



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura



Manual:

Restauración del bosque xerofítico

República Bolivariana de Venezuela



Manual técnico

Restauración del bosque xerofítico

República Bolivariana de Venezuela

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

y

Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo

Caracas, 2023

Referencia requerida: FAO y Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo. 2023. *Manual: Restauración del bosque xerofítico de la República Bolivariana de Venezuela*. Caracas. <https://doi.org/10.4060/cc3819es>

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) o Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo, juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO o el Ministerio los aprueben o recomienden de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan. Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas de la FAO ni del Ministerio.

ISBN 978-92-5-137497-9 [FAO]

© FAO y Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo, 2023



Algunos derechos reservados. Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Organizaciones intergubernamentales.; https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.es_ES).

De acuerdo con las condiciones de la licencia, se permite copiar, redistribuir y adaptar la obra para fines no comerciales, siempre que se cite correctamente, como se indica a continuación. En ningún uso que se haga de esta obra debe darse a entender que la FAO o MINEC refrenda una organización, productos o servicios específicos. No está permitido utilizar el logotipo de la FAO o MINEC. En caso de adaptación, debe concederse a la obra resultante la misma licencia o una licencia equivalente de Creative Commons. Si la obra se traduce, debe añadirse el siguiente descargo de responsabilidad junto a la referencia requerida: “La presente traducción no es obra de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) o MINEC. La FAO/ MINEC no se hacen responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en Español será el texto autorizado”.

Toda controversia que surja en el marco de la licencia y no pueda resolverse de forma amistosa se resolverá a través de mediación y arbitraje según lo dispuesto en el artículo 8 de la licencia, a no ser que se disponga lo contrario en el presente documento. Las reglas de mediación aplicables serán las del Reglamento de Mediación de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual <http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules> y todo arbitraje se llevará a cabo de conformidad con el Reglamento de Arbitraje de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI).

Materiales de terceros. Si se desea reutilizar material contenido en esta obra que sea propiedad de terceros, por ejemplo, cuadros, gráficos o imágenes, corresponde al usuario determinar si se necesita autorización para tal reutilización y obtener la autorización del titular del derecho de autor. El riesgo de que se deriven reclamaciones de la infracción de los derechos de uso de un elemento que sea propiedad de terceros recae exclusivamente sobre el usuario.

Ventas, derechos y licencias. Los productos informativos de la FAO están disponibles en la página web de la Organización (<http://www.fao.org/publications/es>) y pueden adquirirse dirigiéndose a publications-sales@fao.org. Las solicitudes de uso comercial deben enviarse a través de la siguiente página web: www.fao.org/contact-us/licence-request. Las consultas sobre derechos y licencias deben remitirse a: copyright@fao.org.

Índice

Agradecimientos	ix
¿Cómo utilizar este manual?	xi
Abreviaturas, acrónimos y siglas	xii
Introducción	1
Sección 1	7
1. Bases conceptuales para la restauración del bosque xerofítico	7
1.1. Conceptos aplicados a la restauración	7
1.2. Factores fundamentales del proceso de restauración	7
1.3. Restauración ecológica	8
1.4. Procesos de restauración en áreas intervenidas por cultivos intensivos	8
1.5. Restauración agroecológica	9
1.6. Restauración del paisaje	9
1.7. Mecanismos de participación comunitaria en los proyectos de restauración	10
1.8. Manejo de la fauna silvestre en los procesos de restauración	10
1.9. Restauración ecológica del bosque xerofítico en la República Bolivariana de Venezuela	12
1.9.1. El bosque xerofítico	13
1.10. Adaptaciones ecofisiológicas de la biota de las zonas áridas	17
1.10. Papel de las relaciones simbióticas en la restauración de los bosques xerofíticos de la República Bolivariana de Venezuela	17
1.12. Glosario de términos básicos	19
Sección 2.	25
2. Ecosistemas xerofíticos en la República Bolivariana de Venezuela	25
2.1. Causas de la degradación del bosque xerofítico	25
2.2. Caracterización del bosque xerofítico	25
2.2.1. Regiones climáticas asociadas al bosque xerofítico	25
2.2.2. Influencia del microclima en las formaciones vegetales	26

2.2.3. Suelos de los bosques xerofíticos	28
2.2.4. Diversidad de la fauna silvestre en el bosque xerofítico	29
2.2.5. Causas de la declinación de la fauna	31
2.2.6. Aves del bosque xerofito venezolano	31
2.2.7. Mamíferos y su papel en bosque xerofito	32
2.2.8. Anfibios en el bosque xerofito	33
2.2.9. Reptiles en el bosque xerofito	33
2.3. Distribución del bosque xerofítico	34
2.4. Variaciones regionales de los bosques xerofíticos	38
2.4.1. Bosque xerofítico del estado Falcón	38
2.4.2. Bosque xerofito del estado Zulia	41
2.4.3. Bosque xerofito del estado Nueva Esparta	44
2.4.4. Bosque xerofito del estado Lara	46
2.4.5. Bosque xerofito del estado Mérida	48
2.4.6. Bosque xerofítico de la Península de Paria, estado Sucre	50

Sección 3 55

3. Metodología para la restauración del bosque xerofítico	55
3.1. Planificación estratégica de los recursos naturales	55
3.2. Bases legales para la designación de áreas a restaurar	55
3.3. Evaluación de la tenencia de la tierra	56
3.4. Establecimiento de áreas para la restauración según la asignación de usos del territorio	56
3.5. Derechos originarios de pueblos y comunidades indígenas sobre las tierras	57
3.6. Etapas de la restauración ecológica	58
3.6.1. Fase 1: Búsqueda de Información	59
3.6.2. Fase 2: Análisis de la Información	59
3.6.3. Fase 3: Zonificación del bosque xerofito a restaurar	59
3.7. Diseño e implementación del plan de restauración	61
3.7.1. Diseño del plan de restauración	61
3.7.2. Ejecución del plan de restauración	61

Sección 4 67

4. Modelos alternativos para la restauración de bosques xerofíticos	67
4.1. Experiencias exitosas en la restauración de zonas áridas en la República Bolivariana de Venezuela	67
4.1.1. Restauración de un área de bosque xerofítico en la reserva biológica de Montecano (RBMC), Península de Paraguaná, estado Falcón	67
4.1.2. Sistemas agroforestales en Pecaya	67
4.2. Modelos alternativos para la restauración de bosques xerofíticos	70
4.2.1. Sistemas para la restauración de bosques xerofíticos en áreas naturales	70
4.2.2. El vivero agroforestal comunitario como eje del proceso de restauración ecológica	70

4.2.3. Recuperación de bosques de galería o bosques riparios en los cursos de agua y en la red de drenajes	73
4.2.4. Establecimiento de diques transversales para promover mayor infiltración de las aguas pluviales en el área de influencia de la red de drenaje	73
4.2.4.1. Secuencia cronológica sugerida para el establecimiento del sistema	76
4.2.5. Establecimiento de núcleos de vegetación mediante sucesión asistida	76
4.2.5.1. Siembra directa de semillas	76
4.2.5.2. Siembra de plantas de especies funcionales en grupos de Anderson	77
4.2.5.3. Lluvia de semillas	79
4.3. Sistemas agroforestales como alternativa en el proceso de restauración y producción sostenible en zonas áridas y semiáridas	80
4.3.1. Criterios para la elección de las especies a utilizar en los sistemas agroforestales	81
4.3.2. ¿Cómo establecer el sistema agroforestal?	81
4.4. Modelos de sistemas agroforestales para restauración del bosque xerofítico	82
4.4.1. Sistema 1: árbol maderable + arbusto o árbol pequeño aromático, frutal o medicinal + planta herbácea + epífita	82
4.4.2. Sistema 2: árbol maderable + arbusto o árbol frutal + cactácea o plantas armadas + epífita	83
4.4.3. Sistema 3: árbol maderable + cultivos anuales o de ciclo corto + gramíneas	84
Sección 5	91
5. Plan de recuperación de la fauna silvestre del bosque xerofítico	91
5.1. Aspectos a contemplar en un plan de manejo integral	91
5.2. Alternativas de plan de manejo de recuperación de la fauna silvestre del bosque xerofítico	92
5.2.1. Conservación in situ dentro de su hábitat natural	92
5.2.2. Conservación en cautiverio	92
5.3. Beneficios adicionales del plan de manejo para la recuperación de la fauna silvestre	92
5.4. Programa de educación ambiental	93
5.5. Recomendaciones finales para la planificación del sistema de manejo de los bosques xerofíticos en la República Bolivariana de Venezuela	94
Bibliografía	98
Figuras	
1.1. Información necesaria para establecer el plan de manejo de fauna	11
1.2. Información necesaria para establecer el plan de manejo de fauna (continuación)	12
1.3. Perfil de un bosque xerofito típico en la zona norte costera del estado Falcón, la República Bolivariana de Venezuela	14
1.4. Vista del sotobosque en un bosque xerofítico	15
1.5. Musgos que reaparecen durante la época lluviosa en los bosques xerofitos de Paraguaná	18

2.1. Localización geográfica de las regiones con clima árido y semiárido en la República Bolivariana de Venezuela	26
2.2. Efecto del cambio topográfico y de la dirección de los vientos en la generación de ecosistemas secos con distintas fisionomía	26
2.3. Vista interna de las diferentes formaciones vegetales que se forman por efecto de la entrada de vientos cargados de humedad en el Monumento Natural Montecano	27
2.4. Diversas formaciones vegetales y sus variaciones de acuerdo con su localización en función de la entrada de los vientos	28
2.5. Sistema de valorización de la fauna en la dinámica de los bosques	30
2.6. A) Cardenal (<i>Cardinalis phoeniceus</i>). B) paloma sabanera (<i>Zenaida auriculata</i>). C) perico cara sucia (<i>Eupsittula pertinax</i>) alimentándose del fruto de dato. D) Trepador sube (<i>Dendroplex picus</i>) limpiando la corteza de un cují (<i>Prosopis Juliflora</i>) E) turpial (<i>Icterus icterus</i>). F) cotorra cabeciamarilla (<i>Amazona barbadensis</i>)	32
2.7. Distribución de los bosques secos en la República Bolivariana de Venezuela de acuerdo con el sistema de clasificación de Holdridge	35
2.8. Mapa de la distribución de la vegetación de la República Bolivariana de Venezuela	36
2.9. Mapa de distribución del bosque xerófito de la República Bolivariana de Venezuela para noviembre de 2019	37
2.10. Tipos de la vegetación de acuerdo con variaciones topográficas en el estado Falcón	39
2.11. Representación del bosque xerofítico en el estado Falcón para el año 1986	40
2.12. Representación del bosque xerofítico el estado Falcón para el año 2019	40
2.13. Representación del bosque xerófito en el estado Zulia (2001)	42
2.14. Representación del bosque xerófito en el estado Zulia (2019)	43
2.15. Distribución del bosque xerofítico del estado Nueva Esparta (1986)	45
2.16. Distribución y estado de afectación del bosque xerofítico en el estado Nueva Esparta (2019)	45
2.17. Distribución del bosque xerófito del estado Lara (1986)	47
2.18. Distribución del bosque xerófito del estado Lara (2019)	47
2.19. Distribución del bosque xerófito del estado Mérida (1986)	49
2.20. Distribución del bosque xerófito del estado Mérida (2019)	50
3.1. Proceso de toma de decisiones para la designación de áreas a ser restauradas	57
3.2. Pasos para iniciar la planificación de la restauración de un área degradada	58
3.3. Proceso de elaboración de un mapa de zonificación ambiental a través de los SIG y análisis multicriterio	60
3.4. Acciones propuestas para apoyar la toma de decisiones y acciones a ser llevadas a cabo durante el proceso de restauración del bosque xerofítico	62
4.1. A- Área muy degradada cercada para la exclusión de herbívoros	68
4.2. Sistema de recolección de material vegetativo (hijuelos) de <i>Agave cocui</i> para el repoblamiento de las laderas	69
4.3. Experiencia en restauración de un área con y sin presencia de árboles en suelo desnudo	69
4.4. Modelos de viveros establecidos para los procesos de restauración en zonas de producción de agave	72
4.5. Sistema de restauración utilizando batería de diques	74
4.6. Zanjas de Infiltración convencionales, aplicables solo en condiciones de alta degradación	75
4.7. Modelos de zanjas de infiltración-absorción	75

4.8. Esquema de distribución de los sitios de siembra de las semillas de al menos 4 especies en el sistema de hoyadura	77
4.9. Distribución de las plantas en la técnica de siembra en grupos similares a los propuestos por Anderson 1953	78
4.10. Diseño de plantación por hectárea	79
4.11. Sistemas de restauración que incluyen siembra simultánea de <i>Agave cocui</i> , <i>Malpigia glabra</i> y <i>Prosopis juliflora</i> o <i>Caesalpineia coriaria</i>	80
4.12. Sistemas de restauración que incluyen siembra simultánea de <i>Agave cocui</i> , <i>Malpigia glabra</i> y <i>Prosopis juliflora</i> o <i>Caesalpineia coriaria</i> junto a <i>Croton heliaster</i> y <i>Lippia oreganoides</i> (arbustos aromáticos)	81
4.13. Propuesta de sistema agroforestal	
1. Árboles maderables, o frutales, arbustos y suculentas	83
4.14. Propuesta de Sistema agroforestal	
2. (A): Especies suculentas (<i>Aloe vera</i> , <i>Agave cocui</i>), Árboles (<i>Prosopis juliflora</i> o <i>Caesalpinia coriaria</i>) junto con arbustos (<i>Malpigia glabra</i>).	
(B) Adicionando cactáceas (<i>Cereus griseus</i> , <i>Acanthocereus tetragonus</i>)	84
4.15. Sistema agroforestal 3. Árboles de fuste corto, copas elípticas u ovoides. Cultivos anuales con exigencias lumínicas moderadas, tales como frijol, maíz, ají dulce, calabacín, entre otras	84
4.16. Sistemas agroforestales en laderas inclinadas utilizando árboles, arbustos, suculentas y cultivos de ciclo corto	85
4.17. Sistema agroforestal en la reserva de Biósfera Montecano. Maíz, auyama pirama en pequeños huertos cercanos al bosque seco	87

Cuadros

1.1. Cambios esperados para los ecosistemas terrestres ocasionados por el cambio climático	13
1.2. Especies asociadas al bosque xerofítico y su estado de conservación	16
2.1. Suelos que soportan a los ecosistemas secos de la República Bolivariana de Venezuela	29
4.1. Especies potenciales para el establecimiento de los sistemas agroforestales durante el proceso de restauración	86
4 2. Producción anual potencial de especies terrestres al norte de la República Bolivariana de Venezuela	93

Agradecimientos

Esta obra fue realizada desde el proyecto "Ordenación Forestal Sustentable y Conservación de Bosques en la Perspectiva Ecosocial", del Gobierno de la República Bolivariana de Venezuela a través del Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo -Minec, implementado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación- FAO, y financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial-FMAM.

Contó con la Orientación General de Jesús Cegarra, Coordinador técnico del proyecto y Ernesto Arends, Asistente técnico del Componente 3 del proyecto, responsable del área de restauración y recuperación de bosques.

El Contenido ha sido originado por la Dra. Miriam Díaz, ecóloga, catedrática y experta en bosques xerofíticos de la República Bolivariana de Venezuela.

Con la contribución de un grupo multidisciplinario de investigadores, científicos,técnicos y miembros de la comunidad de varias regiones áridas del país.

Colaboradores

Sr. Alexis Arends

Zoólogo
Fauna Silvestre y Zocriaderos CIEZA-UNEFM

Sra. Jaime Aranguren

Técnico Superior
Fauna Silvestre
CIEZA-UNEFM

Sra. Belmarys Chirinos

Manejo Caprinos
Veterinaria- UNEFM

Sr. Francisco Contreras

Mapas bosque xerofítico UNEFM

Sra. Enildeth Gotopo

Sistemas Agroforestales Trópico Seco CIEZA-UNEFM

Sr. Miguel Guerrero

Ing. Forestal
Viveros Agroforestales INTI

Sra. Rosalba Gómez

Botánica Sistemática Etnobotánica
Agronomía UNEFM

Sr. José Rodríguez

Flora de Falcón
Instituto Robert Wingfield UPTAEG

Sra. Lianette Yépez

Ing. Agrónomo
Propagación plantas CIEZA-UNEFM

Sr. Jimmy Morrel

Manejo Sostenible Caprinos Finca la Guadalupe
Veterinaria- UNEFM

Sra. Decsi García Abogado Tenencia de la Tierra
Consultora

Lic. Wilma Namías

Enfermera
Plantas medicinales
Apoyo logístico

Sr. Tulio Arends

Análisis de datos
INFALCOSTA

Sra. Vanesa Salas

Realización de fichas técnicas

Participación Comunitaria

Sres. María Eugenia Durán y José de Luca

(Finca La Esperanza). Coro

Sres. María y Esteban Cauro. Montecano

José Navarro

El Platerito

Eustiquio Medina Pecaya. Falcón.

Revisión técnica:

Equipo técnico de la Dirección General de Patrimonio Forestal (Minec)

Oficial Técnico Líder del Proyecto (FAO)

Sra. Barbara Jarschel

Contó con aportes sustanciales del **Sr. Renzo Silva**, especialista y estudioso del área forestal

Para su efectiva publicación contó con la supervisión de la **Sra. Liliam Lara**, Asistente técnico del Componente 4 del proyecto, responsable del área de Monitoreo y disseminación.

Rosa Elena Betancourt Edición General

Homero Hernández

Diseño Gráfico y diagramación

¿Cómo utilizar este manual?

Esta iniciativa ha sido preparada como un documento de referencia para quienes trabajan en el campo del manejo, conservación y restauración de los ecosistemas xerófitos de la República Bolivariana de Venezuela. La intención es servir de guía a los organismos del Estado venezolano, a las organizaciones comunitarias y otras organizaciones que deban ser involucradas en la lucha contra la desertificación y la mitigación del cambio climático, con el fin de lograr la neutralidad en la degradación de la tierra y promover su recuperación. Aunque esta investigación se ha concentrado en generar herramientas que permitan restaurar el bosque xerófito del país. La metodología aquí descrita puede adaptarse a ecosistemas similares localizados en dentro de la franja tropical en otros países, los cuales están considerados como los ecosistemas más frágiles del planeta debido a que se encuentran ubicados en áreas con temperaturas elevadas, donde la disponibilidad hídrica es baja, las precipitaciones son escasas y poco predecibles y las tasas de evapotranspiración muy altas. Condiciones estas que se ven agravadas debido a incrementos de más de nueve grados en las temperaturas máximas, asociadas al cambio climático y a sequías recurrentes y prolongadas. Los sistemas de restauración propuestos en este manual tienen la ventaja de poder ser adaptados de acuerdo a la dinámica de los cambios ambientales subsiguientes.

La información aquí presentada está específicamente orientada a que el usuario pueda entender y manejar los ecosistemas xerófitos tropicales y aplicar modelos e instrumentos que permitan lograr la recuperación de estos bosques. Con este trabajo hemos intentado promover escenarios de prevención y proveer modelos de restauración en áreas donde ya la degradación es resulta evidente.

Esta publicación está dividida en cinco partes. Una primera sección en la que se definen las bases conceptuales para la restauración y el manejo del bosque xerófito, también se ofrece un glosario de términos a fin de facilitar la apropiación por parte del usuario de las terminologías y técnicas de restauración; la sección 2 contiene la caracterización, distribución y variación regional del bosque xerófito en la República Bolivariana de Venezuela; además de un breve análisis retrospectivo de este bosque en varias regiones áridas y semiáridas, a partir de una serie de mapas actualizados generados durante la investigación, que permitirán observar el grado de afectación de este ecosistema.

En la sección 3, se plantea la metodología propuesta para la restauración del bosque xerófito, desde su etapa conceptual hasta el diseño y ejecución del plan de restauración, contemplando las fases de diagnóstico, análisis de información y la zonificación de las áreas a intervenir; bases legales, tenencia de la tierra, derechos de los pueblos originarios y comunidades que ocupan el territorio y los mecanismos de participación comunitaria en el establecimiento, vigilancia y control de las áreas restauradas.

La sección 4 plantea algunas formas de manejo para la restauración tanto del bosque nativo como de su fauna silvestre, propuestas para áreas degradadas con diferentes características topográficas, edáficas y microclimáticas; incluye el establecimiento de viveros comunitarios, el manejo activo y pasivo de la fauna silvestre, sistemas agroforestales y los zocriaderos como alternativas que consideramos pueden coadyuvar con éxito a reponer los recursos extraídos del bosque xerófito.

Mientras que la sección 5 contiene la referencia de algunas experiencias exitosas en el país en el manejo de estas áreas, se establecen las líneas para el desarrollo de un program de educación ambiental, y se elaboran unas series de recomendaciones para la planificación del sistema de manejo de los bosques xerófitos en la República Bolivariana de Venezuela.

Abreviaturas, acrónimos y siglas

ABRAE	área bajo régimen de administración especial
CIEZA	Centro de investigación en ecología y las zonas áridas
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONARE	Compañía Nacional de Reforestación
CRBV	Constitución de la República Bolivariana de Venezuela
EIASC	Estudio de Impacto Ambiental y Socio Cultural
ENAFOR	Empresa Nacional Forestal
EPS	Empresa de Propiedad Social
<i>Et al</i>	y otros
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
GEF	Fondo para el Medio Ambiente
GFS	gestión forestal sustentable
GPS	Sistema de posicionamiento global
INFALCOSTA	Instituto Falconiano para la Investigación, el Desarrollo Sustentable y Conservación de las Zonas Áridas y Costeras
INPARQUES	Instituto de parques nacionales
INTI	Instituto Nacional de Tierras
IPCC	grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático
Mm	dominio de nivel superior geográfico
MAT	Ministerio de Agricultura y Tierras
MPPAMB	Ministerio del Poder Popular para el Ambiente
MARN	Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales
MDF	fibropanel de densidad media
MFC	manejo forestal comunitario
MFCo	manejo forestal colaborativo
MFS	manejo forestal sostenible
MICB	manejo integral comunitario del bosque
MINEC	Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo
MPPA	Ministerio del Poder Popular para la Agricultura

Nm	nanómetro
NDVI	índice de vegetación de diferencia normalizada
ONG	organización no gubernamental
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OSP	organizaciones socio productivas
PFNM	productos forestales no maderables
POCFS	Plan de ordenación y comanejo forestal sustentable
REGVEN	Red geodésica venezolana
RESEX	reservas de Extracción
RFI	reserva forestal Imataca
SEFORVEN	Servicio Forestal Venezolano
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SIG	Sistema de Información Geográfica
TCO	tierras comunitarias de origen
UNDDC	Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación
UNDB	Empresas de Desarrollo de las Naciones Unidas
UNEFM	Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UPTAG	Universidad Politécnica Territorial Alonso Gamero
UICN	Unión Mundial para la Naturaleza
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza
ZMF	zona de manejo forestal

Símbolos y unidades

%	porcentaje
\geq	mayor que
\leq	menor que
+	más
-	menos
=	igual
cap	circunferencia a la altura de pecho
cg%	capacidad germinativa
cm	centímetros
cm ²	centímetros cuadrados
cm ³ o cc	centímetros cúbicos
cp%	coeficiente de pureza
cv%	coeficiente de variación
ha	hectárea
m ² /ha/año	metros cuadrados/hectárea/año
m ³ /ha/año	metros cúbicos/hectárea/año
sem /kg	semillas por kilogramos
m ³ /ha/año	metros cúbicos/hectárea/año



Introducción

Los bosques xerofíticos están sujetos a una fuerte presión antrópica, dada la relación de dependencia voraz por parte de las comunidades asentadas en ellos, principalmente debido a la extracción sin reposición de los elementos arbóreos, sequías recurrentes, escasez y manejo inadecuado de los recursos hídricos; aunado al sobre pastoreo y manejo inadecuado de rebaños lo que ha causado un grave estado de deterioro de estos frágiles ecosistemas, la disminución de la calidad de vida y una precaria condición socio económica de los pobladores.

Debido al cambio climático estas condiciones sociales y ambientales tienen una acelerada tendencia a empeorar, causando la degeneración de grandes extensiones del bosque xerofítico, desapareciendo y dando paso a nuevos desiertos creados por el hombre, lo que se conoce como el proceso de desertificación. Este fenómeno es objeto de estudio y preocupación en varios organismos internacionales, habiéndose firmado en 1995, la Convención de Naciones Unidas de lucha contra la Desertificación (UNCCD), que induce a los países miembros a combatir este peligroso flagelo que amenaza la seguridad alimentaria de estas frágiles regiones.

En la Asamblea General (COP 14) en la India, los países miembros, reconociendo la gravedad del fenómeno de desertificación se comprometieron a promover la neutralidad en la degradación de la tierra y la restauración de los ecosistemas degradados. La FAO es uno de los principales organismos responsables de la ejecución de acciones que conlleven a detener esta peligrosa situación a través de la creación de modelos agroecológicos de producción más amigables con el ambiente y a su vez promover y ejecutar procesos de restauración de los ecosistemas nativos que han sido degradados. En este mismo sentido, el periodo 2021-2031 ha sido declarado por Naciones Unidas como la Década de la Restauración.

En el caso de los bosques xerofíticos de la República Bolivariana de Venezuela, la situación es agravada por el incremento notable de más de cinco grados centígrados de la temperatura máxima en las últimas décadas y por el incremento en la evapotranspiración, lo que ha traído como consecuencia la pérdida de la biodiversidad y sequías prolongadas. Durante la conformación de este manual se analizaron varias regiones secas del territorio venezolano, utilizando imágenes satelitales y su validación en campo, detectándose con gran preocupación la desaparición de más del 40% de las áreas cubiertas por este singular ecosistema, lo que hace necesario tomar acciones inmediatas para su restauración.

Se hace énfasis en que los procesos de restauración no son rígidos y hay que tomar en cuenta que cualquier intento de restauración de un ecosistema determinado debe estar precedido por un estudio sistemático de sus componentes, de las interrelaciones bióticas y abióticas que los caracterizan y de la composición biológica original del ecosistema a restaurar. Se sugiere se adopten modelos que imiten o copien la estructura y dinámica de los ecosistemas nativos. Por ello, se ha tomado tiempo para recopilar y hacer accesible al usuario información sobre la composición florística, faunística y la dinámica de sistemas aun prístinos a fin de poder crear alternativas de restauración ecológicas, social y economicamente viables.

Dejamos por sentado que es absolutamente necesario tomar en consideración los aspectos socioeconómicos de las comunidades afectadas y garantizar que la restauración se convierta en un aliciente para mejorar su calidad de vida, de tal manera que la comunidad se convierta en aliado del bosque y no en su depredador. Por ello, es importante valorar sus componentes a partir de una revisión de los recursos biológicos nativos, su papel en el ecosistema, sus usos en alimentación, medicina, artesanía, y muy especialmente de sus posibilidades de reintroducción para la restauración de bosques degradados.

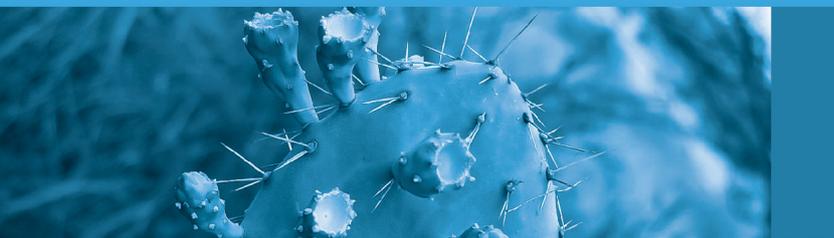
Esta propuesta se acompaña de una base inicial de datos sobre los recursos biológicos y edáficos del bosque xerofítico que deberá ser validada en cada región antes de emprender los procesos de restauración), se incluyen materiales didácticos de fácil comprensión inherentes al conocimiento y propagación de especies prioritarias tanto de flora como de fauna, a fin de poder incorporar a toda la población sin distinción de género o edad en los procesos de restauración y cumplir con devolverle a la tierra los recursos que le fueron sustraídos por el uso irracional del humano moderno.

Recordemos que la ocupación humana en la tierra data de más de 30 000 años y más del 90% de ella pudo subsistir y conquistar nuevos espacios con los recursos que el bosque y las praderas le ofrecían, pero en nuestro empeño por un desarrollo desmedido, ocasionamos la sobrepoblación del planeta, y por ende una alta demanda de tierras para la agricultura intensiva, la tala de árboles milenarios, la extracción masiva de los recursos minerales y madereros, y desarrollos urbanísticos de grandes dimensiones. En consecuencia, la humanidad ha logrado en menos de un milenio agotar el capital acumulado en millones de años por el planeta, ocasionando el agotamiento, de los recursos hídricos, del suelo y de la biodiversidad inclusive hasta extinguirlos. Afortunadamente, la razón ha empezado a triunfar y existen los acuerdos multilaterales para combatir el cambio climático, parar detener los procesos de desertificación y preservar la diversidad biológica. Este manual es una iniciativa que forma parte de esos acuerdos ya que se enmarca en los objetivos para “alcanzar la neutralidad en la degradación de la tierra”. Decimos entonces que “restaurar es el mejor camino”.





