*. Universidad de los Llanos.

Rial, A., Mijares, F., Perez, K., Fernandez del Valle, A., Gonto, R., & Colonnello, G. (2014). Congriales. Humedal del Orinoco. In *XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia-Venezuela)* (pp. 159–161).

Rincón Aguilar, C. M. (2014). *Actividad biológica de la familia Lauraceae*.

Rippstein, G., Escobar, G., & Motta, F. M. (2001). *Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los Llanos Orientales de Colombia*. CIAT. https://books.google.co.ve/books?id=1CHGuojoTzsC

Rodrigues, A. V. S. L., Almeida, F. J., & Vieira-Coelho, M. A. (2019). Dimethyltryptamine: endogenous role and therapeutic potential. *Journal of Psychoactive Drugs*, *51*(4), 299–310.

Rodriguez Rojas, M., Martina, S., & María, A. (1996). *Manual de identificación de especies forestales de la subregión andina*.

Russell, R., Guerry, A. D., Balvanera, P., Gould, R. K., Basurto, X., Chan, K. M. A., Klain, S., Levine, J., & Tam, J. (2013). Humans and nature: how knowing and experiencing nature affect well-being. *Annual Review of Environment and Resources*, *38*, 473–502.

Sales, G. W. P., Batista, A. H. de M., Rocha, L. Q., Nogueira, N. A. P., Leite, B. N., Feitosa, B. F., & Rocha, É. M. de F. F. (2014). Formulação e caracterização de biscoito amanteigado à base de farinha de jatobá , adoçado com rapadura. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, *35*(4), 709–715.

Salgado-Negret, B., Urbina-Cardona, N., Noguera-Urbano, E. A., Cruz-Rodríguez, C. A., & Baptiste, M. P. (2022). Predicting the Risk of Exotic Plant Invasions in the Orinoco Region: Importance of Distribution Models, Climatic Niche and Functional Richness. *Frontiers in Environmental Science*, *10*, 687723.

Sánchez Blanco, R., & Nouel, G. T. A.-T. T.-. (2012). *Aceite de palma yagua (Attalea butyracea) en dietas para cerdos Aceite del fruto de palma yagua en dietas para cerdos en crecimiento* (1. Aufl NV). Editorial Académica Española Saarbru¨cken. https://doi.org/LK - https://worldcat.org/title/864034610

Sano, S. M., Ribeiro, J. F., & De Brito, M. A. (2004). *Baru: biologia e uso.*

Scarpa, G. F. (2007). Etnobotánica de los Criollos del oeste de Formosa: Conocimiento tradicional, valoración y manejo de las plantas forrajeras. *Kurtziana*, *33*(1), 154–174.

Schnee, L. (1984). *Plantas comunes de Venezuela*.

Silva, S. L. da, Figueiredo, P. M., & Yano, T. (2007). Cytotoxic evaluation of essential oil from Zanthoxylum rhoifolium Lam. leaves. *Acta Amazonica*, *37*, 281–286.

Silva, L. S. C., Nepomuceno, G. M., Brandão, C. M., dos Santos, D. R., Muniz, R. A., Vasconcelos, O. L. S., de Carvalho, E. M. V., & de Carvalho Marques, G. E. (2023). Forest conservation and food production: cookies based on jatoba flour. *OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA*, *21*(7), 7397–7408.

Speldewinde, P. C., Slaney, D., & Weinstein, P. (2015). Is restoring an ecosystem good for your health? *Science of the Total Environment*, *502*, 276–279.

Standish, R. J., & Hulvey, K. B. (2014). Co-benefits of planting species mixes in carbon projects. *Ecological Management & Restoration*, *15*(1), 26–29.

Stevens, N., & Bond, W.J. (2023). A trillion trees: carbon capture or fuelling fires? *Trends in Ecology & Evolution*.

Stevenson, P. (2005). Potential keystone plant species for the frugivore community at Tinigua Park, Colombia. *Tropical Fruits and Frugivores: The Search for Strong Interactors*, 37–57.

Stevenson, P. R., Ramírez, M. A., Casas, L. F., & Henao-Díaz, F. (2017). Forestación de bosques en sabanas de la altillanura colombiana: relevancia de las condiciones ambientales para el establecimiento de plántulas. *Biota Colombiana*, *18*(1 Sup), 99–109.

Taíse, P., Luciana Ferreira, D., Almeida, G. N. de, Ayres, M. C. C., Moreira, E. L. T., Cruz, A. C. F. da, Bittencourt, T. C. B. dos S. C. de, Almeida, M. A. O. de, & Batatinha, M. J. M. (2009). Atividade anti-helmíntica do extrato aquoso das folhas de Zanthoxylum rhoifolium Lam.(Rutaceae). *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, *18*, 43–48.

Thirunavoukkarasu, M., Parida, S., Rath, S. P., & Behera, A. (2007). Micropropagation of Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb. *Journal of Sustainable Forestry*, *23*(4), 1–12.