Sección 1



1. Bases conceptuales para la restauración del bosque xerofítico

1.1. Conceptos aplicados a la restauración

La restauración de un ecosistema o un agroecosistema parte de conocerlo a profundidad, entender y aplicar algunos conceptos fundamentales que rigen su funcionamiento. Los ecosistemas pueden recuperarse por sí solos cuando se eliminan los elementos de stress, tensores o barreras que impiden su regeneración, en un proceso conocido como restauración pasiva o sucesión natural; sin embargo, estos procesos son a largo plazo y generalmente se alcanzan varios estados de equilibrio inestables hasta alcanzar un equilibrio estable, conocido como clímax. La restauración activa implica, que con intervención humana, se ayuda al ecosistema a superar los tensores ambientales que impiden la regeneración, garantizando el desarrollo de procesos de recuperación que conlleven al regreso parcial y paulatino de las condiciones originarias. Cuando los ecosistemas están muy degradados o destruidos, y han perdido sus mecanismos naturales de regeneración es necesario asistirlos, es decir, intervenir en el proceso dinámico del sistema y generar un proceso de restauración asistida (sucesión dirigida o asistida).

1.2. Factores fundamentales del proceso de restauración

Si se desea restaurar el ecosistema original lo primero que hay que tomar en cuenta son aspectos sobre la diversidad biológica y su dinámica. Los procesos de restauración dependerán de cinco factores fundamentales:

- **Conocimiento profundo sobre la estructura original del bosque a restaurar, los componentes del ecosistema original y sus relaciones bióticas y abióticas:** De acuerdo con Dyke y Weaver (2013), la tendencia de los ecosistemas naturales después de una perturbación es crear nuevos estados de equilibrio hasta alcanzar la estabilidad; y la estabilidad del sistema es temporal, pero cada vez que sufre una perturbación intenta volver al equilibrio. A medida que el sistema es más complejo mayor estabilidad alcanzará, por ello proponen que antes de iniciar un proceso de restauración se debe conocer muy de cerca cómo funcionaba el sistema. La mayoría de las veces cuando pensamos en restauración pensamos en las especies más conspicuas, como los árboles, la fauna silvestre y los arbustos. Sin embargo, es muy importante considerar los elementos menos visibles y que tienen un papel fundamental en la captación, conservación y ciclaje de los nutrientes e inclusive en la formación inicial del suelo fértil; entre los más importantes se encuentran los hongos micorrícicos que juegan un papel preponderante en la fijación de fósforo, absorción del agua y en el balance de nitrógeno y carbono, ya que se convierten en extensores de la superficie de extracción por parte de las raíces finas. Con suerte el usuario de este manual podrá encontrar áreas con relictos del bosque original.

- **Conocimiento y manejo de los materiales de propagación (semillas, estacas, entre otras.)**
- **Establecimiento de relaciones con las comunidades:** cualquier sistema de manejo de un área determinada debe contar con el apoyo y defensa de las comunidades que los circundan. Ninguna institución por sí sola puede ser capaz de monitorear y vigilar un sistema agroecológico. Es de suma importancia involucrar a los diversos actores que se sirven del bosque, escuchar sus necesidades y establecer una relación de uso y usufructo que sea beneficioso tanto al hábitat *per se*, como a las comunidades; dar valor agregado a los productos distintos a la madera que pueden obtenerse a partir de un bosque, es decir, a los frutos, a las resinas, gomas, exudados, follaje, al valor ecoturístico, entre otros, que otorgan a las comunidades una alternativa de uso o de ingreso. Solo así se logrará su transformación en guardianes del bosque.
- **Diseño de un plan adecuado de ejecución y monitoreo:** en las secciones III, IV y V de este manual los usuarios podrá encontrar los pasos a seguir para la elaboración del Plan de Restauración del Bosque Xerofítico, junto con algunas referencias de experiencias exitosas y diferentes propuestas de manejo aplicables según las necesidades del área a restaurar y las comunidades involucradas.

1.3. Restauración ecológica

La restauración ecológica, según la Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica, consiste en “asistir a la recuperación de ecosistemas que han sido degradados, dañados o destruidos” (Hobbs, y Norton, 1996). El objetivo de la restauración ecológica es la conservación y reposición del capital natural, así como la restitución de los servicios ecosistémicos para su disfrute y aprovechamiento por parte de la sociedad. Se distingue de otras prácticas que persiguen objetivos afines, en que sus métodos se fundamentan en un referente histórico del funcionamiento y composición del ecosistema a restaurar, especialmente se toma en cuenta los factores que inciden sobre los procesos que regulan flujos de los recursos más limitantes. Su implementación debe siempre estar en concordancia con los procesos evolutivos del ecosistema. En otras palabras, se debe imitar las condiciones prístinas de los ecosistemas.

De acuerdo a esta visión, la capacidad de restaurar un ecosistema dependerá de los conocimientos que de él se tengan, en especial del estado del ecosistema antes y después del disturbio, el grado de alteración de la hidrología, geomorfología y suelos, causas por las cuales se generó el daño, estructura, composición y funcionamiento del ecosistema preexistente, información acerca de condiciones ambientales regionales, interrelación de factores de carácter ecológico, cultural e histórico: es decir la relación histórica y actual entre el sistema natural y el sistema socioeconómico, y la disponibilidad de la biota nativa necesaria para la restauración.

Para que la restauración ecológica sea exitosa debe realizarse desde una aproximación holística, que contemple conocimientos ecológicos científicamente contrastados, criterios socioeconómicos, el contexto cultural en el que se realiza la intervención, e incluso la emoción y la sensibilidad de cada uno de los pobladores y usuarios de los ecosistemas o paisajes a restaurar.

1.4. Procesos de restauración en áreas intervenidas por cultivos intensivos

Si se interviene un sistema tan delicado y complejo como estos hay que partir del profundo conocimiento no solo de sus interrelaciones abióticas, sino también de las bióticas. Afortunadamente en las dos últimas décadas, han emergido conceptos unificadores entre la producción y la ecología (forestería análoga, agroforestería, biomímica, entre otros) que ha conllevado a la creación de sistemas alternativos de producción más amigables con el ambiente, estos tratan de respetar los principios que rigen el funcionamiento de los ecosistemas naturales tales como sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles, los mismos deberían convertirse en el patrón a seguir, siempre tomando en cuenta que el principio es el mismo, pero habrá variantes regionales, fundamentadas en las características bióticas y abióticas de cada zona. La agricultura en zonas áridas es posible, si se replantea el cómo y el cuándo. En la sección 4 se propone algunos sistemas que servirán de modelo y podrán ajustarse de acuerdo con los cambios en la topografía, el tipo de suelo, el clima y el microclima de una región determinada.

1.5. Restauración agroecológica

La restauración agroecológica es el proceso mediante el cual se ejecutan planes de restauración de campos agrícolas que generan bienes y servicios alimentarios o utilitarios a las comunidades, pero que a la par acompañan la restauración del paisaje natural y fomentan la reintroducción de especies amenazadas. La restauración agroecológica conlleva a la ejecución de acciones que favorecen a la biodiversidad y servicios ecosistémicos concretos sin competir por el uso de la tierra y por ende es una herramienta útil que permite aumentar la sostenibilidad de los agroecosistemas. Este enfoque implica que se mantiene en un terreno la actividad agrícola, pero aplicando los criterios de sustentabilidad, promoviendo los sistemas agroforestales, la agricultura orgánica, la recuperación de la biodiversidad en áreas adyacentes, la protección del suelo y de sus microorganismos, promoviendo el regreso de los polinizadores, dispersores de semillas y el mantenimiento de la cobertura del suelo. El objetivo primordial es seleccionar y poner en práctica aquellos usos de la tierra que mejor satisfagan las necesidades de la población al tiempo que salvaguardan los recursos biológicos para el futuro y se convierten en herramientas para la toma de decisiones sobre cómo asignar dichos recursos (FAO, 1993; PNUMA 1999).

En relación con esta visión holística han nacido varias disciplinas integradoras que promueven la producción simultánea de bienes y servicios agrícolas y forestales. Los sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles son formas de uso y manejo de los recursos naturales, en los cuales especies leñosas (árboles, arbustos y palmas) se utilizan en asociación deliberada con cultivos o con animales en el mismo terreno, de manera simultánea o en una secuencia temporal (Altieri y Nicholls, 2007) y (Montagnini, 1992). Los mismos han sido utilizados con éxito en regiones bajo diversas condiciones ecológicas, económicas y sociales; constituyen alternativas para las zonas áridas, ya que proporcionan una mayor seguridad contra las anomalías del clima (Díaz, 2004 y García, 1999) y serán tratados en detalle más adelante en este manual.

1.6. Restauración del paisaje

La FAO (2018) propone para las tierras secas un concepto más integrado de restauración a nivel de paisaje, que es integrar la protección del hábitat, la biodiversidad, el manejo sostenible de los recursos naturales, la regeneración natural asistida (coadyuvar en la regeneración introduciendo elementos autóctonos degradados u amenazados), incluyendo estabilización de dunas, manejo de laderas, siembra de arbustos, árboles y pastos de múltiples propósitos respetando las cadenas tróficas y los flujos de energía.

La Ecología es la principal herramienta para la restauración del paisaje ya que estudia la estructura y funcionamiento de la naturaleza, entendida como una descripción cuantitativa de la historia natural de un ecosistema, con énfasis en la composición relativa de los individuos que la conforman (abundancia, densidad, dominancia) y sus relaciones con el ambiente que los rodea.

1.7. Mecanismos de participación comunitaria en los proyectos de restauración

La restauración ecológica es una actividad con diferentes escalas espacio temporales en la que los disturbios antrópicos juegan un papel importante, de allí que sea fundamental antes de emprender un programa de restauración, explorar el grado de aceptabilidad por parte de los pobladores, en función del entorno socioeconómico que prevalezca en el área. Los conocimientos que tienen las poblaciones humanas locales sobre su región, su historia de uso, la ubicación de las especies y en algunos casos su propagación, las inquietudes en relación a la pérdida de servicios ambientales de los ecosistemas, las aspiraciones y el compromiso en relación al proceso de restauración por parte de las comunidades, son elementos sin los cuales no será posible alcanzar el éxito. Hay que tener presente, que la restauración es una actividad de largo plazo y por consiguiente quienes deben garantizar la continuidad de los proyectos son las comunidades locales con el apoyo de organizaciones locales, municipales, estatales y nacionales.

Para emprender un proyecto de restauración ecológica con participación comunitaria, la comunidad debe ser contemplada como una unidad integral. Es necesario promover la participación de adultos (mujeres y hombres), jóvenes, niños y niñas y generar procesos de trabajo entre trabajadores agrícolas de diferentes edades y géneros, profesores, padres de familia y alumnos; entidades locales: asociaciones comunitarias, ONG, organizaciones indígenas, organizaciones ambientales, entidades estatales que participan en la conservación regional de los recursos; investigadores de la conservación y restauración ecológica: biólogos, ecólogos, ingenieros forestales, antropólogos, sociólogos, geógrafos, artesanos y trabajadores sociales entre otros.

En las instituciones públicas existe un reconocimiento cada vez mayor de la necesidad de trabajar estrechamente con la sociedad civil y el sector privado en plataformas de múltiples sectores e instituciones como forma de legitimar las políticas nacionales y mejorar la gobernanza y la gestión del cambio del uso de la tierra. El marco institucional no solo se debe entender en términos de departamentos gubernamentales y estructuras administrativas, sino también como un sistema integrado en el que esos componentes del marco trabajan con las comunidades locales, las organizaciones de la sociedad civil

y los intereses responsables del sector privado. Cuando la población es capaz de asociarse y formar organizaciones, federaciones a nivel local y nacional, también puede participar de forma más activa en la promoción a fin de mantener sus derechos. El reconocimiento de los derechos consuetudinarios o los derechos informales de tenencia de la tierra proporciona a la población local una fuerte motivación para desempeñar funciones de cumplimiento y evaluación, ayudando así a garantizar la aplicación de los marcos reglamentarios.

1.8. Manejo de la fauna silvestre en los procesos de restauración

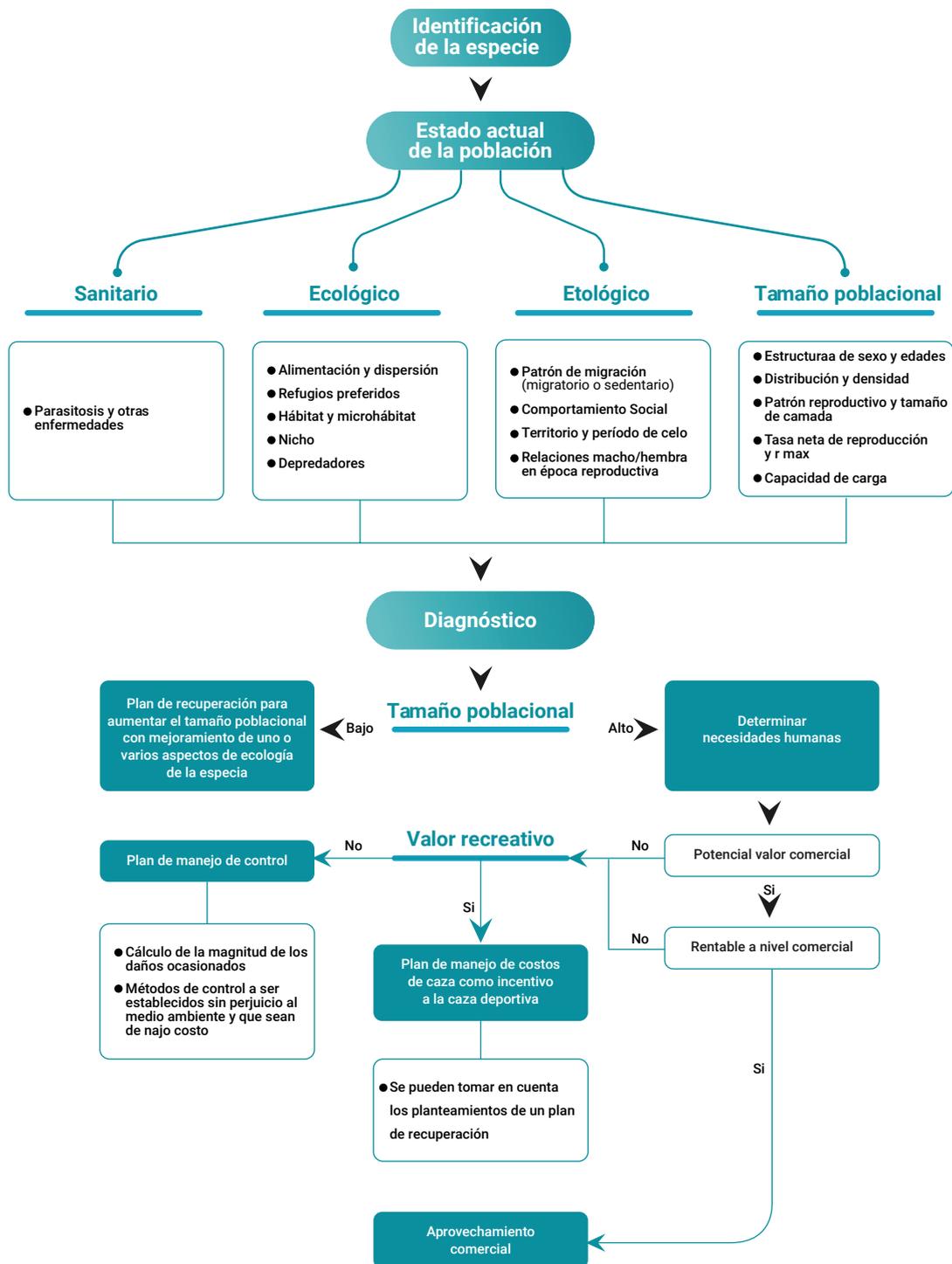
La meta primaria del manejo de la fauna silvestre es la protección de las especies para poder asegurar su recuperación y crecimiento, la segunda es la protección del hábitat de las especies de modo que estas puedan desarrollar su potencial biótico; solo así podemos lograr la tercera meta que es asegurar un aprovechamiento sustentable, para satisfacción de las necesidades que la sociedad se ha establecido en relación con el recurso (Fergunsson-Laguna, 2010).

Como el objetivo de este manual es la restauración del bosque xerofítico, con respecto a la fauna debemos concentrarnos de estas tres modalidades de plan de manejo, en un plan de aprovechamiento (Figuras 1.1 y 1.2). Para lo cual hay que tomar en cuenta los siguientes componentes principales:

- Objetivo humano que se quiere lograr
- Estudio y manejo de las especies.
- Estudio y manejo del hábitat donde se realice.
- Principales amenazas/presiones.
- Legislación (leyes, normas, reglamentos, etc.) que regula las metas del manejo de fauna.
- Incorporación de la comunidad con divulgación a todos los niveles
- Entrenamiento del personal que participará en el manejo (técnicos, usuarios, entre otros).
- Monitoreo y retroalimentación (González Romero, 2011; Hernández-Silva *et al.*, 2018; Aguirre-Mendoza y Ochoa-Luzuriaga 2014).

► **Figura 1.1**

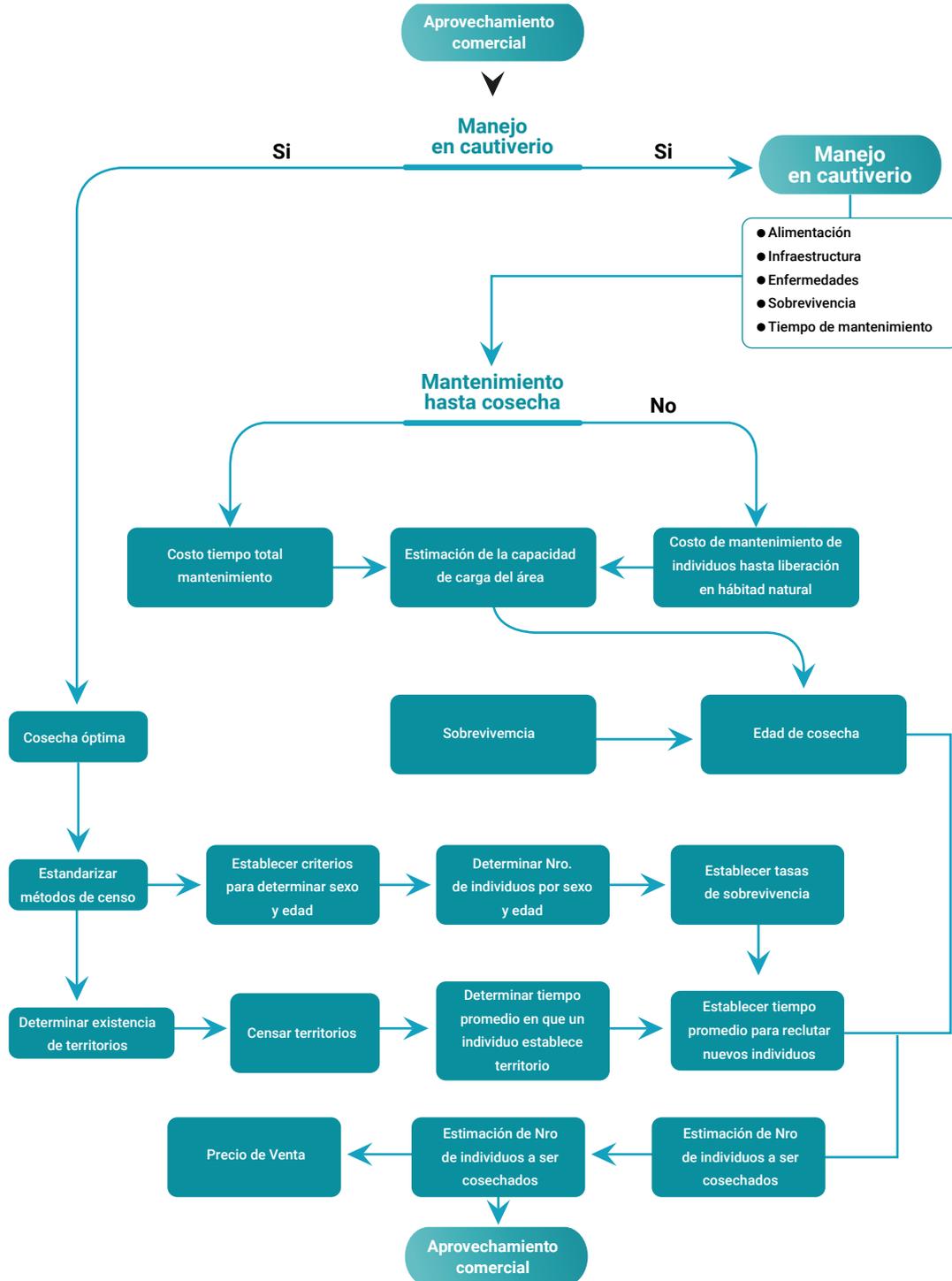
Información necesaria para establecer el plan de manejo de fauna



Fuente: elaboración propia

► **Figura 1.2**

Información necesaria para establecer el plan de manejo de fauna (continuación).



Fuente: Arends, 2019.

1.9. Restauración ecológica del bosque xerofítico en la República Bolivariana de Venezuela

Antes de iniciar un proceso de restauración, es sumamente importante que se conozca muy de cerca la diversidad biológica originaria y adaptada a las condiciones regionales, debe realizarse una revisión exhaustiva del histórico de las precipitaciones y su distribución, del microclima y de las condiciones del suelo. Dependerá entonces de las condiciones de la localidad que se desea restaurar, por ello no podemos recomendar un método definitivo y único, pero si una secuencia lógica para llevar a cabo un proceso de restauración tomando en consideración algunas variantes topográficas y micro climáticas que servirán de guía; siempre considerando que las áreas a restaurar no son fáciles, son tal vez de las más extremas en el trópico y que existen procesos fundamentales que afectan la biodiversidad y su supervivencia. Dos grandes amenazas son el cambio climático y la desertificación. Las condiciones imperantes en las tierras secas de esta nación (Cuadro 1.1) las colocan dentro de los retos más grandes en los procesos de restauración. Es importante no perder de vista los siguientes aspectos durante la planificación y ejecución del proceso de restauración del bosque xerofítico en el país:

1. Venezuela está localizada en la franja tropical, en este sentido los modelos de restauración que generemos deben ser propios.
2. Los suelos del bosque xerofítico son alcalinos, pesados y pedregosos.
3. La variación térmica diaria tiene una amplitud mayor que otros ecosistemas similares en la franja intertropical.
4. Las precipitaciones son escasas, impredecibles y su distribución irregular
5. La pérdida de agua por evapotranspiración es sumamente elevada, hasta tres veces mayor que la precipitación.
6. En las planicies costeras se está observando un proceso lento pero significativo de salinización de los suelos.
7. El cambio climático tendrá severas consecuencias en los ecosistemas más secos y de mayor amplitud térmica que en ecosistemas más húmedos.
8. Muchos de las áreas de bosque xerofítico están expuestos a vientos fuertes y herbivoría, en este sentido hay que tomar previsiones antes de iniciar el proceso de restauración.
9. La diversidad cultural entre regiones de la República Bolivariana de Venezuela es evidente y debe tomarse en cuenta, no es lo mismo restaurar un área semiárida en la costa que un área seca detrás de las montañas.

► **Cuadro 1.1**

Cambios esperados para los ecosistemas terrestres ocasionados por el cambio climático
Las zonas áridas tropicales son el mayor el reto de adaptación al cambio climático

Características ambientales Actuales	Características ambientales Futuras
Altas temperaturas	Se predice un incremento de la Temperatura para el 2050 de 2-5 grados en promedio
Lluvias impredecibles	Pero debemos recordar no es al promedio al que responde la biota
Alta evaporación	Más importante para la vida biológica son
Suelos pesados	los extremos (mínimos y máximos)
Exceso de radiación	En el trópico seco el incremento en la escasez de agua temperatura conlleva a mayor déficit hídrico
Escasez de agua	La temperatura máxima incrementara
Exceso de sales en el suelo	

1.9.1. El bosque xerofítico

El término bosque xerofítico, se refiere a un bioma generalmente asociado a climas secos, áridos o semiáridos donde predominan elementos arbóreos adaptados a la sequía. De acuerdo con su localización latitudinal puede ser tropical, subtropical o templado. Este bioma es conformado por ecosistemas muy particulares, producto de la confluencia de factores climáticos, orográficos, edáficos y fisionómicos que conforman un arreglo de formas de vida que le dan un aspecto característico definido por la presencia de elementos vegetales armados y suculentos (cardones o cactus, tunas, agaves), asociados a árboles perennifolios (olivo, mamón, guayacán, cují, dividivi, etc.), árboles caducifolios (curarí, aragúan, apamate etc.), arbustos (semeruco, salvia, orégano, cruceto) y hierbas anuales (jajato, yuquilla, abrojo); aquellos ubicados en zonas costeras, tienen mayor abundancia de cactus columnares y bromelias epífitas; los que están detrás de montaña suelen ser menos densos y casi sin epífitas.

En el contexto mundial son considerados ecosistemas muy frágiles ya que generalmente son desplazados por grandes concentraciones humanas. En el continente americano, específicamente en la franja tropical, alrededor de 1,5 millones de hectáreas son afectadas por climas muy secos que moldean un cinturón árido denominado peri-caribeño, que incluyen el norte de la República Bolivariana de Venezuela y Colombia, las Islas del Caribe, una buena proporción en América Central (especialmente México y Guatemala) y el nordeste de Brasil (Lahey, 1973; Walter, 1973; Medina, Olivares y Marín, 1985; Díaz 1990; Díaz, 2001).

► Figura 1.3

Perfil de un bosque xerofítico típico en la zona norte costera del estado Falcón, República Bolivariana de Venezuela



©Miriam Díaz

En el caso del continente americano las especies más conspicuas y emergentes pertenecen a las familias Cactaceae, Asphodelaceae y Bromeliaceae (Figura 1.3 y 1.4). En general estas especies suculentas están acompañadas por árboles caducifolios, siempreverdes de hojas muy coriáceas y muchos árboles de hojas compuestas muy pequeñas, como las leguminosas cují (*Prosopis juliflora*) y dividivi (*Caesalpinia coriaria*), pero dentro del bosque en su fracción más cercana al suelo (el sotobosque) predominan cactáceas de porte bajo como el buche (*Melocactus caesius*), tunas (*Opuntia wentiana*), cocuy (*Agave cocui*), teco (*Bromelia humilis*), arbustos como el orégano silvestre (*Lippia oreganoides*) y la salvia (*Croton flavens*).

► **Figura 1.4****Vista del sotobosque en un bosque xerofítico, estado Falcón**

©RosaElenaBetancourt

Las especies arbóreas adaptadas a esas condiciones son apreciadas en la industria maderera informal debido a la densidad de sus maderas por lo que son extraídas para la construcción de cercados, construcción de muebles artesanales y leña lo cual aunado a la tala masiva para el establecimiento de potreros ha provocado la generación de áreas muy degradadas y nuevos desiertos. Así mismo la agricultura intensiva con riego sobre suelos salobres ha provocado la salinización de suelos y la creación de nuevos desiertos (Díaz, 2001). Por otra parte la interrupción de los cursos normales de escorrentía y la penetración de aguas salobres sobre los acuíferos de agua dulce han provocado serios estragos sobre el bosque xerofítico siendo más susceptibles las especies arbóreas de raíces más profundas tanto en las islas del caribe (Díaz, Yépez y Alarcón y Yépez, 1990). Es por ello que se considera que la base de la restauración es conocer primariamente los elementos naturales que componen o afectan el bosque xerofítico.

El manejo sostenible del suelo, del agua y de la biodiversidad, puede ayudar a cerrar la brecha del rendimiento, incrementar la resiliencia de los ecosistemas y apoyar a la gente que depende de ellos para vivir mejor, entendiendo que la única salida a la crisis ambiental que padece el planeta y la crisis socioeconómica en especial de los habitantes de las tierras secas, es preservar el remanente de bosque xerofítico y emprender una fuerte campaña de restauración que emulen sus condiciones prístinas antes que sea demasiado tarde. El Cuadro 1.2 muestra un listado de especies asociadas al bosque xerofítico y su estado de conservación. Se puede observar que varias especies están en peligro de extinción, algunas de ellas de gran importancia en la alimentación y la medicina natural para los pobladores originarios de estas regiones. Tal es el caso del ñame de indio (*Amoreuxia wrightii*) y la tuna mansa (*Opuntia boldhingi*), especies endémicas muy resistentes a la sequía y que según las crónicas de Oviedo (Wingfield, 2017) fueron los principales alimentos de los indígenas caquetíos que habitaban en las planicies costeras.

► Cuadro 1.2

Especies asociados al bosque xerofítico y su estado de conservación

Habito	Nombre científico	Nombre común	Uso	Valoración de la condición actual
	<i>Tabebuia rosea</i>	Orumo, Apamate	Forestal, construcción, ornamental.	Vulnerable
	<i>Prosopis juliflora</i>	Cují, Cují yaqui	Construcción, alimenticio, medicinal, carbón	Amenazado
	<i>Malpighia emarginata</i>	Semeruco	Alimenticio, medicinal	Abundante
	<i>Bulnesia arbórea</i>	Vera	Forestal, construcción, artesanía, medicinal, cosmética, química, ornamental	Vulnerable
	<i>Astronium graveolens</i>	Gateado	Ornamental, medicinal, ebanistería, construcción	Vulnerable
	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Merey	Alimenticia, medicinal	Amenazado
	<i>Plumeria rubra</i> L.	Amapola, atapaimo, floripondio	Medicinal, ornamental	Vulnerable
	<i>Spondias mombin</i>	Jobo	Alimento, medicinal	Vulnerable
	<i>Handroanthus bilbergii</i> K. Shum	Curarí	Construcción, artesanía y muebles	Vulnerable
	<i>Crescentia cujete</i>	Tapara, totumo, taparo	Artesanía, medicinal	Vulnerable
	<i>Erythrina velutina</i>	Barisigua	Madera	Amenazada
	<i>Bourreria exsucca</i> Jacq.	Flor blanca	Artesanía, leña	Vulnerable
	<i>Bursera karsteniana</i>	Isicagua blanca, bálsamo	Medicinal	Amenazado
	<i>Bursera simaruba</i>	Indio desnudo	Medicinal	Amenazado
	<i>Cynophala linearis</i> (Jack)	Olivo macho, quebebé	Medicinal	Vulnerable
	<i>Pereskia guamacho</i> Web.	Supí, guamacho	Alimento, Medicinal	En Peligro
	<i>Talisia oliviforme</i>	Cotoperís	Alimento, medicinal	Amenazado
	<i>Tabebuia rosea</i>	Apamate	Maderas	Amenazado
	<i>Caesalpinia coriaria</i>	Dividive	Medicinal, taninos, curtiembre de pieles	Vulnerable
	<i>Geofrea spinosa</i>	Taque	Alimento	Vulnerable
	<i>Guaiacum officinale</i>	Guayacán	Medicinal, ornamental, madera	Amenazado

Herbáceas y arbustos	<i>Heliotropium indicum</i>	Rabo de alacrán	Medicinal	Vulnerable
	<i>Ruellia tuberosa</i> L.	Yuquilla, escopetilla	Medicinal	Abundante
	<i>Jatropha gossypifolia</i>	Sibidigua, Tuatúa	Medicinal	Vulnerable
	<i>Lantana camara</i>	Cariaquito	Medicinal	Vulnerable
	<i>Alternanthera halimifolia</i>	Pico de pollo, abrojo	Alimento animal, medicinal	Abundante
	<i>Amaranthus dubius</i> Mart.	Bledo, pira	Alimento, medicinal	Amenazado
	<i>Gomphrena albiflora</i> Moq.	Guaco		Vulnerable
	<i>Atriplex oestophora</i>			Vulnerable
	<i>Cassia occidentalis</i>	Café silvestre, brusca	Alimento, medicinal	Abundante
	<i>Tribulus cistoides</i> L.	Abrojo	Alimento animal, medicinal	Abundante
	<i>Amoreuxia wrightii</i> A.Gray	Ñame de indio, botón de oro	Alimenticia	En peligro (endémica)
	<i>Oxycarpha suaedifolia</i>			En peligro (Endémica)
	<i>Cajanus cajan</i>	Quinchoncho, cascabel	Alimento, medicinal	Vulnerable
	<i>Croton flavens</i>	Salvia	Medicinal	Abundante
Suculentas	<i>Hylocereus leinmairei</i>	Pitahaya	Fruta comestible	Vulnerable
	<i>Agave cocui</i> Trel.	Cocuy	Alimento, fibra, medicina y licor	Amenazado
	<i>Opuntia boldhingi</i>	Tuna mansa	Alimentos y forraje	En Peligro (Endémica)
	<i>Ritheroocereus grisseus</i>	Cardón de dato	Frutales	Abundante

Fuente: elaboración propia.

1.10. Adaptaciones ecofisiológicas de la biota de las zonas áridas

Las especies nativas tienen mecanismos metabólicos muy particulares, relaciones simbióticas muy frágiles y patrones de respuesta a las precipitaciones que les permite no solo sobrevivir sino ser altamente productivas y exitosas aun en condiciones de extrema de sequía (Díaz, 1984; Medina *et al.*, 1989; Adams *et al.*, 1989; Díaz *et al.*, 1990; Winter *et al.*, 1990; Alarcón y Díaz, 1993; Musset y Díaz, 2001; Díaz, 1994; Díaz y Granadillo, 2005; Edwards y Díaz, 2006; Naranjo *et al.*, 2012). Estos mecanismos de adaptación deben ser cuidadosamente documentados a fin de poder aplicarlos en el diseño de sistemas de producción y restauración. Igualmente es muy importante conocer la fenología de estas especies, cuándo producen flores, cuánto tardan en madurar sus frutos, quiénes son sus polinizadores. En la mayoría de los casos la producción de flores y frutos está acoplada a la incidencia de lluvias efímeras, es común observar la sincronización de estas especies con las lluvias y sus polinizadores.

1.11. Papel de las relaciones simbióticas en la restauración de los bosques xerofíticos

Es conocido que casi todas las plantas establecen relaciones simbióticas con hongos o bacterias y que estos tienen un papel preponderante en el establecimiento exitoso de las plantas, especialmente en

ecosistemas extremos (Van der Heijden, *et al.*, 2015; Corrales, *et al.*, 2018). En la República Bolivariana de Venezuela ha habido esfuerzos pioneros en los estudios de estos simbioses y la producción de inóculos aplicables a la agricultura y la restauración (Cuenca *et al.* 2007; Cáceres *et al.*, 2009). Se ha demostrado que el incremento de la fertilidad natural y del potencial de infección de hongos micorrícicos arbúsculares de los suelos secos y alcalinos estimula significativamente la productividad del *Agave cocui*, acortando el tiempo de crecimiento de estas especies, adelantando la época de cosecha y sobre todo contribuyen a la recuperación de ecosistemas frágiles y degradados en las zonas áridas (Naranjo Briceño, *et al.*; 2012). En la Península de Macanao, estado Sucre (Fajardo, *et al.*, 2015) plantaron cinco especies de árboles nativos (*Tecoma stans*, *Bulnesia arborea*, *Piscidia carthagenensis*, *Prosopis juliflora* y *Parkinsonia praecox*), en áreas deforestadas, con la aplicación de hidrogel para garantizar la sobrevivencia y crecimiento de las plantas. Los resultados indican que la restauración con hidrogel promueve una mayor riqueza y diversidad de hongos micorrícicos arbúsculares (HMA), los autores sugieren que esta estrategia de manejo podría contribuir con la aceleración de la regeneración natural en un ecosistema donde el agua es limitante.

Los musgos desempeñan funciones importantes en los ecosistemas, son fundamentales en el balance hídrico, pioneros en suelos inestables controlando la erosión y colonizando sitios alterados, sirven como hábitat y alimento para invertebrados, y también constituyen sitios propicios para la germinación de plantas vasculares. Si bien algunas especies leñosas se ven afectada durante su germinación por la presencia de musgos, estos facilitan la germinación de otras especies arbóreas de los bosques templados. En la Península de Paraguaná se evidencia la importancia de las briofitas, los musgos y los líquenes en la restauración de zonas áridas, ya que permanecen latentes y apenas empiezan los periodos de lluvia se activan. Estos organismos forman costras, que pueden cubrir partes importantes del suelo generando zonas más húmedas para el establecimiento de plántulas (Figura 1.5).

► Figura 1.5

Musgos que reaparecen durante la época lluviosa en los bosques xerofitos de Paraguaná y son los primeros receptores de las lluvias



Nótese que aunque los arbustos se encuentran sin hojas los musgos ya han iniciado la captación de la humedad. Los líquenes en cambio permanecen todo el tiempo con el mismo aspecto.

Además de los musgos, debe tenerse en cuenta que las bacterias fijadoras de nitrógeno, los líquenes, y las plantas epífitas contribuyen con el proceso de retención del agua y nutrientes. Otros autores (Torres-Rodríguez *et al.*, 2019), sugieren que al momento de iniciar un proceso de restauración deben tomarse en cuenta a los invertebrados tales como artrópodos (insectos, arácnidos, miriápodos) ya que son el grupo más numeroso de animales en el planeta y de gran importancia en la restauración, estos cumplen múltiples roles en el ecosistema (herbívoros, , descomponedores, polinizadores, carnívoros, entre otros), los anélidos (lombrices de tierra) y los pequeños mamíferos, anfibios y reptiles que se alimentan de ellos son también base fundamental para la restauración.

1.12. Glosario de términos básicos

En vista de que la restauración ecológica es un proceso donde deben intervenir profesionales de diversas disciplinas, miembros de las comunidades con diferentes visiones y profesiones, y representantes de instituciones locales y nacionales; es importante lograr que todos hablen un mismo lenguaje, que se entiendan entre sí y puedan lograr trabajar coordinadamente. A continuación se explican de forma más específica los niveles de organización en los sistemas biológicos y algunos conceptos básicos que debe conocerse antes de emprender planes de restauración.

1.12.1. Bioma: unidad ecológica de mayor jerarquía en que se divide la biosfera, atendiendo a un conjunto de factores climáticos y geológicos que determinan el tipo de vegetación y de la fauna que allí coexisten. Entre ellos podemos nombrar: Tundra, bosques caducifolios, bosques secos, bosques xerofitos, bosques nublados, praderas y pampas, bosques mediterráneos, selva tropical, desiertos y biomas acuáticos.

1.12.2. Degradación: se trata de los cambios que ocurren dentro de los ecosistemas que afectan su estructura, tamaño o función, reduciendo sus capacidades para proveer bienes y servicios ambientales.

1.12.3. Ecosistemas: son áreas de tamaño variable, con estrecha relación o asociación de sus componentes abióticos (suelo, radiación solar, temperatura, el agua, el viento, la concentración de oxígeno y de carbono, los nutrientes disponibles, entre otros) y bióticos (todos aquellos organismos vivos que interactúan e influyen en el crecimiento, reproducción y adaptación al hábitat donde se desarrolla la vida), que funcionan de manera interrelacionada. Son dinámicos, cambian como resultado de factores internos y externos dándose la sucesión ecológica. Tienden a ser homeostáticos y su grado de resiliencia aumenta con la complejidad de estos.

1.12.4. Comunidad: conjunto de poblaciones que habitan en un mismo lugar en un tiempo determinado. En términos ecológicos contienen especies que comparten características y necesidades biológicas que juntas forman una biocenosis, en donde establecen interrelaciones que regulan tanto la dinámica de sus poblaciones como los procesos.

1.12.5. Población: conjunto de individuos de la misma especie que ocupan un lugar y tiempo determinado, y que además tienen descendencia fértil.

1.12.6. Individuo: mínima expresión jerárquica de la vida, un árbol, un animal o un microorganismo de una especie determinada.

1.12.7. Bosque: a efectos de este manual adoptaremos la siguiente definición, comunidad biológica formada por plantas, animales y otros seres vivos interrelacionadas entre sí; con predominancia en la comunidad vegetal de elementos leñosos y fisionomía dominada por árboles (elementos leñosos con un tronco principal de más de 30 cm de diámetro a la altura del pecho cuando es adulto).

1.12.8. Restauración: es el proceso utilizado para ayudar a la recuperación de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido. Este comprende una serie de acciones que buscan detener o mitigar las causas que ocasionaron el deterioro, eliminar o transformar los efectos que generaron las barreras bióticas y abióticas que impidieron la recuperación del ecosistema y propiciar su resiliencia.

1.12.9. Sistemas Resilientes: son sistemas que tienen la capacidad de absorber perturbaciones, sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad, pudiendo regresar a su estado original una vez que la perturbación ha terminado. Para un ecosistema esta capacidad está directamente relacionada con la riqueza de especies y de la diversidad de las funciones que estas tengan en los ecosistemas. En el ámbito de la restauración la resiliencia es la “Capacidad de un sistema ecológico o social de absorber perturbaciones, manteniendo la misma estructura y formas de funcionamiento básicas, la capacidad de autoorganización y de adaptarse al estrés y los cambios” (IPCC, 2007).

1.12.10. Sistemas homeostáticos: poseen la capacidad de autorregularse manteniendo un estado estacionario o de equilibrio dinámico, en el cual su composición y estructura permanecen constantes dentro de ciertos límites, gracias al funcionamiento de mecanismos de retroalimentación, que compensan los cambios en su entorno mediante el intercambio regulado de materia y energía con el exterior. Cuando ese equilibrio se rompe el ecosistema se altera y pierde su capacidad homeostática. Cuanto mayor es la madurez de un ecosistema, mayor será su posibilidad de reaccionar y no perecer.

1.12.11. Desertificación: se define como la creación de desiertos en lapsos de tiempo muy cortos y que ocurren por el uso intensivo de los recursos naturales y la sobreexplotación de la tierra, o sea tienen un origen antropico.

1.12.12. Desertización: se refieren a la aparición de grandes desiertos causados por fenómenos naturales y a muy largo plazo (millones de años) como los ocurridos con la deriva continental donde nacieron los grandes desiertos del mundo como el Sahara y el Atacama.







Sección 2



2. Ecosistemas xerofíticos en la República Bolivariana de Venezuela

En este manual se presentan y describen los bosques xerofíticos localizados en las zonas áridas y semiáridas tropicales en República Bolivariana de Venezuela, consideradas como las más frágiles del planeta por estar en los límites de tolerancia al déficit hídrico y de temperatura para los seres vivos, y susceptibles a cualquier alteración antrópica o natural. Se incluyen dentro de la definición de tierras o zonas secas del Centro de Monitoreo para la Conservación del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP – WCMC, 1992) como aquellas porciones del territorio donde la relación precipitación anual y la evapotranspiración potencial promedio, es menor a 0,65. A esta fracción se le conoce también como el índice de aridez y nos permite clasificar porciones del territorio en: **zonas hiperáridas**, donde el índice de aridez es menor a 0,05; **zonas áridas**, con un índice de aridez que oscila entre 0,05 y 0,2; **zonas semiáridas**, donde el índice de aridez oscila entre 0,2 y 0,5 y zonas **subhúmedas secas áridas**, con un índice que oscila entre 0,5 y 0,65. El término “tropicales” se refiere a su ubicación geográfica, es decir, son aquellas que están localizadas en la franja tropical del globo terráqueo, es decir, entre el Trópico de Cáncer y el Trópico de Capricornio.

2.1. Causas de la degradación del bosque xerofítico

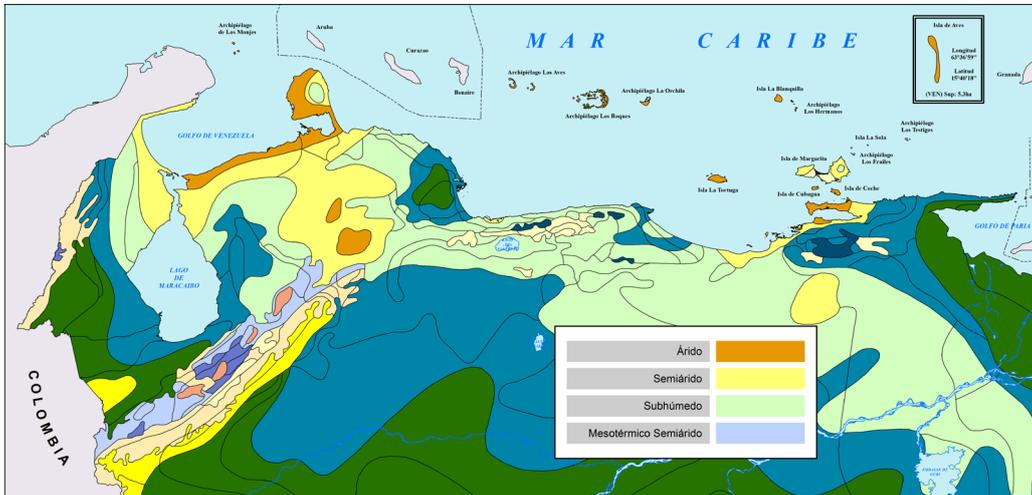
- Presión antrópica, debida principalmente a la extracción sin reposición de los elementos arbóreos: tala indiscriminada y la deforestación para el establecimiento de cultivos o sistemas intensivos de ganadería, uso de la madera como material para la construcción, elaboración de artesanía y uso de algunos de los frutos como alimento para los caprinos o procesos industriales (Díaz, 1988), y la venta de leña y carbón.
- Sobre pastoreo y al manejo inadecuado de los rebaños de caprinos.
- Incremento de la temperatura aducida al cambio climático y déficit de humedad.
- Sequías recurrentes, escasez y manejo inadecuado de los recursos hídricos.
- Falta de acceso a servicios, que ha llevado a las comunidades asentadas en las zonas áridas y semiáridas a una relación de dependencia voraz de los recursos externos, a la disminución de su calidad de vida y a una condición socioeconómica no deseable.

2.2. Caracterización del bosque xerofítico

2.2.1. Regiones climáticas asociadas al bosque xerofítico

Los climas áridos y semiáridos predominan en la región Centro Occidental de la República Bolivariana de Venezuela (Falcón y Lara) y al noreste del estado Zulia; con bolsones áridos en la Península de Araya (Sucre) y algunos dispersos en los Andes (Mérida, Táchira y Trujillo); climas semiáridos en la isla de Margarita y en los estados Anzoátegui, Monagas, Carabobo y Aragua (Figura 2.1). Es importante entender que el bosque xerofítico está asociado a estas regiones climáticas pero que debido al cambio climático la tendencia es que las áreas subhúmedas se transformarán también a ecosistemas secos.

► **Figura 2.1.**
Localización geográfica de las regiones con clima árido y semiárido en República Bolivariana de Venezuela

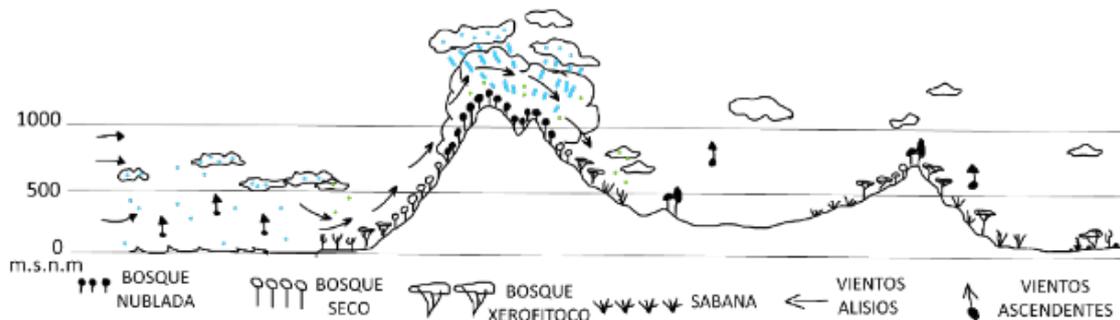


Fuente: Andressen, R. 2007. «Circulación meteorológica y tipos de climas en República Bolivariana de Venezuela.» En Geo República Bolivariana de Venezuela, 238-325. Caracas: Fundación Empresas Polar, "modificado por los autores".

2.2.2. Influencia del microclima en las formaciones vegetales

Es importante resaltar que la variabilidad en composición florística se debe por una parte a la topografía y por otra a los patrones de circulación de los vientos en el norte de la República Bolivariana de Venezuela y en el Caribe, que pueden generar bosques xerofíticos intercalados con bosques nublados. Al noroeste de la República Bolivariana de Venezuela los vientos alisios que provienen del noreste producen un efecto desecante en las tierras bajas y la acumulación de nubes en las montañas, por el efecto denominado FOEHN (Vareschi, 1992) que se explica en la Figura 2.2. Estos vientos que vienen cargándose de humedad desde la costa, al chocar con ambientes más fríos en las montañas descargan su humedad formando bosques más densos y diversos; al continuar detrás de las montañas se tornan cada vez más secos dando origen a otros ecosistemas de composición florística un tanto diferentes. El resultado se puede observar en el bosque nublado de la Serranía de San Luis, seguido por bosques secos en las planicies sotavento, continuándose en un transecto hacia el sur con las zonas áridas y semi áridas del estado Lara.

► **Figura 2.2.**
Efecto del cambio topográfico y de la dirección de los vientos en la generación de ecosistemas secos con distintas fisionomía



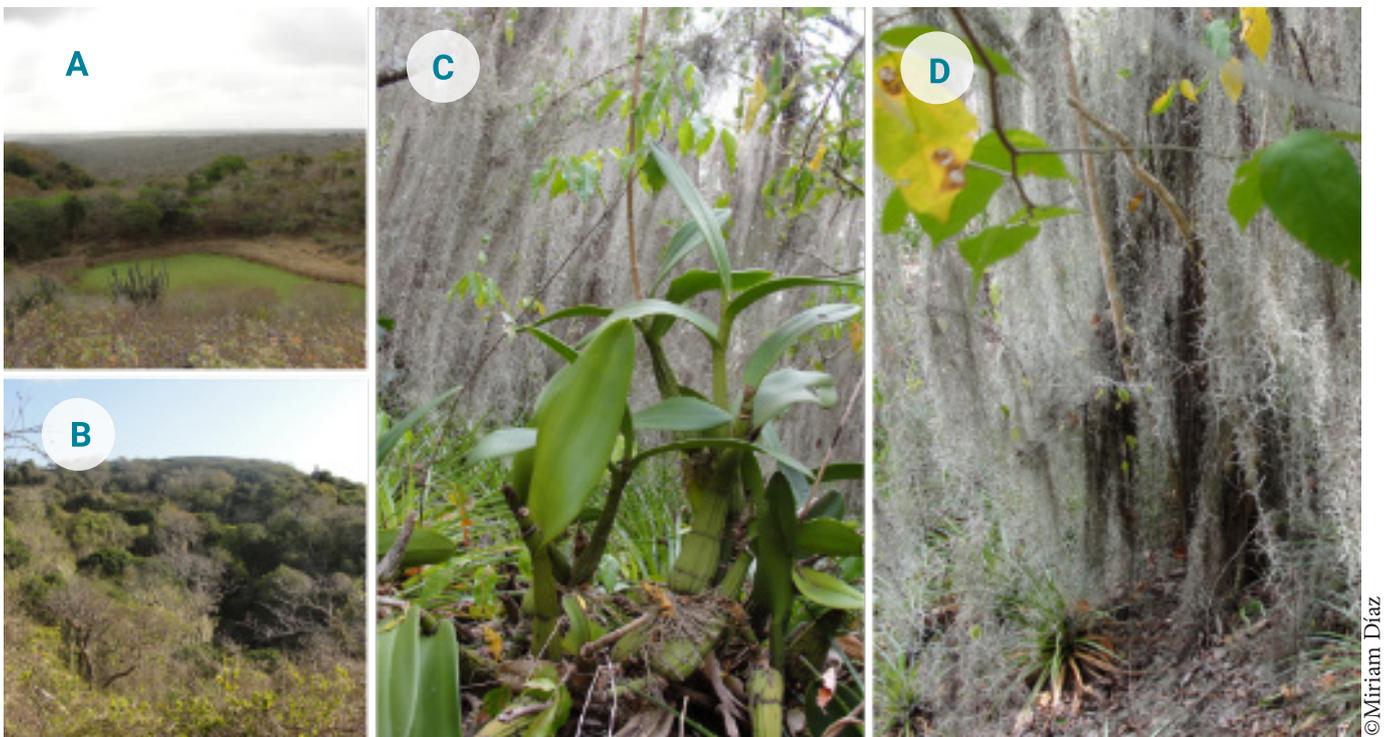
Fuente: Vareschi, 1992.

En barlovento (desde donde nace el viento, Figura 2.2), en las tierras bajas cercanas a las costas se forman bosques muy secos tropicales y cardonales; a medida que incrementa la altitud se forman bosques más húmedos ya que el viento proveniente del mar va cargándose de humedad y al subir a las montañas la descarga, dando origen a los bosques nublados. En el lado sotavento, a su paso el aire desciende y a la par de calentarse absorbe humedad, provocando la formación de bosques secos con fisionomías ligeramente diferentes.

En la Península de Paraguaná, en el estado Falcón, pequeñas variaciones topográficas modulan bosques xerofíticos más diversos y de mayor densidad, por efecto de la acumulación de humedad formando un interesante mosaico de tipos de vegetación en la fila de Montecano. En el lado Barlovento, la abundancia de epífitas a escasos 250 m s. n. m. es un indicador de acumulación de rocío. De hecho, la bromelia *Thilandsia usneoides* es tan conspicua que aparenta ser canas en el bosque y de allí se deriva el nombre que los moradores le dan al cerro "Montecano" (Figura 2.3).

► **Figura 2.3**

Vista interna de las diferentes formaciones vegetales que se forman por efecto de la entrada de vientos cargados de humedad en el Monumento Natural Montecano



A) Laguna de origen artificial que recoge las aguas de escorrentía de las laderas boscosas. B) bosque xerofítico a 150 msnm. C y D) Abundantes epífitas en el dosel del bosque seco con predominancia de orquídeas y *Thilandsia usneoides* (Barba de palo) típica de otras regiones más húmedas de República Bolivariana de Venezuela. Península de Paraguaná, estado Falcón.

Un caso similar ocurre con el cerro Santa Ana, donde a medida que se sube en altitud cambia los tipos de vegetación; matorrales y espinares en las planicies, bosque xerofítico a 260 m s. n. m., el bosque nublado a 650 m s. n. m. y un bosque nublado enano o vegetación comprimida por efecto del viento a 800 m s. n. m. (Figura 2.4)

► **Figura 2.4.**

Diversas formaciones vegetales y sus variaciones de acuerdo con su localización en función de la entrada de los vientos



- A) Matorral xerofito en las zonas bajas de la Península de Paraguaná.
 B) Bosque xerofítico con cardones emergentes a 150 m s. n. m.
 C) Vista del bosque nublado en Monumento Natural Cerro Santa Ana en el lado barlovento a escasos 800 m s. n. m.

2.2.3. Suelos de los bosques xerofíticos

De acuerdo con Hernández (2010) los bosques xerofíticos a semisecos que se encuentran distribuidos en la parte norte y costanera del país, principalmente en el estado Falcón, penetrando al estado Lara; en la región occidental de Maracaibo; alrededor de Caripito al norte del estado Monagas; en el estado Anzoátegui y en la Península de Paria e islas cercanas a la costa; se localizan intercalados sobre los siguientes suelos: bosques xerófilos semisecos (Aridisoles, Inceptisoles, Alfisoles: en Falcón, Lara, Zulia, Sucre, Anzoátegui) y bosques xerófilos secos (Entisoles, Ardisoles, Inceptisoles, Ultisoles: en Lara, Falcón, Paria, la Guajira, Isla de Margarita, Valles Andinos alrededores del Chama, Motatán y Ureña). A modo de aclarar al lector, en Venezuela se utiliza la clasificación de Suelos de los Estados Unidos, y por ello la describiremos en detalle, pero la FAO en el año 2009, publicó una Guía para la descripción de los suelos, donde toma en cuenta las descripciones de FAO-Unesco de 1988. (FAO, 1999). El usuario podrá utilizar la descripción que más le sea conveniente, considerando importante recurrir al mapa digital publicado por FAO y la UNESCO en el 2002 (FAO 2002).

► Cuadro 2.1

Suelos que soportan a los ecosistemas secos

Bosques xerófilos	Localidad donde se han descrito
Semisecos:	
Ardisoles Inceptisoles Alfisoles	Falcón, Lara, Maracaibo, Cariaco, Barcelona, Anzoátegui, Península de Paria, Islas cercanas a la costa.
Secos:	
Entisoles, Ardisoles, Inceptisoles Ultisoles.	Lara, Falcón, Península de Paria, La Guajira, Isla de Margarita, valles de montañas andinas, alrededores del Chama, Motatán y Ureña.

Fuente: elaboración propia.

En el norte del país con predominancia del bosque xerófitico y lluvias anuales escasas oscilando entre 250 mm y 500 mm (con tasas de evapotranspiración entre 2000 mm y 2300 mm), los estudios a gran escala han señalado suelos desérticos; sin embargo hay zonas muy extensas que están ocupadas por ardisoles o xerosoles, tal vez con horizontes A bastante delgados y de colores claros, que se utilizan a veces para la producción de sábila, sisal, cocuy, piñas, melón, patilla, lechosa, tomate y cebolla. Estos suelos tienen una capacidad limitada para unos cuantos cultivos adaptados, breves y estacionales, pero la producción es arriesgada debido a la irregularidad de la estación de lluvias. El regadío tropieza muchas veces con serios problemas debido a la presencia frecuente de capas del subsuelo que impiden el avenamiento (horizontes arcillosos y cálcicos), y a la escasa profundidad en muchos lugares. El contenido en nutrientes de las plantas suele ser alto, pero el exceso de sales sódicas solubles puede complicar el empleo de fertilizantes en las parcelas de regadío. En general se observan deficiencias de hierro, boro, zinc, y compuestos nitrogenados (FAO, 1971). Estas áreas son tal vez las que requieren mayor atención, porque ya hay una considerable pérdida de suelos por salinización, agricultura intensiva y sobrepastoreo, de allí la relevancia de que el manejo que se dé durante la recuperación o restauración de estas áreas se haga de manera muy cuidadosa y paulatina. El pastoreo extensivo debe ser limitado o establecer planes adecuados de manejo si se quiere conseguir la rehabilitación de la escasa vegetación natural.