Thomas, E., Jalonen, R., Loo, J., Boshier, D., Gallo, L., Cavers, S., Bordács, S., Smith, P., & Bozzano, M. (2014). Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species. *Forest Ecology and Management*, *333*, 66–75. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.07.015

Tobouti, P. L., de Andrade Martins, T. C., Pereira, T. J., & Mussi, M. C. M. (2017). Antimicrobial activity of copaiba oil: A review and a call for further research. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, *94*, 93–99.

Toro Murillo, J. L., Piedrahita Cardona, E., & Gómez Restrepo, M. L. (2018). *Propagación y conservación de especies arbóreas nativas*.

Torrijos, P. (1996). *La quema y la sucesión secundaria de la vegetación en sectores de la estación biológica de Carimagua, Llanos Orientales*. Universidad Nacional de Colombia.

Trujillo, E. (2015). Guia de reforestación: Ilustrada, aumentada y corregida. *Colombia: El Semillero*.

Turner-Skoff, J. B., & Cavender, N. (2019). The benefits of trees for livable and sustainable communities. *Plants, People, Planet*, *1*(4), 323–335.

Universidad de los Andes, V., & Aldana - Petit, J. (2001). *Fichas técnicas de 38 especies plantadas en Venezuela*.

Useche, F., & Azurero, S. (2013). *Monografía: Yopo (Anadenanthera peregrina), acacia (Acacia mangium Wild) y melina (Melina arborea) tres especies arbóreas propicias para los sistemas silvopastoriles en el piedemonte llanero*. 1–64.

Usma Oviedo, J. S., & Trujillo González, F. (2011). Biodiversidad del departamento de casanare: identificación de ecosistemas estratégicos. *Instituto de Estudios Orinocenses*.

Vallejos-Salazar, J. A. (2019). *Cultivo de madera de pilón (Hyeronima alchorneoides Allemão) en Costa Rica*.

Varela, V. P., Costa, S. de S., & Ramos, M. B. P. (2005). Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de itaubarana (Acosmium nitens (Vog.) Yakovlev)-Leguminosae, Caesalpinoideae. *Acta Amazonica*, *35*, 35–39.

Vargas-Carpintero, R., Hilger, T., Mössinger, J., Souza, R. F., Barroso Armas, J. C., Tiede, K., & Lewandowski, I. (2021). Acrocomia spp.: neglected crop, ballyhooed multipurpose palm or fit for the bioeconomy? A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *41*(6), 75.

Vargas Clemente, Y. (2015). Silvicultura de la especie forestal Marupa (Simarouba amara Aublet). *Experiencias Forestales, Boletín Técnico N° 2*.

Vásquez Correa, A. M., & Ramírez Arango, A. M. (2017). *Maderas comerciales en el Valle de Aburrá*.

Vasquez, J., Delgado, C., Couturier, G., Mejia, K., Freitas, L., & Del Castillo, D. (2008). Pest insects of the palm tree Mauritia flexuosa Lf, dwarf form, in Peruvian Amazonia. *Fruits*, *63*(4), 227–238.

Vasquez, W., Thomsen, K. A., & Jøker, D. (2005). Desiccation and storage of seeds of Astronium graveolens and Calophyllum brasiliense, two native species of Costa Rica. *Comparative Storage Biology of Tropical Tree Seeds*, 285–294.

Vázquez-Yañes, C. (1974). Studies on the germination of seeds of Ochroma lagopus. *Turrialba*, *24*(2), 176–179.

Veldman, J. W., Overbeck, G. E., Negreiros, D., Mahy, G., Le Stradic, S., Fernandes, G. W., Durigan, G., Buisson, E., Putz, F. E., & Bond, W. J. (2015). Where Tree Planting and Forest Expansion are Bad for Biodiversity and Ecosystem Services. *BioScience*, *65*(10), 1011–1018. https://doi.org/10.1093/biosci/biv118

Vincelli, P. C. (1980). Estudio de la vegetación del territorio faunístico El Tuparro. *Cespedesia*, *10*(*X*)(37–38), 7–54.

Vogel, S. (1990). History of the Malpighiaceae in the light of pollination ecology. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, *55*, 130–142.

Weaver, P. L. (1990). Calophyllum calaba L. María, santa-maria. *Silvics of North America*, *2*, 172–178.

Williams, J. R., Sawyer, G. S., Cragg, S. M., Icely, J. D., Simm, J., Meaden, M., Borges, L. M. S., & P. Malyon, G. (2018). Evaluating less-used timber species for marine construction. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Construction Materials*, *171*(4), 134–148.

Williams, P. H., & Osborne, J. L. (2009). Bumblebee vulnerability and conservation world-wide. *Apidologie*, *40*(3), 367–387.

Wright, J. (2016). *A Natural History of the Hedgerow: and ditches, dykes and dry stone walls*. Profile Books.

Zuleta F., J.C. 2023. El inchi o cacay: redescubrimiento de una especie valiosa de nuestra biodiversidad. ARLES SAS, Villavicencio, 84 p.

Bio a bo

Paisajes sostenibles bajos en carbono

Universidade Federal
de Viçosa