2.2.4. Diversidad de la fauna silvestre en el bosque xerófitico

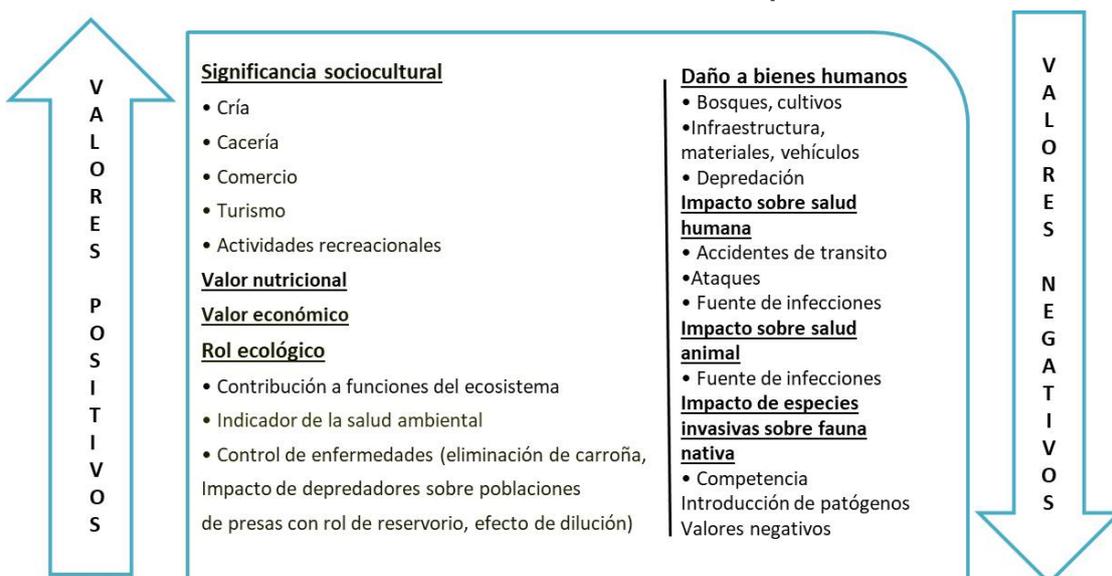
La fauna es considerada un recurso natural renovable básico de importancia similar al de la vegetación, el suelo, el agua, y el aire (Ojasti y Dallmeier, 2000). Dentro del ecosistema cada especie interactúa con muchas otras, según su función o nicho ecológico, formando una compleja red por lo que cualquier variación en un integrante del sistema repercutirá en todos los demás componentes. Como recurso implica una valoración subjetiva de acuerdo con la utilidad para el hombre, percibido como positivo o negativo dependiendo de los intereses personales y de la sociedad (Ryser-Degiorgis *et al.*, 2015) (Figura 2.5). Tiene un gran valor nutricional, económico, recreacional y ecológico. Los animales, con su gran diversidad, son parte importante en el bosque xerófitico, cumpliendo un rol vital en el flujo de energía y en el ciclo de los minerales.

En cada una de estas formaciones vegetales, generalmente se encuentra un interesante arreglo de la fauna silvestre, que se asocia estrechamente al bosque del que dependen para su alimentación y el bosque a su vez depende de la fauna para la dispersión de las semillas y la regulación de los procesos de polinización. Por ello es imposible hablar de restauración sino se cuenta con el conocimiento de la fauna asociada. Es indudable que los polinizadores, dispersores o depredadores de semillas juegan un papel preponderante en el mantenimiento del bosque llegando al extremo de que muchas especies de plantas forestales y frutales, económicamente importantes, no pueden prosperar sin la acción de insectos, aves y murciélagos polinizadores que a veces, son muy específicos. Por otra parte, también es fundamental su papel en la dispersión de semillas, al punto que algunas semillas no germinan sino han pasado por el tracto digestivo de los animales. Entre 70 y el 98% de las especies de árboles de los bosques de las tierras bajas tropicales producen semillas y frutos con adaptaciones para ser dispersadas por *zoocaría*, muchas de ellas distribuidas dentro y fuera de los bosques, favorecidas por los movimientos de los animales (Terborgh *et al.*, 2002).

Las percepciones negativas sobre la fauna silvestre surgen cuando entra en competencia con intereses humanos, entre ellos tenemos los daños que pueden causar a las plantaciones forestales y cultivos, la depredación de animales domésticos, ataques y emponzoñamientos, transmisión de enfermedades infecciosas al hombre y animales domésticos; y el impacto que causa la fauna nociva (especies invasoras introducidas) sobre la vegetación y la fauna nativa. La Estrategia Nacional para la Conservación de la Diversidad Biológica 2010-2020 reconoce el aprovechamiento de la Diversidad Biológica como un vínculo fundamental entre el ser humano y la naturaleza de la cual forma parte, el cual constituye la base de la soberanía, el desarrollo sustentable y el buen vivir, buscando promover el aprovechamiento, para trascender hacia formas social, cultural y políticamente sostenibles, más allá de la sustentabilidad ecológica y económica, por lo cual se propone impulsar los programas socio productivos de aprovechamiento sustentable que puedan ser implementados a escala local por comunidades organizadas en sus territorios (MPPAMB, 2012).

► **Figura 2.5.**

Sistema de valorización de la fauna en la dinámica de los bosques



Fuente: adaptado de Ryser-Degiorgis *et al.*, 2015

2.2.5. Causas de la declinación de la fauna

Las causas actuales de la reducción de las poblaciones de fauna silvestre son variadas y muchas veces interactúan entre sí sinérgicamente (Ojasti, 1993) Ojasti y Dallmeier, 2000; Baillie *et al.*, 2004; Mace *et al.*, 2005; González Romero, 2011), entre las más importantes se encuentran:

- Las alteraciones de su ambiente natural: destrucción de la vegetación ya sea directa o indirectamente a través de la influencia del hombre y del cambio climático, ocasionada por la deforestación con fines agrícolas o pecuarios, la tala excesiva de árboles, los incendios forestales, entre otros, que han traído como consecuencia la reducción del hábitat y la fragmentación de este, lo que hace difícil que se mantengan poblaciones viables de fauna silvestre.
- La desecación de pantanos, canalización de aguas y construcción de grandes obras hidráulicas para la producción hidroeléctrica o almacenamiento de agua para sistemas de riego o usos domésticos e industriales; así como la contaminación del agua y el aire por pesticidas, que ha traído el envenenamiento de la fauna.
- Sobreexplotación del recurso por la cacería indiscriminada, ya sea deportiva, de trofeos o de aprovechamiento.
- El aprovechamiento de carne y huevos para alimentación, por parte de cazadores a quienes no les importa la época, el sexo, o edad del animal.
- La utilización de otros productos de la fauna como pieles, cueros o plumas. El empleo de la fauna como mascotas, recuerdos para los turistas o en prácticas supersticiosas atribuyendo poderes afrodisíacos, mágicos o medicinales al pelo, piel, huesos u otros despojos.
- Comercio de especímenes vivos y muertos para zoológicos e instituciones científicas.
- La persecución de animales considerados nocivos a los intereses del hombre, como los depredadores a los que considera competidores peligrosos e indeseables.
- Introducción de especies exóticas invasivas o las domésticas como el ganado, perros, gatos y ratas quienes ya sea por competencia, depredación directa, o como portadores de agentes patógenos (virus y bacterias), inciden en la declinación de la fauna nativa, pudiendo degradar una población ya afectada por otros factores.

2.2.6. Las Aves y el bosque xerófito

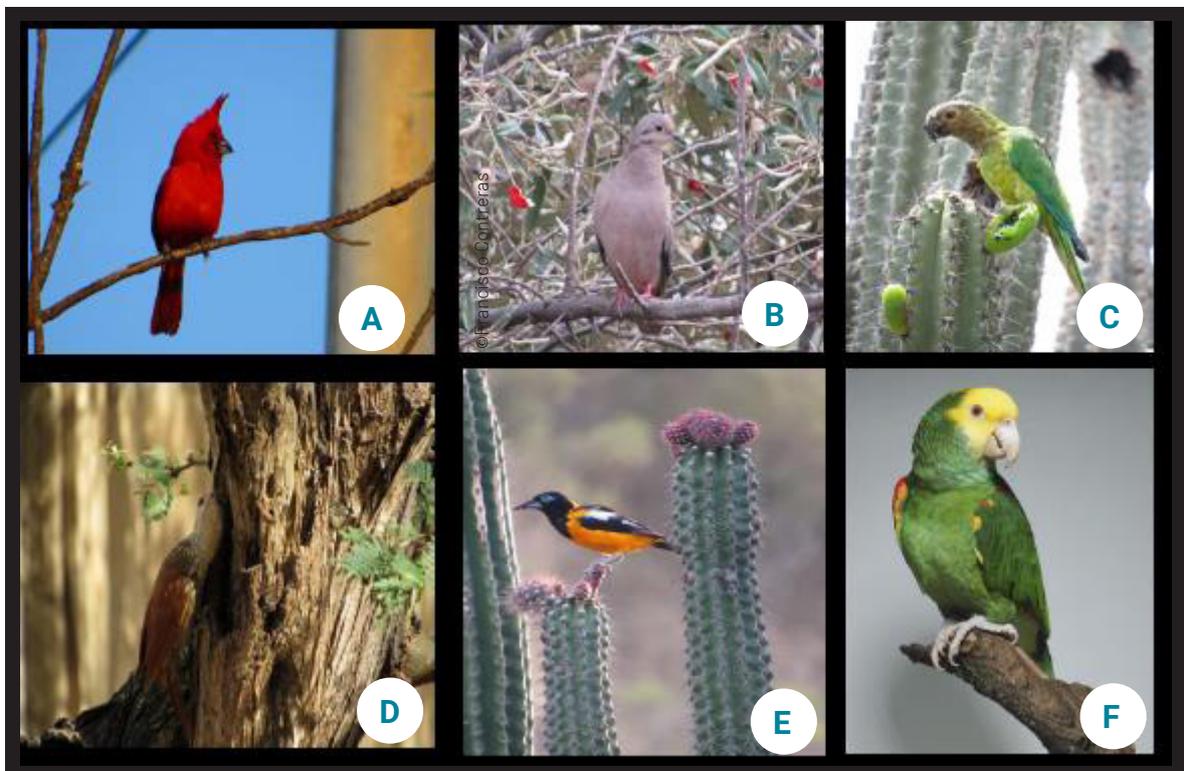
Las aves son consideradas controladoras biológicas del ecosistema, algunas especies de las zonas áridas se encargan a través de su alimentación de sanear árboles plagados de pequeños insectos, tal es el caso del Carpintero Habado (*Melanerpes rubricapillus*), el Carpintero Real Barbiamarillo (*Dryocopus lineatus*), el Trepador Subesube (*Dendroplex picus*), el Cucarachero Común (*Troglodytes aedon*), entre otras. Así mismo, la avifauna de estos ecosistemas se caracteriza por ser una de las principales especies polinizadoras de las plantas que habitan el bosque xerófito, sobre todo aquellas cuya alimentación se basa en el consumo de frutas y polen.

En la República Bolivariana de Venezuela existen más de 1 400 especies de aves y al menos unas 300 de ellas habitan en el bosque xerófito (Contreras *et al.*, 2017). Este ecosistema también significa una de primeras paradas de aves migratorias, además de ser la principal fuente de alimento y reproducción para las aves comunes, residentes y en peligro de extinción, como lo es el caso del Titirijí de Maracaibo (*Todyrostrum viridanum*) y la Cotorra Cabeciamarilla (*Amazonas barbadensis*).

En el bosque xerófito existen algunas aves adaptadas y especializadas como la familia de los colibríes (*Trochilidae*), que se ven limitadas por las condiciones del bosque y la gran presión antrópica caracterizada por la tala, quema, expansión agrícola y urbana. Otras especies se ven afectadas por la comercialización o tráfico ilegal de fauna silvestre, como el Turpial (*Icterus icterus*), el Cardenal Coriano (*Cardinalis phoeniceus*) y el Canario de Tejado (*Sicalis flaveola*).

► **Figura 2.6.**

Sistema de valorización de la fauna en la dinámica de los bosques



A) Cardenal (*Cardinalis phoeniceus*). B) Paloma sabanera (*Zenaida auriculata*).
 C) Perico cara sucia (*Eupsittula pertinax*), comiendo el fruto de dato.
 D) Trepador sube sube (*Dendroplex picus*) limpiando la corteza de un Cuji (*Prosopis Juliflora*).
 E) Turpial (*Icterus icterus*). F) Cotorra cabeciamarilla (*Amazona barbadensis*).

2.2.7. Mamíferos y su papel en bosque xerófito

En los trópicos, los murciélagos son los mamíferos más importantes como dispersores de semillas, debido a su capacidad de vuelo. Contribuyendo así a la propagación de muchas especies de plantas de relevancia dentro de las cadenas tróficas. Se estima que en las regiones tropicales, dispersan

de 2 a 8 veces más semillas que las aves, lo cual los convierte en elementos fundamentales de la regeneración natural de los bosques. Se ha demostrado que en zonas secas, entre el 80 y el 100% de las semillas que llegan al suelo en bosques de tierras bajas son depositadas por murciélagos. Se ha estimado que son polinizadores, de al menos 500 especies de 96 géneros de plantas actuando como eficientes agentes dispersores de polen, con lo cual contribuyen en la reproducción y la estructura poblacional de las especies que polinizan. Entre los murciélagos existe una gran diversidad de especies insectívoras, principales consumidores de insectos nocturnos y que en conjunto consumen diariamente decenas de toneladas de ellos. Llegando algunas especies a consumir entre 50 y 150% de su peso corporal por noche, regulando así las poblaciones de estos invertebrados en los ecosistemas tropicales, sobre todo de lepidópteros, coleópteros, homópteros, hemípteros y tricópteros. En los bosques xerofíticos de República Bolivariana de Venezuela se han descrito al menos siete Órdenes, ubicados en 23 familias, siendo el Orden Chiroptera el más abundante con al menos 40 especies descritas, seguidos por los Órdenes Carnívora y Rodentia cada uno con nueve especies.

Dada la abundancia y rol protagónico de los murciélagos en la polinización y dispersión de semillas el usuario de este manual deberá reconocer la importancia de su manejo en cualquier programa de restauración del bosque xerofítico, especialmente porque estos mamíferos han sido fuertemente atacado por creencias relacionadas al cine y más recientemente con el origen de la COVID-19, lo que aunado a la fragmentación de los bosques, la destrucción de sus fuentes alimenticias y el cambio climático, ha traído como consecuencia que algunas especies han sido clasificadas como en grave peligro de extinción.

2.2.8. Anfibios en el bosque xerofítico

Los anfibios requieren hábitats más húmedos y en los ecosistemas secos no son muy abundantes, aunque el número de especies es bajo, cumplen un rol fundamental en el control poblacional de los insectos y otros invertebrados dentro de estos ecosistemas. En los bosques xerofíticos de República Bolivariana de Venezuela se han reportado cinco familias y alrededor de trece especies que son más conspicuas en épocas de mayor precipitación. Es muy importante iniciar estudios que apoyen la reproducción, cría y reintroducción de especies nativas de anfibios ya que estos han sido afectados severamente por el cambio climático haciéndolos más vulnerables a las enfermedades, de hecho, se ha observado a nivel mundial una declinación bastante importante de las poblaciones de anfibios que se ha atribuido a enfermedades por hongos. Como parte de la restauración de los ecosistemas xerofíticos es necesario cuidar los pequeños humedales y quebradas estacionales que es donde generalmente se reproducen.

2.2.9. Reptiles en el bosque xerofítico

Los bosques xerofíticos en República Bolivariana de Venezuela son el hábitat de 15 familias de reptiles, con alrededor de 42 especies reportadas de las cuales 20 son serpientes, 20 lagartos y 2 quelonios; esto debido a que los reptiles están mejor adaptados a las condiciones climáticas del bosque xerofítico

que los anfibios. Los reptiles juegan un papel importante en el control de plagas de vertebrados como los roedores e invertebrados (insectos). Se debe resaltar que en la Península de Paraguaná hay varias especies endémicas; en el Monumento Natural Montecano destacan el Lucio (*Marisora falconensis*) y el Tuqueque Enano de Montecano (*Lepidoblepharis montecanoensis*), este último incluido en la lista de especies en peligro de extinción de acuerdo con el Libro Rojo de la Fauna Venezolana (Rodríguez, J.P. *et al.*; 2017). También hay que mencionar la amenaza sobre el morrocoy (*Chelonoidis carbonaria*) debido a que es una pieza de cacería de subsistencia para la alimentación humana en todos los bosques xerófiticos y con una baja tasa de reproducción.

2.3. Distribución del bosque xerófitico

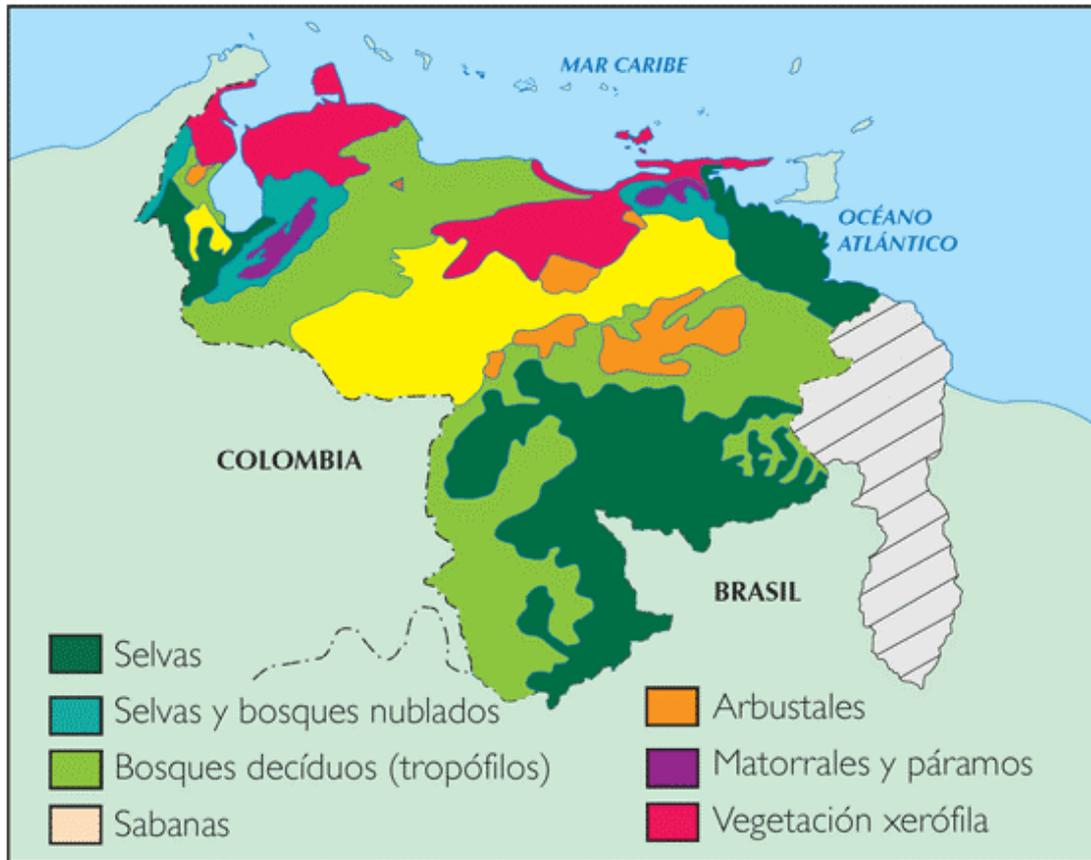
La República Bolivariana de Venezuela tiene una importante extensión del territorio donde predominan climas secos, seguidos por semiáridos y áridos; acompañados de características edáficas y topográficas que condicionan la existencia de varios tipos de vegetación. Para desarrollar propuestas de conservación y restauración de los bosques de zonas secas a escala regional, es fundamental conocer su extensión actual, además de comprender los principales cambios históricos y recientes a los que han sido sometidos (Schulz, *et al.*, 2010). De acuerdo con el mapa de vegetación de Venezuela (Huber y Alarcón, 1989) y a (Vareschi, 1992) estos biomas incluyen bosques muy secos tropicales, bosques deciduos y semideciduos, matorrales y espinares, ecosistemas catalogados en el Libro Rojo de los Ecosistemas Venezolanos (Rodríguez, *et al.*, 2010) como en grave peligro de desaparecer.

En aras de garantizar el éxito de cualquier proyecto de restauración, es necesario observar cuidadosamente cómo han evolucionado los ecosistemas a restaurar. A los fines de la elaboración de este manual y con el objetivo de brindar una guía a sus usuarios y usuarias, hemos hecho una compilación de la cartografía existente que nos muestra la distribución histórica del bosque; pero además se generó nueva información a partir del procesamiento de imágenes satelitales correspondiente a tres décadas, comparando imágenes de épocas secas y lluviosas para generar una delimitación actualizada de los bosques xerófitos en el país. La metodología empleada será descrita con mayor detalle en la Sección III, lo que permitirá actualizar esta información para cualquier lugar del país; siempre y cuando se tenga acceso a las fuentes originales a través de imágenes satelitales, y a las posibilidades reales de chequeo en campo.

Para 1976 el entonces Ministerio de Agricultura y Cría, hoy Ministerio del Poder Popular para la Administración de Tierras, realizó un estudio sistemático de las formaciones ecológicas de la República Bolivariana de Venezuela (Figura 2.7), que hemos tomado como punto de partida para detectar los cambios que han tenido estos ecosistemas. La vegetación xerófila se localizó en el oriente del país en gran parte de los estados Sucre, Nueva Esparta, Anzoátegui, Guárico y Miranda; en la región centro occidental en los estados Falcón, Lara y Zulia, cubriendo el 54% de la superficie del norte del País (el 70% de la superficie en Falcón y Lara), y en menor proporción en los estados Mérida, Táchira y Trujillo.

► **Figura 2.7.**

Distribución de los bosques secos en República Bolivariana de Venezuela de acuerdo con el sistema de clasificación de Holdridge (Ewel, Madriz y Tossi, 1968 y 1976).



Fuente: Ewel, Madriz y Tossi, 1968 y 1976.

En 1986 se realizó un intento de unir los datos de imágenes satelitales con los datos micro climáticos y la descripción de la flora, ubicando al bosque xerofítico de este a oeste, desde la costa de los estados Anzoátegui, Nueva Esparta, Sucre, Falcón y Zulia hasta la región de montañas bajas y depresiones de los estados Falcón y Lara (Medina, 1984; Huber y Alarcón, 1988; Soriano y Ruiz, 2003), generalmente por debajo de los 500 m s. n. m., con pequeños enclaves semiáridos en el estado Mérida a altitudes por encima de los 600 m s. n. m. (Soriano y Ruiz, 2003). Estos autores señalan que hay al menos cuatro áreas bien definidas en los andes de venezolanos: La Puerta (estado Trujillo), Lagunillas (estado Mérida), Ureña y La Quinta (estado Táchira). Los mosaico discontinuos de bosque xerofítico en nuestro país son consecuencia de la carencia de patrones específicos en la distribución de las lluvias, los vientos alisios y los cambios micro topográficos de la franja neo tropical donde las tasas de evaporación son muy altas (Medina *et al.*, 1983).

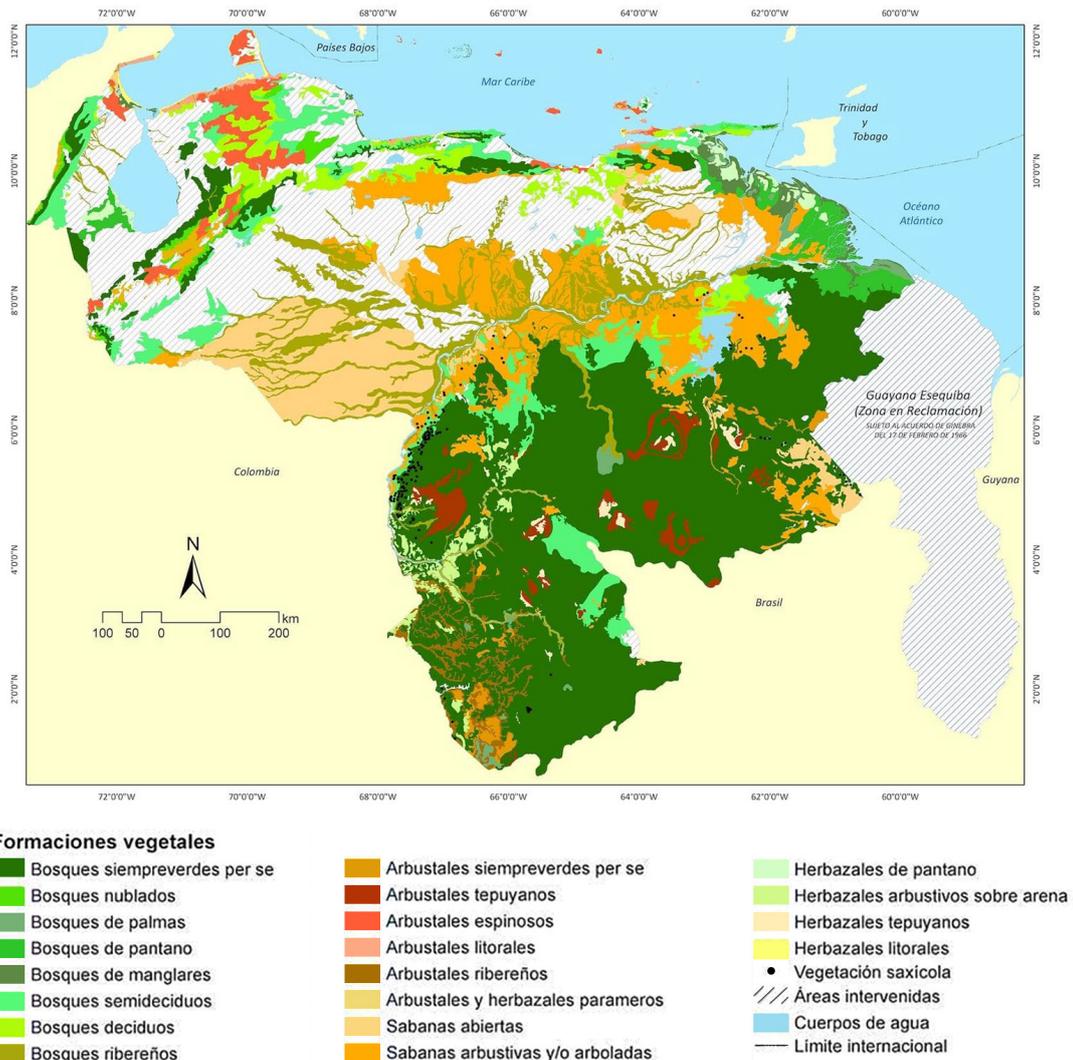
La ubicación de estas zonas coincide con áreas pobladas del país, donde existe hasta nuestros días una fuerte presión sobre los recursos, en especial sobre los árboles de fuste corto cuyas maderas son muy densas y apetecibles para construcciones; una alta demanda urbanística, turística e industrial, acoplado al establecimiento de sistemas agrícolas de alta intensidad y requerimientos hídricos y el manejo extensivo de animales domésticos (principalmente caprinos) en pastoreo, quedando pocas áreas

boscosas vírgenes. Además de ello, el cambio climático que ha experimentado el planeta se ha traducido en el incremento de la temperatura más allá de lo esperado y tiene su testimonio en los registros globales y nacionales (Martelo, 2004).

Por otra parte, el incremento en el nivel del mar ha provocado intrusión de aguas salobres en las planicies más cercanas a la costa provocando salinización de los suelos y donde se evidencian daños por toxicidad del sodio en algunas de las especies vegetales con raíces más profundas (Díaz, 1987,1995, 1999, 2019). Estas amenazas ponen en peligro la subsistencia de estos frágiles ecosistemas ameritándose acciones concretas para su restauración. El Mapa de vegetación de la República Bolivariana de Venezuela actualizado por Huber y Oliveira (2010) (Figura 2.8) muestra la disminución en la superficie ocupada por los bosques secos desde 1972 hasta 2010, dando paso al aumento del bosque xerofítico. Los bosques que vemos ahora son relictos de lo que otrora fueron y creemos que son en su mayoría bosques secundarios.

► **Figura 2.8.**

Mapa de la distribución de la vegetación de la República Bolivariana de Venezuela (Huber y Oliveira 2010)



Fuente: Huber y Oliveira 2010.

2. Ecosistemas xerófitos en la República Bolivariana de Venezuela

En la Figura 2.9 se presenta el mapa actualizado con la distribución espacial del bosque xerófito en el país para noviembre 2019, generado a partir de la clasificación supervisadas de la información satelital. Se puede observar la mayor proporción de estos bosques en la región centro occidental, con las más grandes extensiones ubicadas en los estados Falcón, Lara y Zulia respectivamente; bolsones áridos en el estado Mérida (Lagunillas y Escagüey, este último localizado en el Páramo Andino); y en la región oriental el bosque xerófito localizado en los estados Nueva Esparta, Anzoátegui y en Sucre (Península de Araya). El chequeo de campo arrojó una franja de este bosque en casi toda la costa norte y este del país; y bolsones áridos en los estados Táchira y Trujillo. Lamentablemente la escala de trabajo no nos permitió representarlo adecuadamente en el mapa general, pero es importante que los usuarios del manual conozcan de su existencia.

► **Figura 2.9.**

Mapa de distribución del bosque xerófito de la República Bolivariana de Venezuela para noviembre de 2019



Fuente: elaboración propia, tomando en cuenta datos de Hansen et al; 2013.

2.4. Variaciones regionales de los bosques xerofíticos

En la República Bolivariana de Venezuela, existe una historia relativamente reciente de los estudios en zonas áridas y semiáridas que son las áreas que albergan al bosque xerofítico. A finales los años 70 se crearon programas y proyectos para la región Centro Occidental incluyéndose principalmente a los estados Falcón y Lara. En septiembre de 1980, se concretaron con la creación CIEZA acuerdos con el Centro de Ecología del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) y se creó en la Universidad del Zulia el programa de investigaciones en zonas áridas al cual se incorporó más adelante el postgrado de ecología de la Universidad de Los Andes. En 1995 se creó INFALCOSTA, como brazo ejecutor de los programas y proyectos de conservación y desarrollo. A partir de estos estudios y programas se logró resaltar la importancia de estos ecosistemas en Venezuela, y emprender estudios multidisciplinarios que develaron el intrincado mosaico biótico y las condiciones edafoclimáticas y fisionómica que lo definen.

Afortunadamente, estos esfuerzos de investigación generaron un interés especial sobre la conservación de estos frágiles ecosistemas y el país cuenta hoy con varias ABRAE que protegen el bosque xerofítico, entre de ellas el Parque Nacional Cerro Saroche en Lara, Las tetas de María Guevara en Nueva Esparta, el Jardín Botánico de Maracaibo y el Jardín Botánico de Lagunillas en estado Mérida. En Falcón, la lucha por proteger el bosque xerofítico ha sido más larga y muy meritoria, debido al esfuerzo conjunto del CIEZA-UNEFM, las comunidades indígenas de San José de Cocodite y Jadacaquiva, y la ONG INFALCOSTA, quienes desde el año 1985 han accionado y mantenido esfuerzos ahora recompensados con la protección definitiva de 600 hectáreas a través del decreto de creación del Monumento Natural Montecano en la península de Paraguaná, en mayo de 2019.

2.4.1. Bosque xerofítico del estado Falcón

El estado Falcón posee una variada topografía y un 70% de territorio ocupado por bosques xerofíticos, matorrales y espinares, ocupando aproximadamente unos 17 360 km². Estos ecosistemas son moldeados por los vientos alisios que ejercen una función desecante y por los suelos que son en su mayoría pesados, alcalinos y de poca profundidad. Debido al establecimiento de complejos industriales, la creación de grandes extensiones de cultivos de alta demanda hídrica, que en corto plazo son abandonados por daños irreversibles a los suelos, y la ganadería caprina extensiva, se han intensificado los procesos de desertificación las últimas décadas. Sin embargo, la presencia de bosques de singular belleza y diversidad, ha sido de interés de varios grupos de investigación que afortunadamente han aportado conocimiento acerca de su geografía, su biodiversidad y los factores ambientales que los moldean.

El ecosistema semiárido falconiano presenta dominancia de un sistema de colinas medias, precipitaciones que varían entre 200 y 400 mm, temperatura promedio anual de 27° C y una altitud que no sobrepasa los 60 m. s. n. m. Los suelos predominantes son de textura franco – arcillosa, con pH entre neutros a alcalinos, y capacidad de intercambio catiónico media; siendo el calcio, el magnesio y el sodio los cationes predominantes. Los contenidos de materia orgánica son bajos (COPLANARH, 1975).

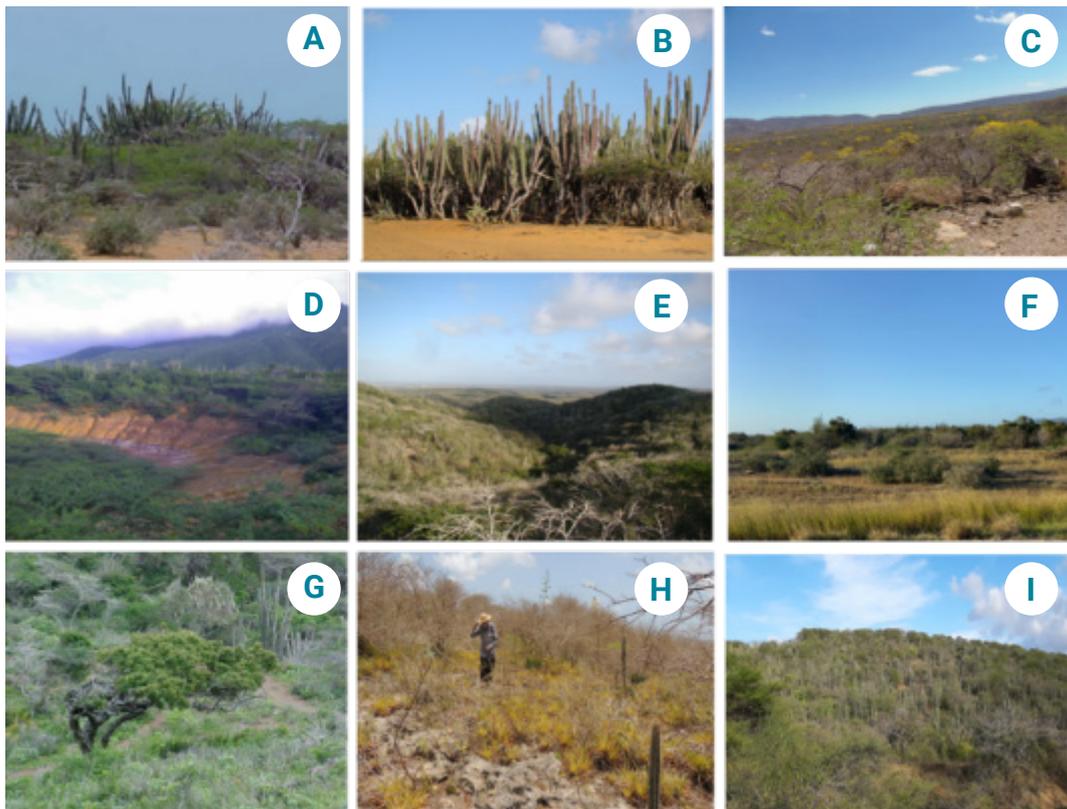
De acuerdo al Mapa de vegetación de Venezuela (Huber y Alarcón, 1989) las unidades de vegetación más conspicuas corresponden a matorrales tropófilos (A), Cardonales (B), Bosques Tropófilos deciduos

y semidecíduos (C y D), Bosques tropófilos bajos (E) Arbustales xerófilos espinosos (H), cardonales y espinares y con intrusiones de especies siempreverdes y caducifolias (Figura 2.10). Se han reportado cinco familias con hongos formadores de líquenes Ascomicetos, y unas trece especies; dos familias de briofitas con tres especies, dos familias Hepáticas y una familia de las Tracheofitas. Los musgos resultan muy interesantes debido a que son capaces de permanecer inactivos durante las sequías, pero activos en la época de lluvias. En cuanto a las plantas superiores debemos destacar que a pesar de la dificultad del clima y los suelos las zonas áridas y semiáridas la diversidad biológica es muy importante, se encuentran representadas 76 familias de plantas superiores y alrededor de 300 especies.

Según la interpretación de la imagen Landsat de 1986, el bosque xerófito se distribuía homogéneamente en toda el área del estado Falcón clasificada como semiárida, ocupando una superficie de 21 000 km². Los suelos desnudos a lo largo de la costa (llanura aluvial), eran los segundos en superficie, abarcando una extensión de 1 311 Km²; y la agricultura se distribuía sin un patrón específico en todo el estado (Figura 2.11). La interpretación de las imágenes Sentinel del año 2019 (Figura 2.12) nos permite constatar, el considerable incremento en la degradación y los cambios de usos del suelo. En la actualidad el bosque xerófito está representado por 8 939,42 km², es decir, que se han perdido 6 000,59 km² de este bosque en un período de 33 años.

► **Figura 2.10.**

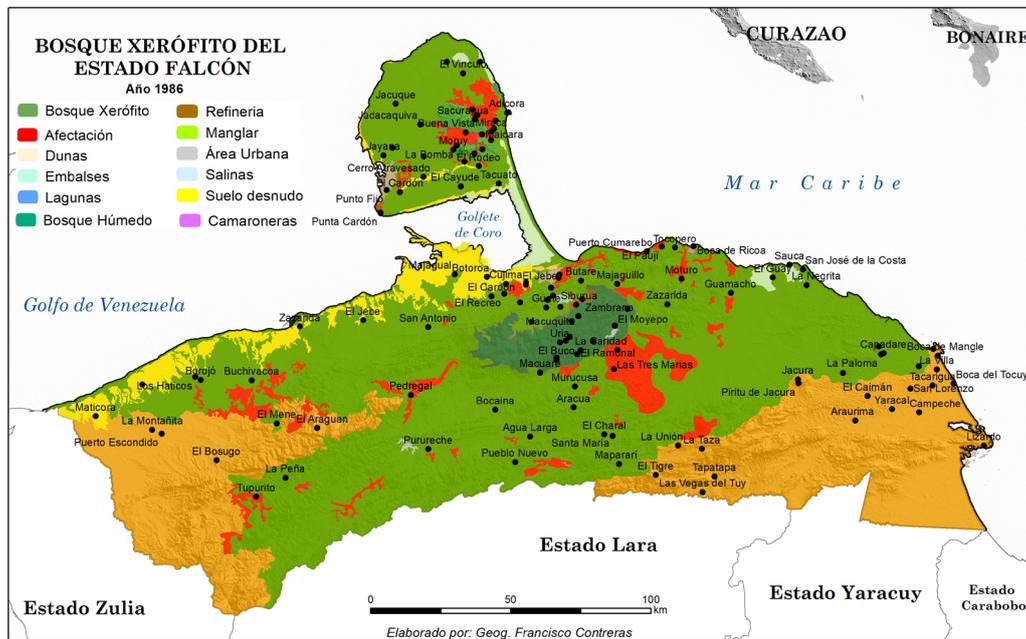
Tipos de la vegetación de acuerdo con variaciones topográficas en el estado Falcón



A y B cardonales en sitios planos, bosques en zonas de ladera, con predominio de elementos arbóreos: C) *Tabebuia bilbergii*, D y E) *Prosopis juli lora*. F) áreas degradadas en planicies que se han salinizado con predominio de halófitas-. G e I) bosques xerófitos mixtos donde predominan cactus (*Stenocereus griseus*) y árboles siempreverdes (*Capparis odoratissima*). H) matorrales espinosos con predominio de *Bromelia humilis*.

► **Figura 2.11.**

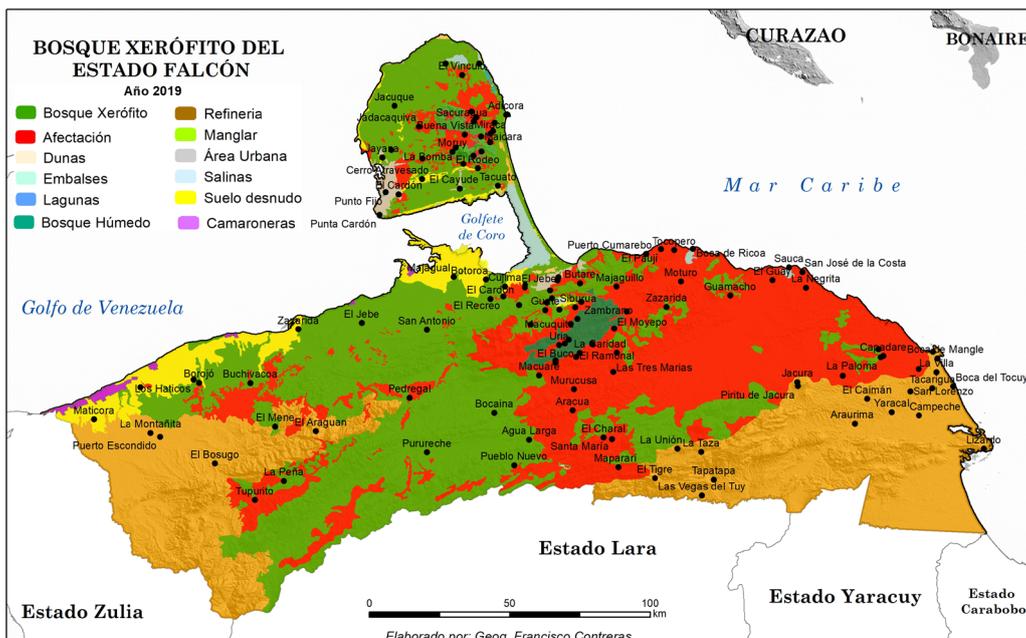
Representación del bosque xerófito en el estado Falcón para el año 1986, a partir de una imagen Landsat



Fuente: elaboración propia, tomando en cuenta datos de Landsat 1986.

► **Figura 2.12.**

Representación del Bosque Xerófito el estado Falcón para el año 2019, a partir de una imagen Sentinel



Fuente: elaboración propia, tomando en cuenta datos de Sentinel 2019.

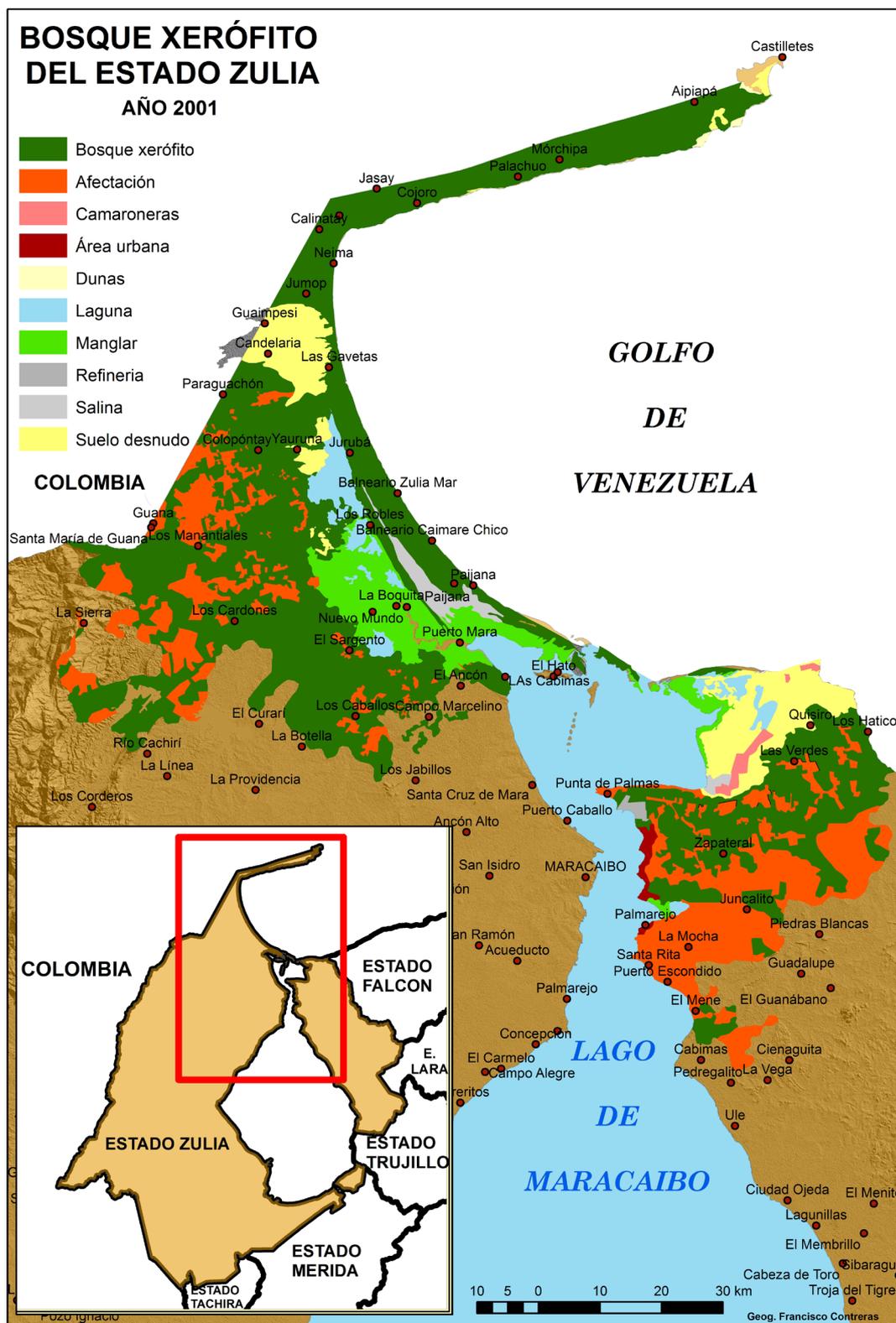
2.4.2. Bosque xerófito del estado Zulia

La literatura acerca de la distribución y composición del bosque xerófito en la región zuliana es bastante escasa; sin embargo a partir del Mapa de vegetación de Venezuela de Huber y Alarcón (1988), la modificación realizada por Huber y Oliveir (2018) junto con la información climática disponible, es posible construir un mapa actualizado y más detallado de la región. La interpretación de la geografía actual y de los datos microclimáticos disponibles, permite señalar que el área que debería ocupar este bosque en el estado Zulia, abarca una extensión total de 4 617 km², que representan el 10,37% del territorio zuliano; principalmente en la región norte y este, donde las precipitaciones son menores de 400 mm, la temperatura promedio anual de 30 C, y altitud menor a 600 m.s.n.m., dominado por un sistema de planicies costeras con elevaciones menores. Un análisis temporal y espacial de esta región utilizando las imágenes Landsat disponibles (2001) y comparadas con imágenes Sentinel del 2019, nos permite observar como los bosques xerófitos en el estado Zulia casi han desaparecido dando paso a matorrales espinosos tropicales (Figuras 2.13 y 2.14).

Las zonas con agricultura y ganadería han aumentado significativamente en estos diecinueve años, disminuyendo considerablemente la superficie cubierta por bosque xerófito, con un alto grado de fragmentación; sin embargo aún quedan parches de estos, con una composición florística muy similar a la de otras áreas del país. Las zonas afectadas cubren una superficie de 2 679,72 km², reduciendo el bosque xerófito prístino a una superficie de 1 037,79 km² para el año 2019, localizados principalmente en la región más al norte de la Península de la Guajira.

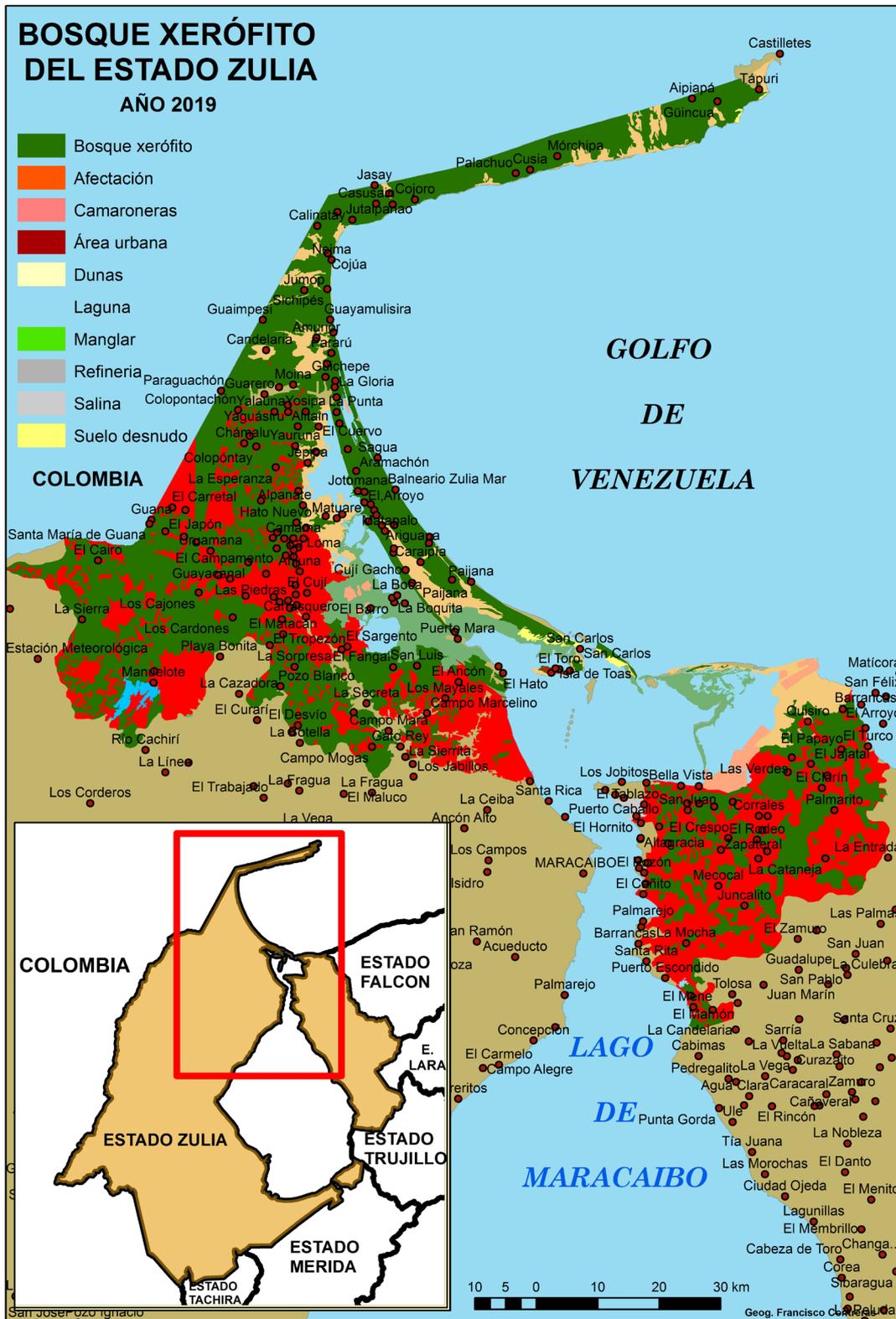
► **Figura 2.13.**

Representación del bosque xerófito en el estado Zulia (2001)



Fuente: elaboración propia, tomando en cuenta datos de Landsat 2001.

► **Figura 2.14.**
Representación del bosque xerófito, estado Zulia (2019)



Fuente: elaboración propia, tomando en cuenta datos de Sentinel 2019.

2.4.3. Bosque xerófito del estado Nueva Esparta

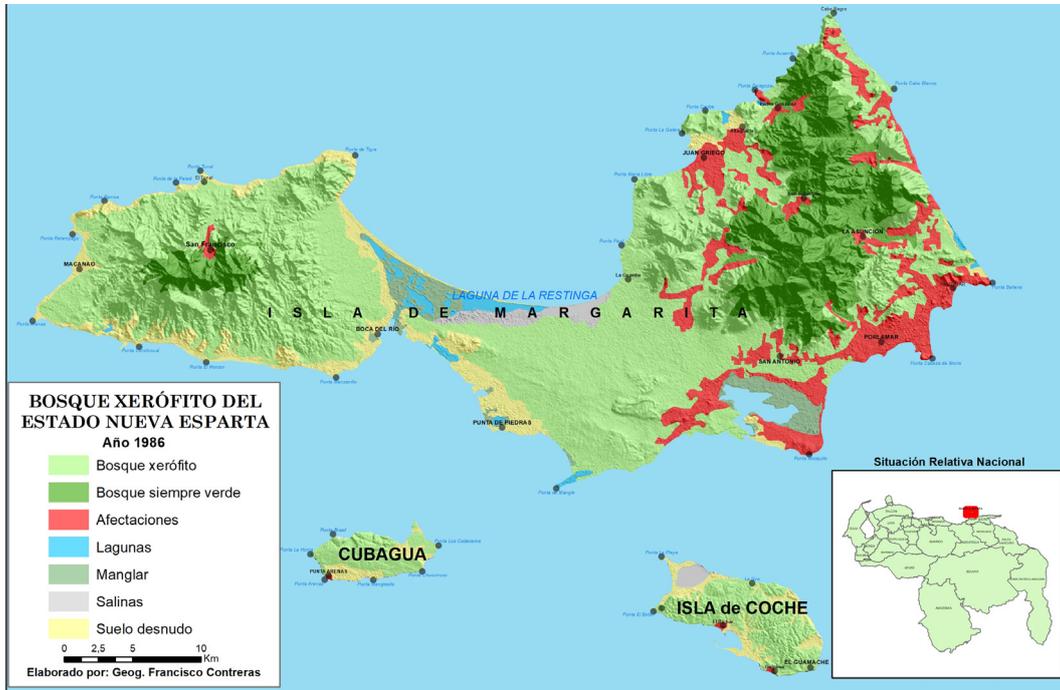
El área de bosque seco del estado Nueva Esparta en el año 1986, abarcaba una extensión total de 708,81 km², el 69% del territorio neo espartano. Este estado tiene la particularidad de estar conformado por tres islas, Margarita, Coche y Cubagua, que constituyen una prolongación del sistema montañoso del Caribe, formando parte integral de la franja denominada Cordillera de la Costa. La Isla de Margarita con 952 km² está caracterizada por poseer más de diez tipos de cobertura de vegetación enmarcadas dentro del concepto de xerofítico. Las precipitaciones varían entre los 250 y 1000 mm (Cerro Copey), la temperatura promedio anual oscila entre los 26 y 28 °C, y la mayor altitud está representada en el núcleo montañoso oriental sitio conocido como Cerro Grande con 930 m s. n. m., mientras en las islas de Coche y Cubagua el sistema de colinas no sobrepasa los 50 m. s. n. m. (Hoyos, 1985; Sanz *et. al.*, 2011).

Para ese mismo año, Cervigon, (2013), reportaba que el bosque xerófito ocupaba 593,59 km², 84% del territorio (Figura 2.15) destacando que unos 105,03 km² ya habían sido afectados por actividades antrópicas, según el análisis de las imágenes disponibles para la fecha. Dicho bosque abarcaba desde las planicies costeras hasta los 600 m. s. n. m., el extremo oriental de la Isla de Margarita presenta mayores afectaciones antrópicas principalmente en los alrededores del Cerro Copey y La Península de Macanao, con tres afectaciones bien definidas: Macanao, Boca del Río y San Francisco, estos considerados como pueblos pesqueros.

Para septiembre de 2019 la interpretación de la imagen Sentinel 2, permitió observar que el bosque xerófito ocupa ahora 520,18 km², disminuyendo 188,63 km² en relación a la superficie registrada para 1986 (Figura 2.16). Las afectaciones ocupaban 234,63 km², lo que significa un incremento de estas áreas de más de 127,95 km² debido al desarrollo turístico y urbanístico que se ha evidenciado en la Isla de Margarita en los últimos años. Estas afectaciones probablemente no solo seguirán desarrollándose en las áreas ocupadas por el bosque xerofítico; sino que se extenderán a las zonas más altas de los núcleos montañosos occidental y oriental, situación que amerita acometer un esfuerzo importante en la restauración de estos ecosistemas.

► **Figura 2.15.**

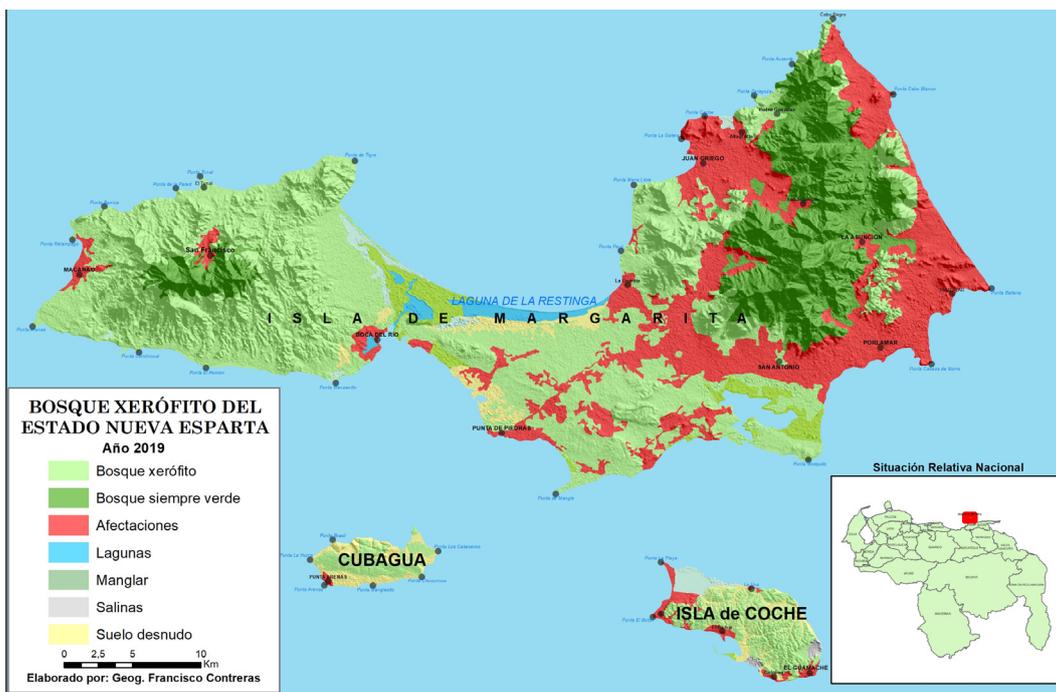
Distribución del bosque xerófito del estado Nueva Esparta (1986)



Fuente: elaboración propia, tomando en cuenta datos de Landsat 1986.

► **Figura 2.16.**

Distribución y estado de afectación del bosque xerófito en el estado Nueva Esparta (2019)



Fuente: elaboración propia, tomando en cuenta datos de Sentinel 2019.

2.4.4. Bosque xerófito del estado Lara

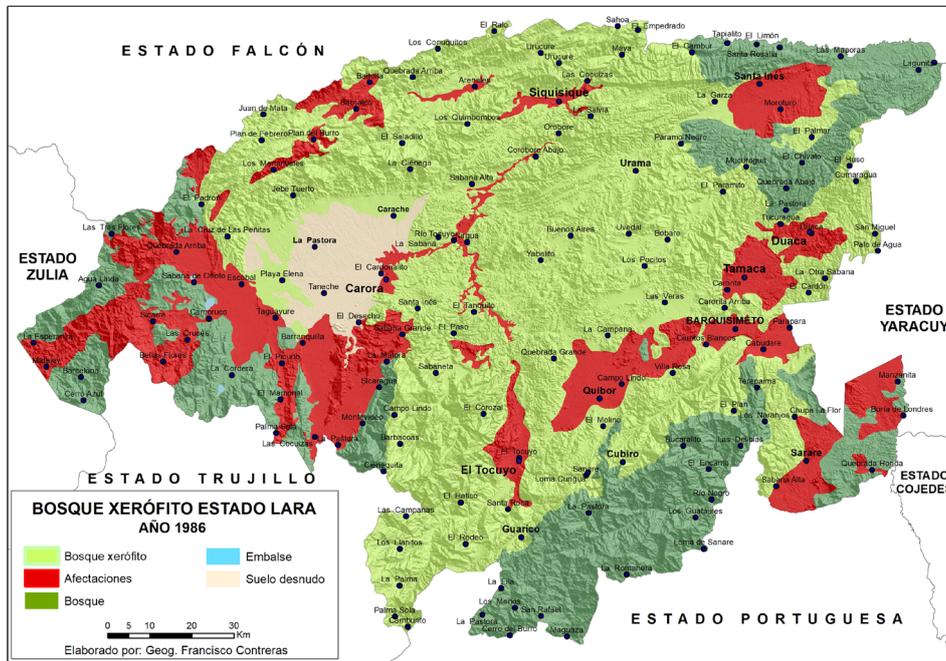
El estado Lara posee condiciones muy diferentes a los estados descritos hasta ahora ya que no es un estado costero. Con una geomorfología constituida principalmente por una prolongación del sistema denominado de colinas y sierras bajas Lara-Falcón (Rodríguez *et al.*, 2010), con precipitaciones menores a 800 mm anuales en gran parte del estado, concentradas en un máximo de tres meses y temperatura promedio es de 26 °C; posee un ambiente semiárido continental que permiten al bosque xerófito ocupar para el año 1986 una extensión de 13 540,83 km² equivalente al 70% del territorio de esa entidad federal (Figura 2.17) (POTEL, 2008). Durante todo el año la evaporación es superior a la precipitación, por lo que no se presenta almacenamiento de agua en el suelo que permita las actividades agrícolas de secano a lo largo del año, lo que indica a su vez un déficit hídrico, y por lo tanto las actividades agrícolas se realizan con cultivos bajo riego, a fin de cubrir los requerimientos de los cultivos en sus diferentes fases fenológicas. Los suelos poseen severas limitaciones que restringen la selección de cultivos y precisan de prácticas especiales o más específicas de manejo y conservación, con limitaciones que pueden incluir pendientes moderadas, alta susceptibilidad a la erosión, inundaciones frecuentes, baja fertilidad, poca profundidad del suelo, baja capacidad de retención de humedad y difícil corrección de la fertilidad, salinidad o alcalinidad moderada (MINAMB, 2008).

El estado Lara ostenta una gran diversidad florística producto de sus grandes diferencias climáticas, el ecosistema más extenso de éstos es el espinar con 235 especies capaces de sobrevivir en un clima tan seco que no permite el crecimiento de árboles, excepto a orillas de los ríos; la vegetación más típica de este ecosistema es el cardonal, del cual sólo existen áreas remanentes; rodeando al espinar se encuentran matorrales densos que carecen de espinas casi por completo. Originalmente, las demás zonas del estado salvo pocas excepciones, estaban cubiertas de bosques cuyos árboles sobrepasaban los 5 m de altura; sin embargo, esta vegetación primaria ha desaparecido debido a la tala y a la quema, quedando pequeños relictos principalmente al sur

Para el año 2019 el bosque xerófito ocupaba 6 668,83 km² (Figura 2.18), una disminución de 4 042,04 km² con respecto al existente en 1986 cuando su superficie era de 10 710,70 km² (el 79% del territorio) y unos 2 236,87 km² afectados, principalmente por actividades agrícolas. Las afectaciones antrópicas continúan desarrollándose aceleradamente en el bosque xerófito que queda, específicamente en la zona central del estado Lara; lo que podría causar un proceso de desertificación irreversible, incluso pudiendo extenderse en áreas protegidas como el Cerro Saroche.

► **Figura 2.17.**

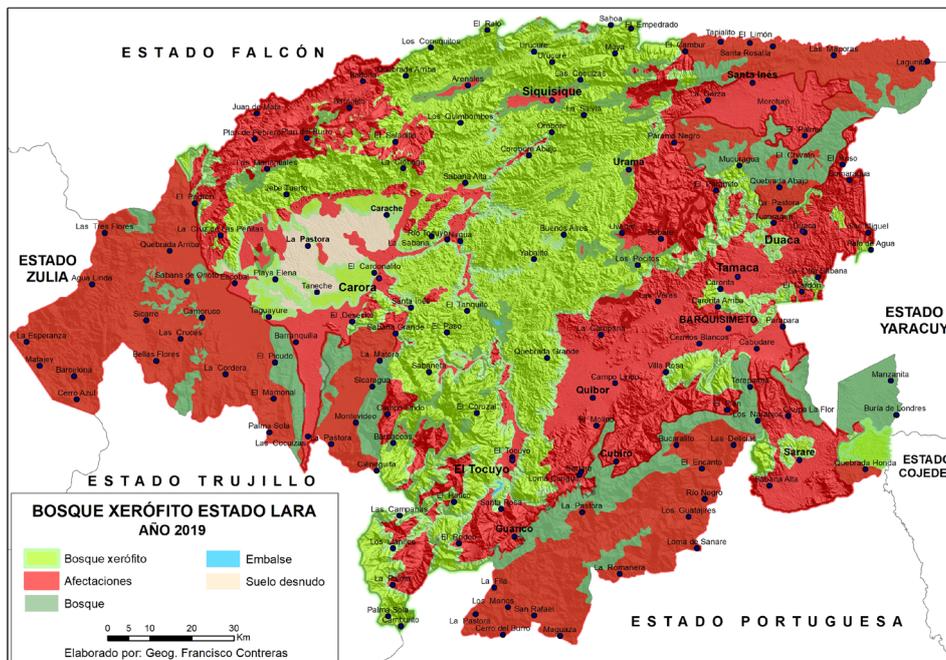
Distribución del bosque xerófito del estado Lara (1986)



Fuente: elaboración propia, tomando en cuenta datos de Landsat 1986.

► **Figura 2.18.**

Distribución del bosque xerófito del estado Lara (2019)



Fuente: elaboración propia, tomando en cuenta datos de Sentinel 2019.

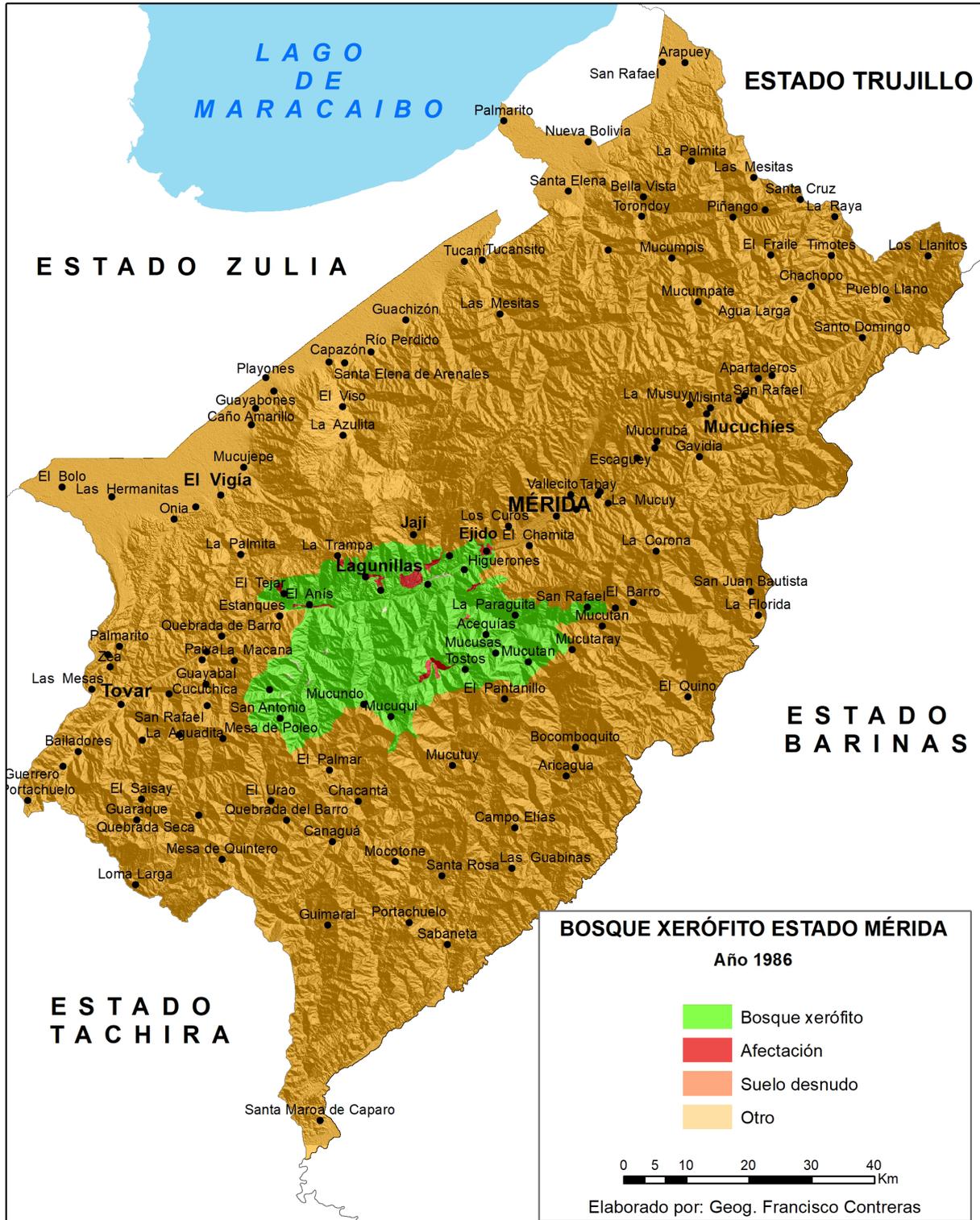
2.4.5. Bosque xerófito del estado Mérida

Mérida tiene la particularidad de ser un estado andino comúnmente visto como húmedo y frío; sin embargo las condiciones geomorfológicas (valles intramontanos) y climáticas, han permitido que se desarrolle un ambiente semiárido. En la zona, gran parte de las lluvias no superan los 800 mm anuales y se distribuyen en un máximo de tres meses, con una temperatura promedio alrededor de 26 °C. El bosque xerófito del estado Mérida, se encuentra localizado en un pequeño bolsón semiárido en la zona sur, en las cercanías de la población de Lagunillas, abarca una extensión total de 1 354,83 km² (el 10% del territorio). Se observa también la existencia de zonas semiáridas en las localidades de Timotes (en la parte alta de la cuenca del río Motatán), Ejido, Mesa Ejido, Mesa Bolívar y La Palmita (cuenca media del río Chama). Estas localidades están en la misma cuenca de localidades con aridez como San Juan de Lagunillas, Lagunillas, Chiguará, Estanques y las Tapias; lo cual confirma el "bolsón seco" reportado para esta parte media de la Cuenca del río Chama. En la cuenca del Mocotíes hay evidencias de zonas semiáridas en la Playa, Santa Cruz, y Bailadores. Hacia los pueblos del sur, la localidad de Tostós presenta valores que la definen como semiárida y la del Morro como árida; ambas forman parte de la cuenca del río Nuestra Señora, que drena sus aguas al río Chama. Estas zonas también están siendo altamente afectadas, observándose una reducción del 40% del bosque xerofítico con relación a la superficie ocupada para 1986 (Figuras 2.19 y 2.20).

La flora xerofítica de este estado, ha sido objeto de varios estudios entre los que destacan: Blanco, 1976; Feo, 1981; ASPROFORCA, 1992; Rico, 1993; Herrera, 1994; Ricardi, 1996; Reif *et al.*, 2001; Rondón, 2011; Hernández *et al.* 2003 y Croizat, 1954. De acuerdo con estos autores, la zona xerofítica del estado Mérida en el 2003, contaba con 51 familias de plantas superiores, con 163 géneros y 232 especies. El usuario deberá actualizar esta bibliografía, se recomienda visitar el herbario de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes para más información.

► **Figura 2.19.**

Distribución del bosque xerófito del estado Mérida (1986)



Fuente: elaboración propia, tomando en cuenta datos de Landsat 1986.

2.4.6. Bosque Xerofítico de la Península de Paria, estado Sucre

De acuerdo a lo descrito en la Figura 2.1 también hay bolsones de bosque xerofítico en los estados Vargas, Sucre, Anzoátegui y Monagas, pero en menor proporción que en los estados descritos en detalle anteriormente. Siendo más difícil por la naturaleza de ser áreas costeras efectuar con precisión el análisis de las imágenes disponibles. Sin embargo, existe disponibilidad de información concerniente al bosque xerofítico ubicado en el estado Sucre y su biodiversidad, la cual guarda mucha relación con la Flora de Nueva Esparta y probablemente también con la de la Península de Paraguaná. Se desprende de la información encontrada, que muchos árboles en Araya tienen portes bajos y se confunden a veces árboles con arbustos, debido a su porte. En el ámbito de la Flora se han descrito 55 familias y unas 120 especies, entre ellas 2 especies son endémicas (Cuadro 3.21).

► **Figura 2.20.**

Distribución del bosque xerofito del estado Mérida







Sección 3



3. Metodología para la restauración del bosque xerofítico

3.1. Planificación estratégica de los recursos naturales

Es importante considerar antes, durante y después de cualquier actividad a realizar se sobre el territorio, la planificación y gestión adecuada, ya que de ello depende en gran medida el desarrollo sostenible y la administración apropiada de los recursos naturales. En este sentido, los términos; planificar, organizar, dirigir y controlar, resultarán indispensables para cumplir con los objetivos, técnicas y tareas.

La planificación sobre el espacio geográfico, o bien, la ordenación del territorio posee una amplia definición en el marco conceptual, que básicamente se orienta al planteamiento de objetivos y variables, que en armonía, deben satisfacer las necesidades ecológicas y socioeconómicas. Debe ir con miras a un desarrollo equilibrado y a mejorar la calidad de vida, visiones que solo se pueden lograr si se obtiene una gestión responsable sobre los recursos naturales; hecho que resulta aún más indispensable e importante cuando estos recursos se encuentran en ecosistemas vulnerables, frágiles y en peligro de desaparecer, como es el caso del bosque xerofítico, donde es resulta evidente que la falta de organización y el cumplimiento de los objetivos en áreas ya planificadas, puede llevar a la pérdida de grandes extensiones de bosques, recursos naturales, a la desertificación y por ende a la pobreza.

En el marco de esta problemática, es importante señalar que las Naciones Unidas, determinó que el 90% de las áreas prioritarias con alta relevancia ambiental, deben ser áreas degradadas, pues ellas se corresponden a una figura de protección o sujeta a la de regulación de uso (ONU, 2014). Por ello, es necesario plantear un objetivo de planificación orientado a restaurar áreas ya degradadas en un escenario de degradación; así como, plantear la serie de normativas orientadas a la recuperación de estas zonas. Esta ordenación puede estar representada por un plan de ordenamiento y a su vez en una zonificación ambiental, instrumento capaz de proporcionar un esquema general susceptible de dar sentido a la gran cantidad de propuestas y decisiones que contribuyen a definir cualquier política de ordenación territorial. La zonificación de la mano con el análisis multicriterio, puede ayudar a identificar áreas propicias para la restauración del bosque xerofítico (Salas y Contreras, 2016).

3.2. Bases legales para la designación de áreas a restaurar

Debido a que el bosque xerofítico ocupa una buena parte del territorio del país, es oportuno que hagamos un análisis detallado en las áreas más afectadas por la degradación y hacer la evaluación de las leyes y decretos que afectan estas áreas críticas y potenciales para la restauración. Es absolutamente necesario el traslado a los registros municipales para la evaluación de las formas de tenencia de la tierra y su estado de vigencia. Se debe partir del marco constitucional y en segunda instancia analizar cada una de las leyes y decretos que rigen el uso y usufructo de las tierras en la República Bolivariana de Venezuela, recordando que en algunos estados donde hay comunidades indígenas existe un tratamiento legal especial, en otros aún persisten las tradiciones y mecanismos colectivos de tenencia de la tierra, como es el caso de

tierras comuneras en Paraguaná (estado Falcón) y más recientemente s tierras de consejos comunales y comunas. Proponemos utilizar al estado Falcón como área piloto para el desarrollo de un plan de restauración, debido a la larga trayectoria de este estado, por donde se iniciaron las grandes campañas de conquista del territorio, y en el cual existen importantes archivos históricos sobre la tenencia de la tierra; posteriormente este mismo trabajo debe hacerse para las otras regiones del país.

Una vez establecido un panorama claro de las áreas a restaurar, es necesario tener en cuenta que toda propuesta de restauración debe ser sometida a un proceso de consulta institucional y socio comunitario, a fin de validar la información obtenida en el diagnóstico y no afectar las asignaciones de usos sobre el territorio. Todo proceso de restauración ecológica debe ser desarrollado de la mano con el órgano rector en materia ambiental, o bien desarrollado por el mismo y contar con el consenso de las instituciones responsables de la asignación de las tierras para evitar conflictos futuros.

3.3. Evaluación de la tenencia de la tierra

Para la selección de las áreas a ser restauradas es necesario considerar principalmente los aspectos de ocupación del territorio, bien sea de tenencia de la tierra o aquellas áreas cuya asignación de usos permite o no, la realización de actividades concernientes a la restauración ecológica. De lo antes expuesto se evidencia que la ubicación de áreas a restaurar requiere de un estudio sistemático sobre su propiedad y asignaciones de uso, a fin de evitar conflictos con comunidades o instituciones del Estado. Antes de iniciar un proceso de restauración se debe realizar un estudio pormenorizado de la validez o estatus legal de las áreas a ser restauradas, ya que una vez que fue dictada la ley de tierras una parte de ellas pasaron a ser propiedad del estado (baldías) y municipios (ejidos). Asimismo, según la ley de tierra existen tierras privadas, las cuales tienen que ser inscritas en el INTI, adicionalmente será necesario intercambiar conocimientos con la parte legal de este instituto y la procuraduría general de los estados donde se llevará a cabo la restauración.

3.4. Establecimiento de áreas para la restauración según la asignación de usos del territorio

Otro de los puntos que deben considerarse al momento de la selección de áreas para la restauración, son aquellas zonas que ya tienen un propósito sobre el territorio, a través de la ordenación a escala nacional, regional y municipal; como es el caso de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) que en el artículo 15 de la Ley Orgánica de Ordenación del Territorio (LOT, 1983), están definidas como las áreas del territorio nacional que se encuentran sometidas a un régimen especial de manejo conforme a las leyes especiales, las cuales en particular, son principalmente parques nacionales, zonas protectoras; reservas forestales; áreas especiales de seguridad y defensa; reservas de fauna silvestre; refugios de fauna silvestre; santuarios de fauna silvestre; monumentos naturales y zonas de interés turístico, las cuales por lo general poseen un plan de ordenamiento y reglamento de uso interno, es decir, también poseen zonificaciones ambientales que están reglamentadas, estableciendo de formas explícita actividades que están prohibida y aquellas que si pueden desarrollarse. De estas zonas pudiesen determinarse espacios para la recuperación natural, los cuales pueden ser zonas con proyectos piloto para la restauración

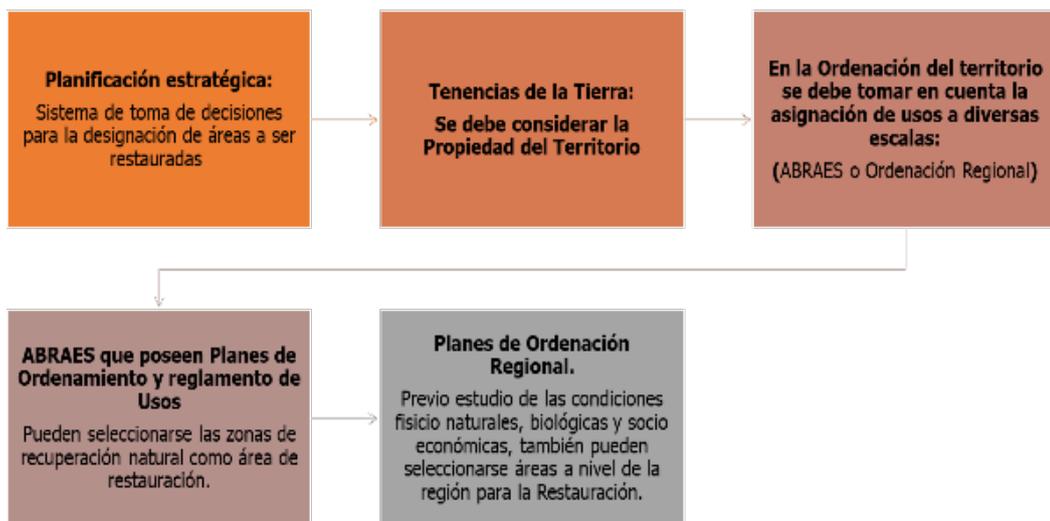
ecológica del bosque xerófito, sin que este proceso resulte mas adelante en un conflicto con la tenencia de la tierra. La legislación venezolana también estipula los Planes estatales de ordenación del territorio que sujetándose a unas directrices de planificación nacional podría contribuir a ubicar áreas que puedan ser prioritizadas para la restauración del ecosistema xerófito, de acuerdo con las necesidades (Figura 3.1).

3.5. Derechos originarios de pueblos y comunidades indígenas sobre las tierras

Durante la invasión, conquista y colonización, llegaban a este país los ciudadanos de otras naciones (principalmente españoles) portando una cédula real concedida por la realeza española donde se establecía la cantidad de territorio a ocupar por el individuo en cuestión. En consecuencia, se creaban posesiones comuneras, muy conocidas en el estado Falcón, las cuales estuvieron vigentes hasta 2010 y aún persiste la lucha legal en algunas de ellas. **La Constitución de la República Bolivariana de República Bolivariana de Venezuela en su artículo 119**, establece los derechos originarios sobre las tierras a los pueblos y comunidades indígenas. Reconoce la existencia de los pueblos indígenas, su forma de organización, cultura e idiomas propios, su hábitat y los derechos sobre las tierras que ancestral y tradicionalmente ocupan y que son indispensables para garantizar su continuidad biológica y sociocultural. También establece que las tierras indígenas son inalienables, imprescriptibles, inembargables e intransferibles y que corresponde al estado junto con los pueblos indígenas la demarcación de las tierras. Postula la necesidad de una ley especial donde se desarrolle detalladamente los procesos relativos a la demarcación de estas, con fines de asegurar la propiedad colectiva de las tierras, pueblos y comunidades indígenas que lo habitan.

► **Figura 3.1.**

Proceso de toma de decisiones para la designación de áreas a ser restauradas



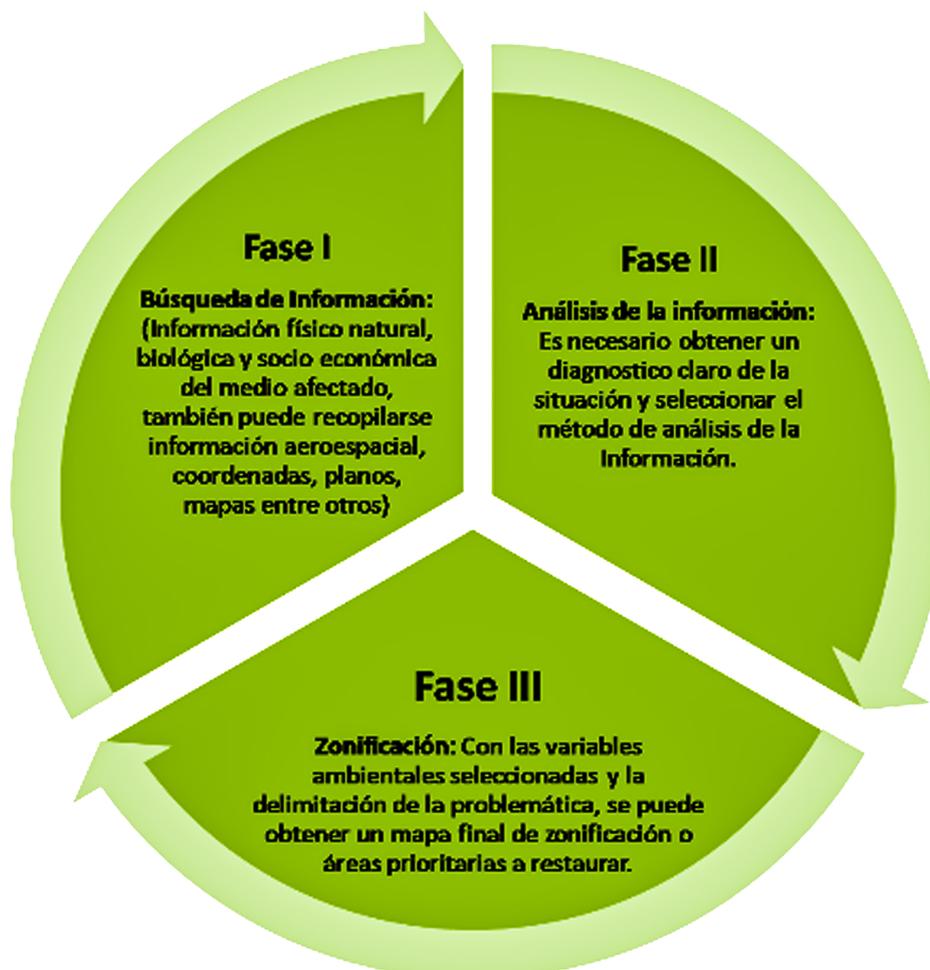
Fuente: elaboración propia.

3.6. Etapas de la restauración ecológica

La restauración ecológica es una actividad muy compleja, y se debe tomar en cuenta que cada región tiene características climáticas, microclimáticas, edáficas, biológicas, legales y de organización comunitaria bien definidas, que debe ser cuidadosamente estudiadas antes de iniciar cualquier proceso de restauración. Se deberá levantar la información físico natural del área existente (composición florística, diversidad faunística, tipo de suelo y régimen pluviométrico antes de proceder a la restauración) incorporando a la investigación a universidades, centros o institutos de investigación, herbarios regionales, jardines botánicos, organismos oficiales de planificación y manejo (MINEC, INTI y MPPA, entre otros). Igualmente se debe llevar a cabo un estudio detallado de las comunidades o asentamientos humanos que se localizan en el área circundante y sus formas de organización (comunidades, consejos comunales, juntas parroquiales, entre otras) y especialmente de sus hábitos alimenticios, uso de la tierra y de su organización socioeconómica; además de incorporar a los diferentes grupos involucrados en los equipos multidisciplinarios en todas las etapas del proceso de restauración, convirtiéndolos en aliados hasta su culminación. Los pasos más importantes a tomar en cuenta para la conceptualización del proceso de restauración se resumen en la Figura 3.2.

► **Figura 3.2.**

Pasos para iniciar la planificación de la restauración de un área degradada



3.6.1. Fase 1: búsqueda de información

Para conocer la distribución y dimensionar el grado de transformación al que ha sido sometido el bosque xerófito se deben utilizar técnicas como la teledetección y el Sistemas de Información Geográfica (SIG), como herramientas esenciales de entrada, procesamiento y análisis de grandes cantidades de datos espaciales. Los sensores remotos proporcionarán una amplia cobertura de las áreas seleccionadas, y una adecuada frecuencia en la actualización de la adquisición de la información, facilitando el mapeo de la cobertura terrestre (Mas y Navarrete, 2010) apoyados en el uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), de esta forma es posible obtener nueva cartografía digital, que se representará a escala 1: 250. 000 (para el caso del análisis a nivel estatal) en un sistema de coordenadas empleado en la República Bolivariana de Venezuela para toda la información geoespacial procesada que es REGVEN (Red Geodésica Venezolana); GRS 80.

Es importante considerar que a los fines de la evaluación exacta, se deben seleccionar imágenes de satélite correspondientes a periodos secos y compararlas con periodos húmedos, ya que de lo contrario puede llegarse a conclusiones erradas debido a que la fisionomía del bosque cambia totalmente según sea el caso. En época seca la mayoría de los árboles y arbustos pierden sus hojas, dando una apariencia de suelo desnudo, el suelo puede absorber mayor energía térmica y el coeficiente de reflexión aumenta considerablemente. Además se deben evaluar variables ambientales y socioeconómicas donde el uso de la tierra con la expansión de la frontera agrícola y el avance de la urbanización, determinan la evaluación espacio temporal del bosque xerófito. No debe iniciarse la planificación de la restauración de un área antes de hacer un chequeo de campo y validar lo observado en las imágenes.

3.6.2. Fase 2: análisis de la Información

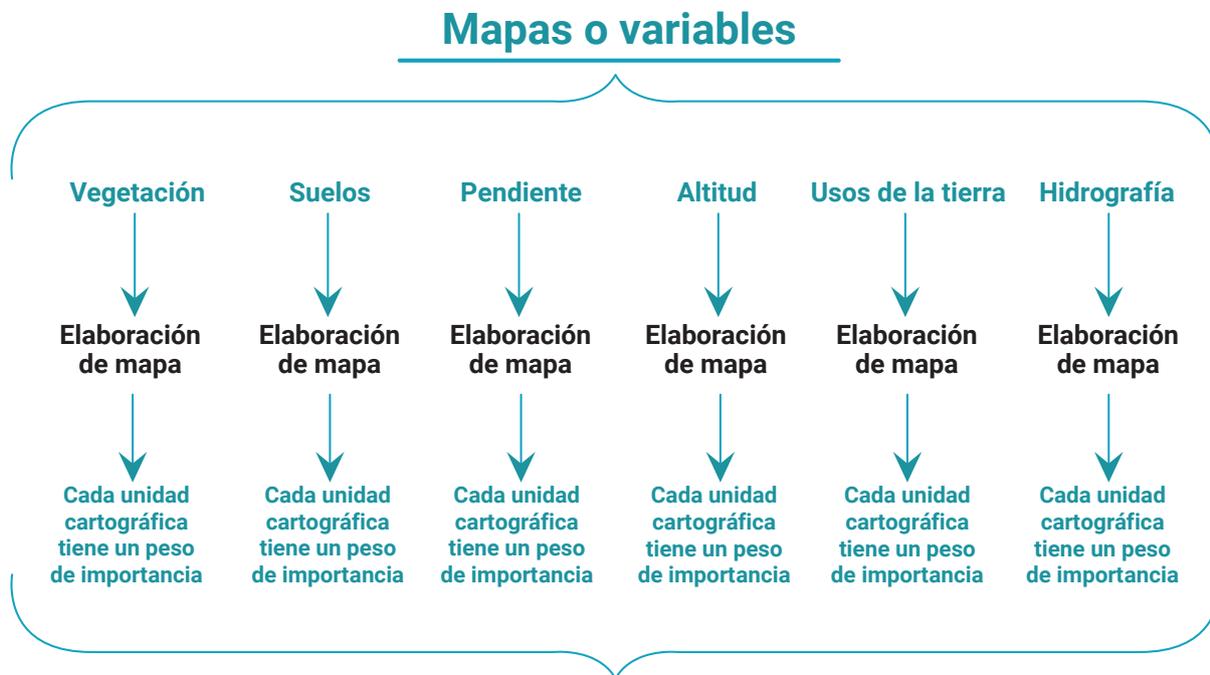
Barredo (1996), define el análisis multicriterio como un conjunto de operaciones especiales para lograr un objetivo, teniendo en consideración simultáneamente todas las variables que lo intervienen; adicionalmente considera que una de las fases necesarias en este método, es la elección de criterios que se consideren determinantes para el objetivo concreto del estudio. Deben definirse con anterioridad (a priori) al desarrollo de la investigación, por lo cual, la evaluación multicriterio exige un conocimiento previo del fenómeno que se estudia.

3.6.3. Fase 3: zonificación del bosque xerófito a restaurar

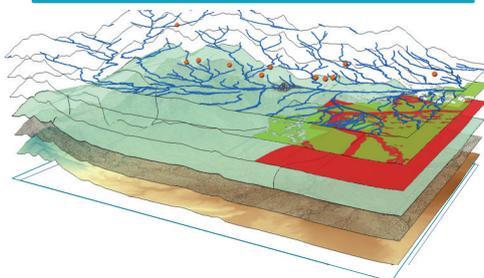
Con la zonificación ambiental se busca establecer áreas o zonas que conforman espacios claramente delimitados donde interactúan variables abióticas, bióticas y socioeconómicas, que definen las limitaciones de uso y la protección de los recursos naturales. Se fundamenta en la determinación de la importancia y la sensibilidad ambiental del área, mientras más variables sean incluidas más soporte y justificación tendrá el producto de la zonificación. Una vez seleccionadas las variables producto del análisis multicriterio, serán representadas en mapas y a cada unidad cartografiada le serán asignados valores o pesos por jerarquías analíticas según sea el grado de amenaza del medio, es decir, si en el mapa de vegetación, los cardonales son los más amenazados estos tendrán un mayor valor. Finalmente se unifican todos estos pesos y mapas a través de las herramientas de superposición de los SIG y se obtiene el mapa de zonificación ambiental, que puede estar categorizado como zonas de mayor y/o menor prioridad para la restauración del bosque xerófito (Figura 3.3) (Salas y Contreras, 2016).

► **Figura 3.3.**

Proceso de elaboración de un mapa de zonificación ambiental a través de los SIG y análisis multicriterio, para la identificación de áreas a restaurar



Superposición de mapas



Obtención del mapa final



Fuente: Salas y Contreras 2016.

3.7. Diseño e implementación del plan de restauración

Es muy importante recordar que el primer paso en cualquier proceso de restauración es la delimitación del área a restaurar, seguido por la planificación y ejecución de un plan de restauración y monitoreo a largo plazo y el establecimiento de un banco de germoplasma que será utilizado en el proceso.

3.7.1 Diseño del plan de restauración

1. **Planificación del área a restaurar:** una vez seleccionada el área a restaurar la siguiente decisión es definir el alcance del proceso que se desea. ¿Se quiere restaurar el ecosistema original a largo plazo? ¿Quiere apoyar a las comunidades adyacentes en la producción de alimentos, tomando en cuenta sistemas más amigables con el ambiente? Contestar estas preguntas ayudará en la toma de decisiones. Cualquier proyecto de restauración debe planificar y ejecutar la introducción de especies teniendo siempre en consideración el mantenimiento de un sistema diverso que evolucione hacia un sistema capaz de resistir perturbaciones y alcanzar nuevos estados de equilibrio. En nuestro caso se debe considerar que partimos de la tradición de explotación y no de manejo de los recursos naturales, por ello hay que invertir grandes esfuerzos en crear sistemas alternativos. Se debe definir cuáles serán las especies que serán utilizadas y conocer a fondo su fenología, dinámica de crecimiento y formas de reproducción, preparando la producción de las plantas que se utilizarán.
2. **Realizar campañas de recolección de semillas y propágulos:** localice a los líderes comunitarios, apóyese en las escuelas y liceos locales, genere un plan de concienciación y de colaboración (desarrollar una estrategia de participación). Estas instituciones pueden apoyar en la recolección de semillas y propágulos de especies nativas, también en establecer pequeños viveros escolares. Recuerde siempre que estamos trabajando para restaurar, las especies nativas que son prioridad; pero la mayoría de ellas aún no han sido domesticadas, por lo que debemos ingeniárnoslas para hacer germinar las semillas, sin que ellas pierdan su viabilidad, de allí la importancia del establecimiento de un protocolo de reproducción de las especies nativas.
3. **Establecimiento de viveros y aclimatación de las plántulas:** se recomienda utilizar plantas producidas y aclimatadas en viveros especializados cercanos al área a restaurar, y con material alimenticio y el uso otros métodos que sirvan para atraer y mantener la fauna silvestre de ese habitat. Entre las técnicas ampliamente utilizadas y recomendadas en áreas similares en África y otros países de América tropical se proponen los bancos de germoplasma, el establecimiento de sistemas agroforestales, agrosilvopastoriles y los zocriaderos (Vanegas, 2016; FAO, 2014).

3.7.2. Ejecución del Plan de Restauración

1. **Establecimiento de modelos de manejo de acuerdo con la topografía (zonas planas, zona inclinada, laderas de escorrentía, entre otras):** es importante destacar que cada tipo de terreno, ecosistema o arreglo espacial tendrá consideraciones específicas a la hora de diseñar las campañas de restauración.
2. **Establecer un cronograma de siembras programadas: ¿A quién primero? ¿Arbustos, árboles, hierbas o suculentas?:** en nuestras zonas áridas hay una serie de factores ambientales difíciles de manejar como

altas temperatura, escasez y distribución errática de las lluvias, altas tasas de evaporación y suelos pesados con altos tenores de sodio y calcio; entonces nuestra planificación de la restauración debe considerar la reintroducción de especies en el orden específico: desde las más tolerantes a la sequía, seguidas de las que provean alimento a la fauna y en simultáneo las que sean capaces de generar condiciones para que se abran los nuevos nichos dentro del ecosistema.

3. Preparación del terreno en el área a restaurar: debe iniciarse un plan adecuado de manejo y recuperación del suelo en el área que se va a restaurar, por lo que deberá hacerse un estudio previo de suelos, haciendo énfasis en entender cómo funciona la fase productiva de éste conocida como la esfera del suelo ocupada por las raíces o “rizosfera”. Esto es muy importante en las zonas áridas y semiáridas al norte de Venezuela donde se ha demostrado que, en suelos de reciente evolución arcillosos y pedregosos (como los de la costa norte de Falcón), las raíces finas ocupan solo los primeros 15 cm del perfil del suelo y las pivotantes en general solo penetran hasta 30 cm (Díaz, 1995; Díaz y Granadillo, 2005), por eso se requiere utilizar la mínima labranza para iniciar los procesos. Es recomendable que antes de iniciar los procesos, excavar al menos unos 30 cm y hacer un análisis exploratorio de la distribución radicular en el ecosistema a restaurar.

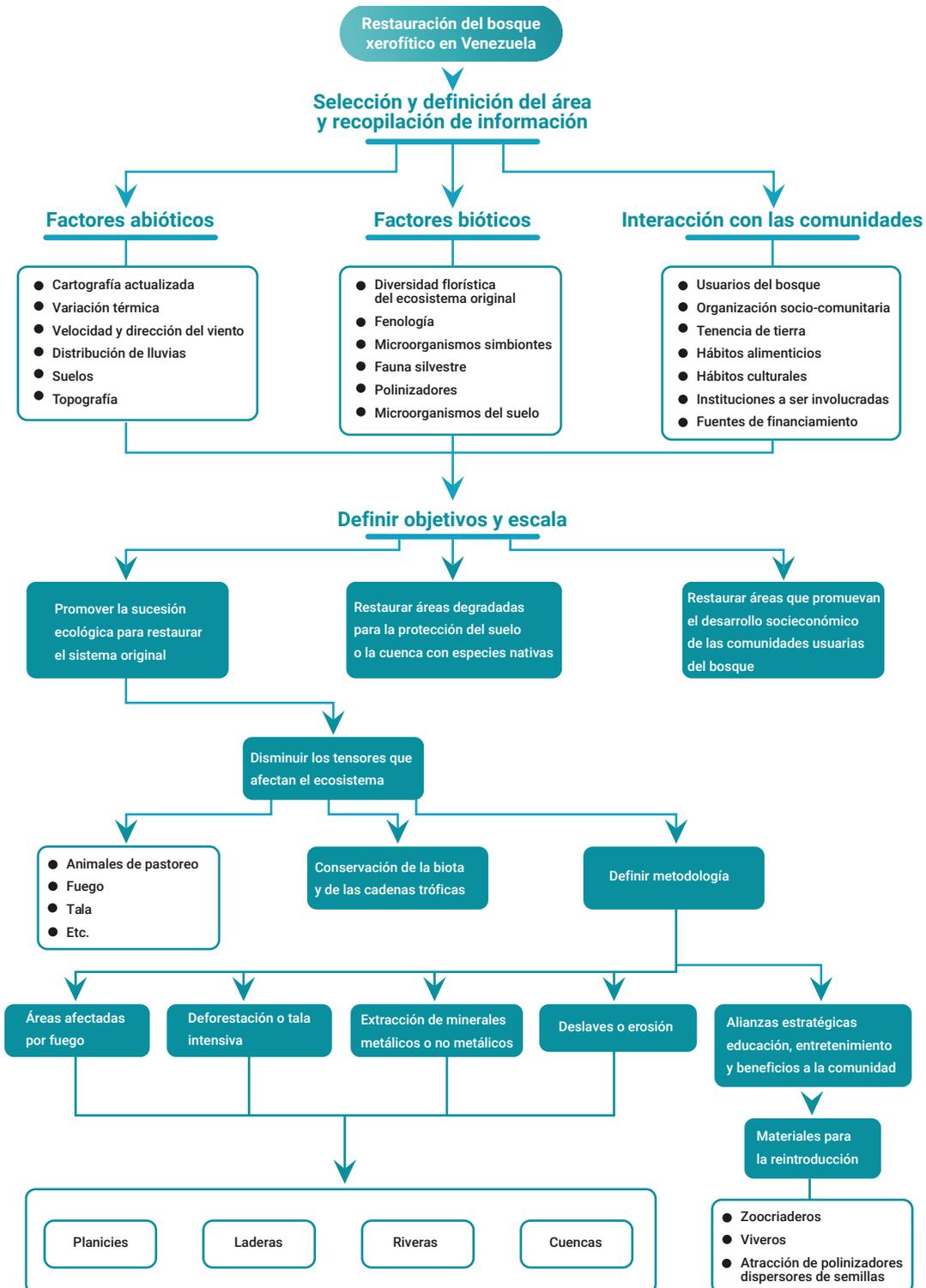
4. Proceder con la siembra programada.

5. Seguimiento.

La Figura 3.4 resume en orden cronológico estratificado el procedimiento sugerido y las precauciones que se deben tener durante la planificación y ejecución de los procesos de restauración.

► **Figura 3.4.**

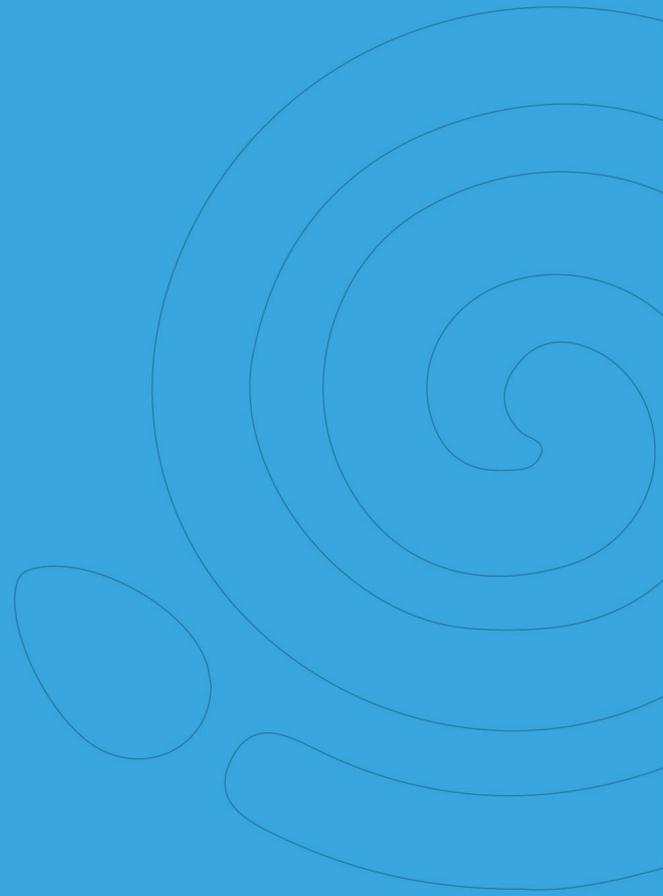
Modelo o secuencia de acciones propuestas para apoyar el proceso de toma de decisiones y acciones a ser llevadas a cabo durante el proceso de restauración del bosque xerofítico



Fuente: elaboración propia.







Sección 4



4. Modelos alternativos para la restauración de bosques xerofíticos

4.1. Experiencias exitosas en la restauración de zonas áridas

Los procesos de restauración son a largo plazo, por ello es difícil contar con casos que tengan el suficiente tiempo para ser incluidos en la lista de exitosos. Sin embargo, podemos señalar que una vez que intervenimos el sistema y logramos que se reinicien procesos de sucesión ecológica y reaparezca la cobertura del suelo, se puede considerar como indicio de una experiencia exitosa. En este sentido, relatamos a continuación dos experiencias exitosas llevadas a cabo en las zonas áridas de Falcón entre CIEZA e INFALCOSTA.

4.1.1. Restauración de un área de bosque xerofítico en la Reserva Biológica de Montecano, Península de Paraguaná, estado Falcón:

el proceso de restauración se centró en la exclusión del ganado caprino en áreas donde animales en pastoreo causaron fuertes estragos a la vegetación e inclusive en alguna parte del área ya se encontraba suelo desnudo. Se cercaron tres parcelas individuales de 400 m², cuya cobertura de la vegetación era solo de 4,8 m² con la presencia de un individuo de *Prosopis juli lora* y cuatro individuos del arbusto *Croton lavens*. Se colocó una cerca de malla ciclón alrededor del área, cada año se hizo un conteo de las especies presentes y un estimado de cobertura de las parcelas. Al cabo de 10 años se encontró una cobertura de 90% y tres individuos de *P. juli lora*, uno de *Croton heliaster*, uno de *Jacquinia aristata* y uno de *Randia aculeata*, seis individuos de *Croton lavens*, cinco de *Lantana camara*, cuatro de *Lippia oreganoides* y más de veinte individuos de *Sporobolus pyramidatus* en el sotobosque del área cercada (Figura 4.1). El experimento nos permitió demostrar la necesidad de prevenir la entrada de los caprinos al área seleccionada si deseamos implementar un proceso de restauración.

4.1.2. Sistemas agroforestales en Pecaya:

durante la ejecución del proyecto “Agroforestería para el Uso sostenible del Agua en las Zonas Áridas de América Latina” (WAFLA por sus siglas en inglés), recopilamos información que nos permitió vislumbrar las grandes posibilidades de éxito de la agroforestería en los procesos de restauración de zonas áridas de América Latina. Dada nuestra experiencia en los estudios en condiciones naturales de la ecofisiología de plantas suculentas en zonas áridas tropicales, donde demostramos que el *Agave cocui*, la *Bromelia humilis*, el *Aloe vera* y los cactus columnares en etapa juvenil, se ven favorecidos por la reducción de la radiación solar, procedimos a establecer sistemas agroforestales utilizando los conceptos de la bioquímica y de agroforestería análoga, con el propósito de restaurar áreas muy intervenidas (debido a la extracción ilegal de madera y de agaves) en las zonas áridas del estado Falcón.

► **Figura 4.1.**

A- Área muy degradada cercada para la exclusión de herbívoros. B- Misma área 6 años más tarde. C, D y E- Experiencia de resiembra en un área quemada, donde se involucraron a varias escuelas, liceos locales y a la empresa PDVSA Gas. Debido a lo extenso del área, el cercado no era una opción, por lo tanto, se procedió a la siembra de árboles en círculo, rodeado de la especie *BROMELIA HUMILIS* para prevenir la herbivoría.

Primeramente, recopilamos información sobre especies nativas de usos potenciales por medio del estudio de la composición florística de los bosques nativos, seguidamente recopilamos información sobre la palatabilidad de los frutos de algunos árboles muy productivos (*Prosopis juliflora*, *Pithecelobium dulce*, *Geoffraea spinosa*, *Caesalpinia coriaria*) y finalmente a partir de los hábitos alimenticios de la población, procedimos a evaluar cultivos alternativos. Emprendimos una campaña de concienciación para evitar la extracción masiva de *Agave cocui*, para la fabricación de bebidas alcohólicas y del *Prosopis juliflora* o cují, ya que este último representa la fuente de leña principal en la cocción del Agave. Seguidamente iniciamos la recolección de semillas y establecimos protocolos de germinación de semillas de varias especies con la finalidad de incentivar su reposición al bosque.

En el caso del *Agave cocui*, iniciamos la recolección de bulbillos o clones típicos de esta especie y se colectaron también semillas (Figura 4.2). Se establecieron viveros de bajo costo utilizando los árboles como efecto nodriza y al cabo de un año se inició la restauración de áreas degradadas por sobreexplotación o fuego (Figura 4.3).

► **Figura 4.2.**

Sistema de recolección de material vegetativo (hijuelos) de *Agave cocui* para el repoblamiento de las laderas, donde esta especie es extraída continuamente



► **Figura 4.3.**

Experiencia en restauración de un área con y sin presencia de árboles, en suelo desnudo



Se estableció un sistema agroforestal donde se combinaron dos de las especies suculentas más utilizadas en la zona *Agave cocui* y *Aloe vera*. A la izquierda en el sotobosque a los 2 años de inicio del proceso. A la derecha de arriba hacia abajo el progreso de la restauración a los 7 años. Nótese las plantas adultas de *Agave cocui* sin *Aloe vera* (cosechada a los 3 años), casi listas para la cosecha y el aumento en tamaño de los árboles.

4.2. Modelos alternativos para la restauración de bosques xerofíticos

Las experiencias arriba relatadas, han permitido vislumbrar posibilidades de restauración que cumplan con el objetivo de reponer algunos elementos al sistema como los agaves extraídos para la producción de cocuy. Al incorporar la sábila y los árboles leguminosos, el sistema se convierte en útil para los productores en la zona. Es necesario llevar a cabo un monitoreo sistemático y evaluar al menos anualmente el regreso de los otros componentes del ecosistema. Los sistemas agroforestales y los zocriaderos son alternativas de manejo que consideramos pueden coadyuvar con éxito a reponer los recursos extraídos del bosque xerofítico. La información recabada en estos sistemas nos sirvió de base para proponer los sistemas más complejos de restauración, tanto del bosque nativo como de la fauna silvestre, los cuales presentamos a continuación.

4.2.1. Sistemas para la restauración de bosques xerofíticos en áreas naturales

En los trabajos de restauración de áreas naturales degradadas requerimos llevar a cabo la reintroducción de especies nativas y adaptadas al área a restaurar, por ello debemos contar con plántulas reproducidas en viveros que hayan sido aclimatadas y endurecidas para que sean capaces de sobrevivir en los ambientes de alta radiación solar, con déficit hídrico y las altas temperaturas imperantes en las zonas áridas tropicales. Para ello, se han desarrollado varias técnicas de manejo del terreno y técnicas de dispersión de semillas. Entre las técnicas más exitosas de dispersión se enuncian las siguientes:

- Creación de pellets ricos en semillas del bosque nativo con la adición de extractos de especies, cuyos mucilagos actuarían como agentes fijadores de las plántulas en las laderas y suelos desnudos.

4. Modelos alternativos para la restauración de bosques xerófitos

- Dispersión de semillas vía las heces de animales domésticos en pastoreo.
- Colocación de frutos o maceraciones en envases dispersos en el bosque para que se alimenten las especies de fauna silvestre (principalmente aves y de mamíferos) quienes esparcirán las semillas en sus heces.
- Seguimiento periódico de las técnicas de dispersión y medición de la supervivencia de las plántulas en campo, con el apoyo de las comunidades locales, a fin de aplicar los correctivos necesarios.

Este sistema fue probado en la cuenca del Río Morón, donde el Ing. Julio César Carozo, en conjunto con el equipo técnico de Pequiven, lograron restablecer en unos 15 años más del 50% de las especies originarias (Gómez, 2012).

4.2.2. El vivero agroforestal comunitario como eje del proceso de restauración ecológica

Si bien existen varias metodologías viables en su implementación, es importante destacar que el común denominador siempre deberá incluir el que las comunidades lleguen a asumir como propios estos proyectos, identificándose con sus objetivos y haciéndolos suyos, lográndose un trabajo articulado con el equipo técnico responsable en un ambiente de reconocimiento y respeto mutuo. El establecimiento y arranque de un vivero comunitario para un proyecto de restauración ecológica deberá considerar:

1. **Elección de un coordinador técnico-comunitario**, que será el encargado de llevar lo relativo a la instalación, manejo y mantenimiento del vivero, para el cumplimiento del proyecto (o proyectos) de restauración que le haya dado origen. Una vez culminado (s) deberá hacer entrega formal mediante acta escrita al consejo comunal o consejo de campesinos correspondiente junto con las instalaciones, equipos y herramientas que consten en el inventario levantado y mantenido por él. Los lotes de plantas producidos y entregados para la ejecución de los tratamientos de restauración propuestos en el proyecto correspondiente serán entregados mediante actas y asentados en un inventario permanente del vivero.
2. **Definir la tenencia de la tierra del lote de terreno seleccionado**, se sugiere el establecimiento de un comodato de uso (en el caso de tierras privadas) que contemple además del tiempo previsto originalmente para el proyecto, lapsos extra para ampliaciones de este, desarrollo de nuevos proyectos en la zona, o la posibilidad de que la comunidad decida seguir desarrollando la producción de plantas una vez culminado el proyecto de restauración. Debe especificarse en el mismo o en un convenio público, las responsabilidades de custodia, mantenimiento y las causales y procedimiento para su cese. En caso de tierras del Estado con la autorización firmada y sellada del consejo comunal o campesino correspondiente con notificación previa al INTI deberá ser suficiente.
3. **Selección y formación de viveristas, así como del personal de campo** para la ejecución de obras previas al establecimiento de plantaciones (apertura de picas, recolección de semillas, construcción de diques, apertura de zanjas y terrazas, trazado, marcación y hoyaduras, entre otras), además del mantenimiento en general. Esta formación será parte de los talleres y cursos de capacitación que el proyecto de restauración dictará a las comunidades rurales en el área de influencia del mismo (sensibilización ambiental, huertos agroecológicos, producción y uso de plantas medicinales, elaboración y conservación de alimentos, conservación de suelos y aguas, recolección y almacenamiento de aguas pluviales, construcción de fogones ecológicos, buenas prácticas agroecológicas, establecimiento y mantenimiento de sistemas agroforestales, entre otras).
4. **Promoción del uso integral del vivero comunitario**, incluyendo la producción de plántulas para los cultivos agrícolas, los sistemas agroforestales, huertos caseros, plantas medicinales, plantas ornamentales para

uso comunal, actividades educativas conjuntas con las escuelas rurales ubicadas en la zona de influencia, entre otras. Una vez cubierta la cuota de plantas y semillas previstas en el proyecto de restauración ecológica que les dio origen, estos viveros comunales deben tener el potencial de convertirse en unidades productivas que perduren en el tiempo, enlazándose a otros proyectos futuros de diversa índole.

5. **Utilización de materiales accesibles a la comunidad**, en la construcción de la infraestructura necesaria se usarán en lo posible los materiales disponibles en la zona o relativamente cercanas, tales como piedra, laja, varas, hojas de coco o palma, estiércol animal y arena de remanso, madera rolliza, ramas de bambú, entre otros.
6. **Caracterizar el área y diseñar viveros funcionales, cumpliendo con las siguientes consideraciones:**
 - Localizarlo dentro de la comunidad, o muy cerca de ella. De ser posible anexo a una vivienda preexistente.
 - Acceso vial directo para el transporte de sustratos y movilización de lotes de plantas.
 - Cercanía de laguna comunitaria, pozo comunitario o depósito comunal de agua, para garantizar una aducción cercana a su tanque de almacenamiento.
 - Disponer en parte de su área de una semisombra arbolada natural (de ser posible) (Figura 4.4), si no es posible se construirán caneyes para el área de trabajo y techumbres de ramas o varas, hojas de coco u otras palmas para las áreas de semilleros y bancales.
 - Disponer de un relieve medianamente plano o posibilidades de acondicionar un terracedo de las áreas de los bancales y semilleros. No debe tener áreas anegadizas.
 - Disponer de un extensión que permita cumplir con sus metas y tener posibilidades de expansión (se sugiere de 0,25 a 0,5 ha.) Deberá comprender un cercado en la zona de producción que limite el acceso de ganado, aves de cría y mascotas; portón de acceso vehicular; zona de descarga, mezcla y acarreo de sustratos; bohío o caney techado para trabajo que incluya mesón; aljibe o tanque para agua de riego; zona de semilleros; zona de producción en bancales o mesas de propagación bajo semisombra; zona de producción en bancales bajo sol; sistema de riego; composteros y un depósito para herramientas.
 - Contar con la presencia de personal las 24 horas (como mínimo un viverista con un ayudante diurno y un vigilante nocturno).

► **Figura 4.4.**

Modelos de viveros establecidos para los procesos de restauración en zonas de producción de agave. Puede observarse que fueron preparados tanto los árboles como los agaves



A continuación, exponemos algunas medidas que pueden ser utilizadas para garantizar el éxito de los procesos de restauración de acuerdo con el tipo de terreno o sistema a restaurar:

4.2.3. Recuperación de bosques de galería o bosques riparios en los cursos de agua y en la red de drenajes

- 1- Levantamiento cartográfico de la longitud y ancho del cauce a tratar, complementándose con chequeos de campo.
- 2- Planificación de las estructuras a colocar.
- 3- Planificación de la distribución espacial de acuerdo con el terreno: debe planificarse el establecimiento de plantaciones mixtas en franjas de 50 metros de ancho (25 metros a cada margen) en cursos de agua permanente, 25 metros de ancho en quebradas intermitentes (12,5 metros a cada margen) y 15 metros de ancho (7,5 metros a cada margen) para la red de drenajes naturales.
- 4- Selección del tipo de plantas.
- 5- Diseño del arreglo y el distanciamiento de las plantaciones: sugerimos establecer plantaciones en franjas dispuestas en tresbolillo, con distanciamiento de 12,5 X 12,5 m entre los árboles, 3 X 3 m entre los arbustos o árboles pequeños y 1 X 1 entre especies de sotobosque. Es muy importante tomar en cuenta que para cubrir una hectárea de tratamiento deben producirse en vivero 64 árboles, 1 047 arbustos y 8 889 plantas de sotobosque. Cada punto de plantación contará con un platón (excavación cóncava tipo anillo o cono alrededor de la planta) de 0,50 m (para árboles y arbustos) a 0,30 m (para plantas de sotobosque).

4.2.4. Establecimiento de diques transversales para promover mayor infiltración

- 1- Colocación de baterías de diques transversales sencillos sobre los drenajes naturales con base a los materiales disponibles en la zona (piedras, troncos secos, tierra apisonada, entre otros), que serán reforzados con vegetación baja tipo cubre suelos (se recomiendan agaves, sábila, sisal, tecos, cactáceas varias) (Figura 4.5).
- 2- De acuerdo con la pendiente media del terreno se sugiere construir los diques cada 30 metros para pendientes menores al 15%, y entre 5 a 15 metros de separación para pendientes superiores. Estos diques de retención e infiltración de agua serán estructuras sencillas, anclados en zanjas transversales de aproximadamente 0,50 m de profundidad y 1,5 a 2 metros de altura; con base de roca si hay disponibilidad en el área, anclaje de troncos secos o cuerpo construido de rocas encajadas entre sí (de ser posible sin emplear cemento), o incluso porciones de troncos de cactáceas vivas, cuya función primaria será retener y favorecer la infiltración de aguas pluviales para potenciar el establecimiento de núcleos de vegetación y la interconexión con redes de zanjas transversales de infiltración-absorción.
- 3- Distribución espacial, se sugiere de 10 a 30 diques por hectárea (dependiendo de la red de drenaje existente).
- 4- Establecimiento de zanjas de irrigación -absorción (o zanjas de infiltración-absorción modificadas), a partir de la parte superior de los diques, siguiendo las curvas de nivel o con pendientes máximas de 1% hacia la parte externa de las vertientes, a fin de favorecer la conducción de las aguas pluviales hacia las áreas ubicadas entre los drenajes. La longitud de las zanjas dependerá de la amplitud de las vertientes de los

drenajes (o de los recursos disponibles). Se sugieren longitudes entre 5 y 15 metros que podrán ser mayores en terrenos con bajas pendiente. Las zanjas de infiltración tendrán entre 20 y 30 cm de profundidad, y el material excavado se dispondrá en forma de mini terraza o camellón hacia el sentido de la pendiente, según se ilustra en los croquis anexos (Figuras 4.6 y 4.7).

► **Figura 4.5.**

Sistema de restauración utilizando batería de diques, elaborados a partir de ramas y troncos secos o rocas (según disponibilidad)



Parroquia Pecaya, estado Falcón.

Estos camellones podrán reforzarse con rocas u otros materiales que sean abundantes en la zona. En los extremos superior e inferior de la zanja, se establecerán dobles hileras de arbustos alternados con especies de sotobosque con un arreglo y distanciamiento al tresbolillo entre sí de 1,5 X 1,5 metros entre arbustos y 0,5 X 0,5 metros entre las especies de sotobosque o cubre suelos. Díaz y Guerrero (2018), recomiendan utilizar *Agave cocui* (cocuy), *Bromelia humilis* (teco), *Aloe vera* (sábila) o especies equivalentes en cobertura de suelos que sean nativas en otras regiones similares. La modificación propuesta consiste en darle continuidad a la zanja sin dejar de excavar los muros o divisiones internas característicos de dichas zanjas, pues se prioriza aquí la distribución de las aguas sobre la superficie del terreno, favoreciendo el establecimiento de la vegetación asociada a las zanjas.

► **Figura 4.6.**

Zanjas de Infiltración convencionales, aplicables solo en condiciones de alta degradación

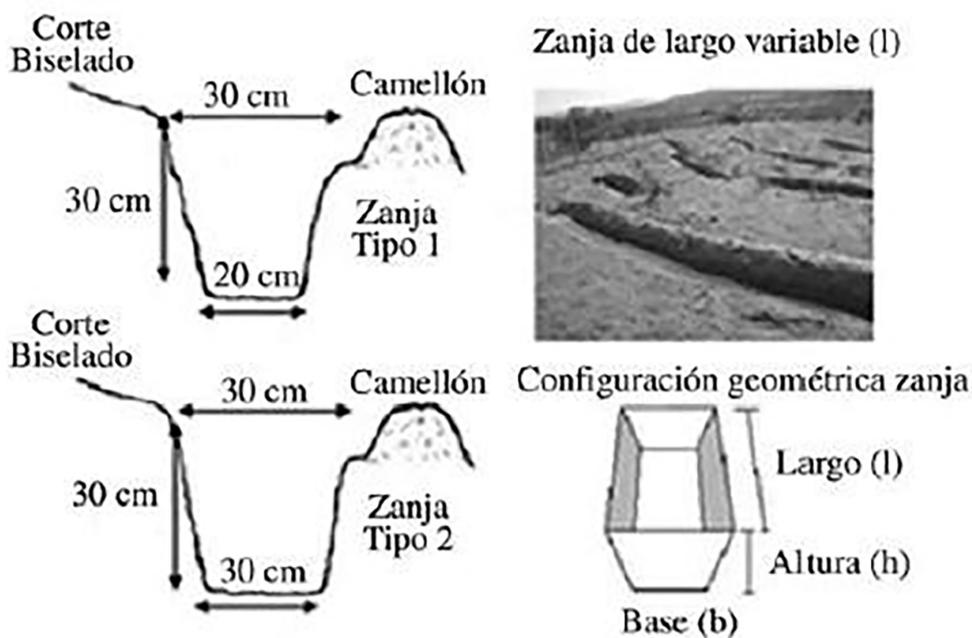


Se recomienda emplear el método de hoyaduras ya que perturba menos la capa superficial del suelo.

Fuente: elaboración propia.

► **Figura 4.7.**

Modelos de zanjas de Infiltración – absorción



Fuente: elaboración propia.

4.2.4.1. Secuencia cronológica sugerida para el establecimiento del sistema

Año 1 - Establecimiento de baterías de diques y red de zanjas de infiltración-absorción:

Estación seca: establecimiento de bosques riparios, vegetación en áreas vecinas a las baterías de diques y red de zanjas de Infiltración-absorción, mediante plantación de arbustos heliófilas o colonizadoras y especies de sotobosque tolerantes.

Época de plantación: al inicio de la estación lluviosa, según la ocurrencia de los últimos 5 años.

Año 2 - Establecimiento de árboles, arbustos y otras especies de sotobosque ombrófilas.

Año 3 - Replanteo general, según evaluación de sobrevivencia, reabonamiento: se sugiere aplicar el abono en hoyos verticales de 20 cm de profundidad y 30 cm de distancia de la planta; 50 a 100 gramos de estiércol animal de preferencia caprino, lavado, secado y desmenuzado; abono orgánico tipo compost, precompost o una combinación de ambos.

NOTA: las actividades de los años 1 y 2 pudieran realizarse simultáneamente a partir de una planificación que considere el uso de especies predominantemente heliófilas. En áreas más complejas se deberán desarrollar otros sistemas de restauración en arreglos sectoriales las cuales deberán ser revisadas por un equipo técnico especializado.

4.2.5. Establecimiento de núcleos de vegetación mediante sucesión asistida

Acción a ejecutar sobre áreas que queden aisladas de los tratamientos aplicados con las medidas descritas anteriormente, debido a la configuración del terreno y problemas de accesibilidad. Se propone la aplicación combinada de varias de las técnicas descritas como exitosas en la literatura (Sanchún, *et al.*, 2016) y (Navarro-Cano *et al.*, 2017) con algunas modificaciones y adaptaciones a nuestra región tropical:

- Siembra directa de semillas
- Siembra de plantas de especies funcionales en Grupos de Anderson
- Lluvia de semillas

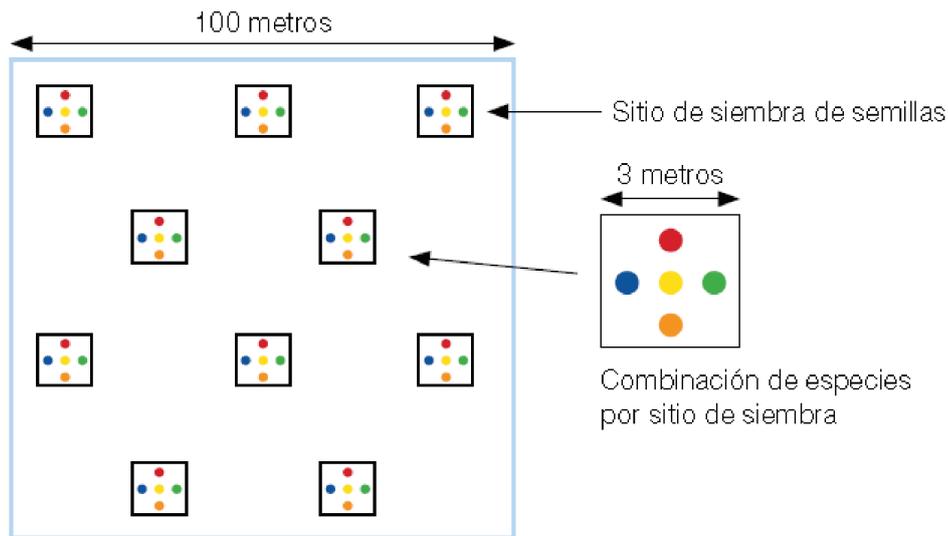
4.2.5.1. Siembra directa de semillas

Consiste en la introducción de semillas de especies arbóreas directamente en el área a ser restaurada, en núcleos que permitan la regeneración asistida. Se recomienda en aquellos casos donde existe un bajo potencial para lluvia de semillas, presencia de pocos diseminadores, terrenos con una fisiografía difícil y con suelos bastante perturbados. Se debería diversificar la reintroducción de especies utilizando semillas de 12 a 16 especies con un mínimo de cuatro individuos por especie separados entre sí. Estas semillas pueden ser colectadas en los ecosistemas aledaños y deben ser de especies heliófilas efímeras de porte arbustivo y arbóreo principalmente, ya que lo que se pretende activar son los procesos de sucesión natural. Las semillas de las especies a seleccionar deben presentar altos porcentajes de germinación, principalmente de especies colonizadoras de rápido crecimiento, adaptables a condiciones de suelos deficientes, resistencia a la sequía y que puedan ofrecer atributos ecológicos a la fauna local.

Esquema espacial: el proceso presentado en la Figura 4.8 nos permite vislumbrar como debemos distribuir las semillas en las áreas que serán restauradas. En cada sitio se siembran tres a cinco semillas en 5 hoyos, distribuidos entre 6 a 10 grupos de hoyos por hectárea.

► **Figura 4.8.**

Esquema de distribución de los sitios de siembra de las semillas de al menos 4 especies en el sistema de hoyadura



Fuente: elaboración propia.

Hoyadura: la hoyadura se hará en forma de cono rebordado en terrenos planos, con baja pendiente, o en forma de terraza de medialuna en el sentido de la pendiente y un diámetro aproximado de 30 cm. Los bordes externos podrán reforzarse con rocas de preferencia porosas, según abunden en la zona. En el fondo del cono se colocará el abono orgánico, cubriéndolo con una delgada capa de tierra antes de plantar las semillas. Este patrón de hoyadura ha sido utilizado por diversas culturas africanas, donde es denominado método Zai (Danjuma y Mohammed 2015) y La Geria (Elias Pastor y Contreras Villasenor, 2013) en la Isla de Lanzarote, islas Canarias, España.

Semillas: se prepararán en forma de paquetes en una matriz de suelo y estiércol animal, contenidas en papel de envolver amarrado con pabilo, con diámetro máximo de 5 cm.

4.2.5.2. Siembra de plantas de especies funcionales en Grupos de Anderson

“La siembra de árboles en grupos de Anderson, es una técnica que busca incrementar la diversidad interna de los fragmentos desprovistos de vegetación en las áreas de restauración (Figuras 4.9 y 4.10). Uno de los principios de esta técnica es la calidad del material genético introducido, ya que trata de mantener especies llaves (claves) que permiten formar núcleos de regeneración de cinco individuos. Se recomienda una combinación de especies de los distintos grupos ecológicos por punto de siembra para facilitar las interacciones ecológicas y equilibrar la competencia. Se pueden utilizar entre cinco a un máximo de nueve

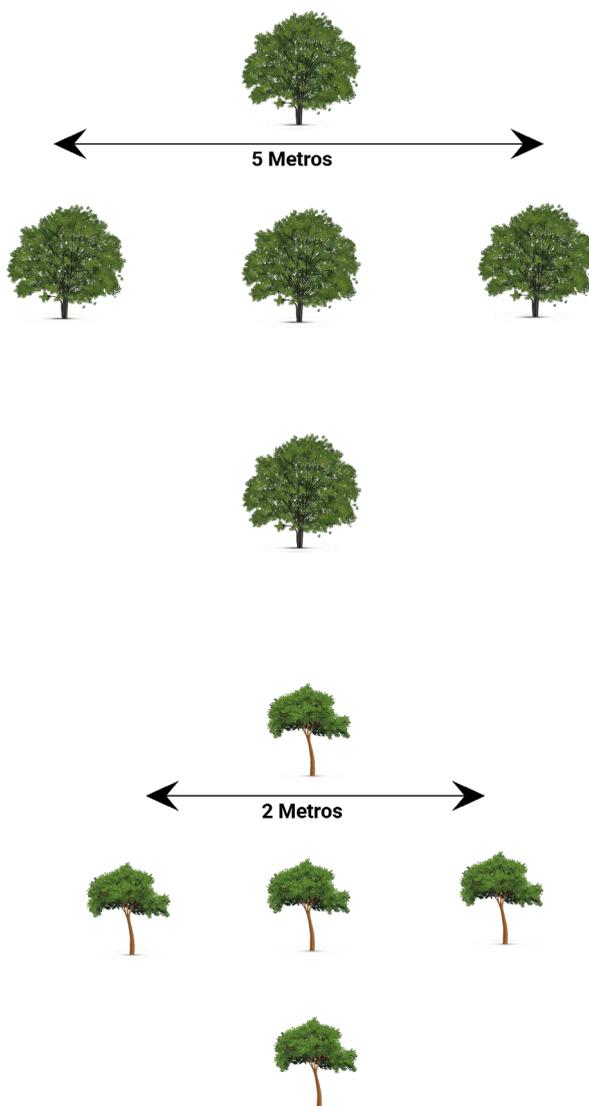
grupos por hectárea. Los núcleos deben representar una significativa variabilidad genética, capaces de formar una población mínima viable en las áreas de formación y combinarse entre sí. Esta opción garantiza, que en un futuro próximo, las progenies favorezcan una dinámica local de flujos biológicos” (Sanchún *et al.* 2016).

Hoyadura: la hoyadura se hará del modo indicado en el sistema anterior y en el fondo del cono se abrirá un hoyo de unos 5 cm mayor en ancho y profundidad a los de la bola de tierra de las plantas producidas en los viveros comunitarios, replicándose el suelo natural; se colocará abono orgánico en el fondo del hoyo y cubriéndolo con una delgada capa de tierra antes de plantar en ellos.

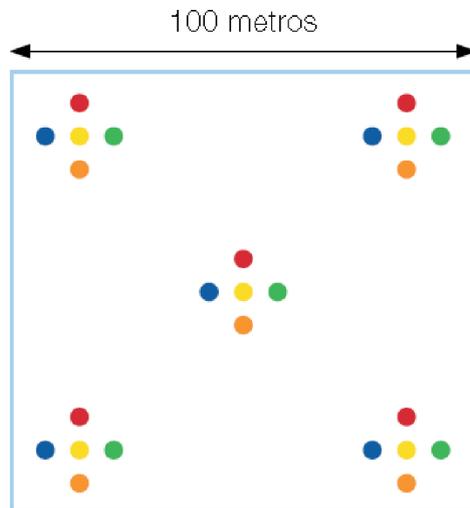
Esquemas espaciales:

► **Figura 4.9.**

Distribución de las plantas en la técnica de siembra en grupos similares a los propuestos por Anderson 1953. Arriba árboles grandes, abajo arbustos o frutales



Fuente: Zhignin y Aguirre, 2018.

► **Figura 4.10.****Diseño de plantación por hectárea**

Los colores corresponden a árboles de especies distintas sembradas en núcleos

Fuente: elaboración propia.

4.2.5.3. Lluvia de semillas

Para las áreas de difícil acceso se recomienda la dispersión de los paquetes de semillas propuestos para la técnica de siembra directa de semillas, implementando de una manera ecológica las tradicionales hondas, tiratiras, chinas, boleadoras, entre otras denominaciones; que han sido utilizadas en el medio rural para cacería de aves, reptiles y otras especies de porte pequeño, siendo muy cuestionadas por los ecologistas en múltiples campañas por el abuso en su uso por los jóvenes.

Se sugiere recolectar semillas de las diversas especies, provenientes de las zonas mejor preservadas, próximas a las áreas a restaurar en jornadas comunitarias donde se transporten, almacenen temporalmente, clasifiquen, preparen los paquetes y se planifique conjuntamente con el equipo técnico a cargo del proyecto de restauración correspondiente, los recorridos para su dispersión siguiendo rutas zigzagueantes o transitando desde las divisorias y los pies de las laderas, lanzando los paquetes de semillas o granadas ecológicas (como también han sido llamadas) cada 5 a 10 pasos, buscando cubrir de esta manera los sectores inaccesibles.

Esta técnica, si bien es muy difícil de evaluar en sus resultados (a menos que se usen especies marcadoras que no estuviesen previamente en la zona, lo cual puede ir en contra de los objetivos de la restauración en el caso de algunas ABRAE), ha sido utilizada en diversas partes del planeta y en la República Bolivariana de Venezuela está documentado su uso en el caso de la restauración de la cuenca del río Morón, estado Carabobo, realizado por la Sociedad Civil Palmichal de Pequiven, bajo la dirección de su fundador Julio César Carrozo, durante la segunda mitad del siglo XX. De realizarse a principios de la estación lluviosa, su cantidad sólo será limitada por la disponibilidad de semillas y recursos, aunque se sugiere una cantidad base de 100 paquetes o granadas ecológicas a dispersar por hectárea.

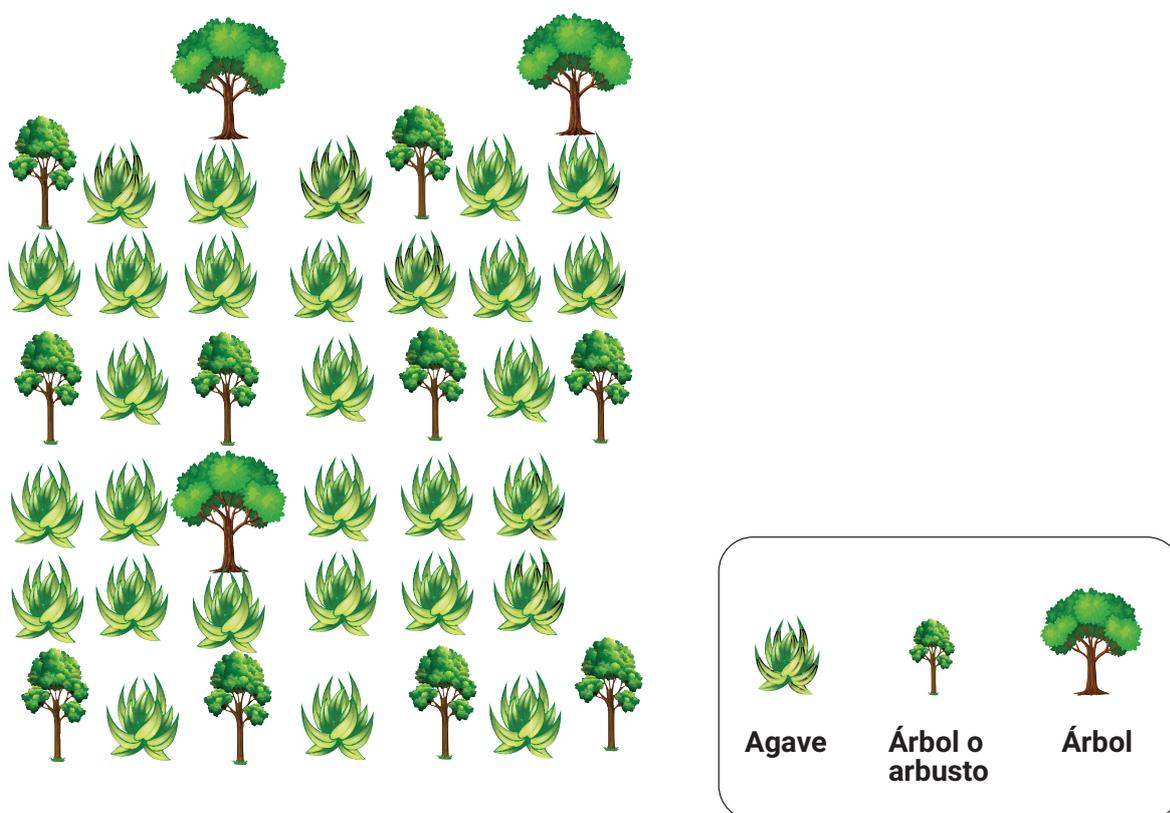
4.3. Sistemas agroforestales como alternativa en el proceso de restauración y producción sostenible en zonas áridas y semiáridas

En oposición a los modelos desbastadores de la revolución verde, donde se arrasan todos los elementos presentes en un área para establecer monocultivos, los sistemas agroforestales son sistemas más complejos de múltiples estratos; en ellos se respeta la estructura y composición básica de los ecosistemas y se asocian árboles, arbustos, cultivos de ciclo corto, pastos y animales en áreas determinadas con el fin de producir de manera sustentable productos maderables y no maderables (resinas, tintes, aceites esenciales etc.) y alimentos (productos cárnicos, leche, frutas, hortalizas, entre otros). Estos sistemas han sido desarrollados en respuesta a la preocupación mundial por la pérdida de los suelos arables, el aceleramiento de los procesos de desertificación y la degradación de los ecosistemas que han conllevado a una disminución drástica de la producción de alimentos y de la calidad de vida de los habitantes de las regiones donde la revolución verde causó estragos y sumió a los campesinos e indígenas en precarias condiciones de sobrevivencia.

Entre las ventajas de los sistemas agroforestales destacan diversificación de la producción, uso eficiente del recurso hídrico, protección contra la erosión, modificación del microclima y aumento de nutrimentos en el suelo. El éxito será mayor si se incluyen técnicas y especies previamente conocidas. (Montagnini *et al*; 2015, Díaz, 2001). (Figuras 4.11 y 4.12).

► Figura 4.11.

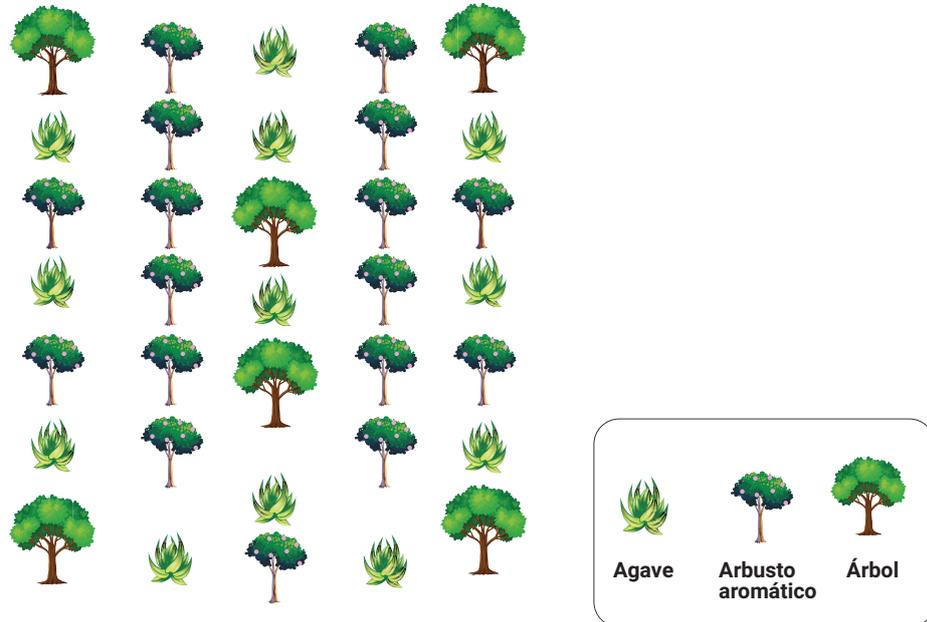
Sistemas de restauración que incluyen siembra simultánea de *Agave cocui*, *Malpigia glabra* y *Prosopis juliflora* o *Caesalpinea coriaria*



Fuente: Zhignin y Aguirre, 2018.

► **Figura 4.12.**

Sistemas de restauración que incluyen siembra simultánea de *Agave cocui*, *Malpigia glabra* y *Prosopis juliflora* o *Caesalpineia coriaria* junto a *Croton heliaster* y *Lippia oreganoides* (arbustos aromáticos)



Fuente: Zhignin y Aguirre, 2018.

4.3.1. Criterios para la elección de las especies a utilizar en los sistemas agroforestales:

- Conocer profundamente la estructura y funcionamiento de los sistemas nativos.
- Modificar lo menos posible el componente arbóreo del sistema existente.
- Utilizar preferentemente especies locales adaptadas a las condiciones del lugar.
- Establecer buenas relaciones y respetar los conocimientos de las comunidades locales y de los productores, induciéndoles a aceptar cambios.
- Promover el uso complementario de los recursos disponibles.
- Diversificar la producción.
- Evitar efectos alelopáticos, depredadores o de competencia fuerte.
- Procurar el equilibrio de la oferta y la demanda para los simbioses (polinizadores, dispersores, descomponedores, micorrizas y bacterias fijadoras de nutrientes).

4.3.2. ¿Cómo establecer el sistema agroforestal?

Existen diversos modelos en el diseño de sistemas agroforestales que pueden dar excelentes resultados en términos de producción y conservación, siempre y cuando se tenga en cuenta el uso de especies vegetales que están adaptados a las condiciones ambientales imperantes en cada zona en particular.

- El diseño del sistema, permite definir cuales especies serán utilizadas en el bosque, número de plantas necesarias, los arbustos y árboles acompañantes y cómo será la cosecha de los mismos a través del tiempo.

- Garantizar el uso eficiente del espacio a fin de disminuir la competencia por el agua y los nutrientes.
- Regular la temperatura, moderar la entrada de radiación disminuir el efecto del viento, proteger y mejorar el suelo, a fin de generar productividad, fomentar la biodiversidad y hacer uso racional de los recursos existentes.
- Definir las distancias a dejar entre los diferentes tipos de plantas, tomando en cuenta el crecimiento que tiene cada especie, las entradas y salidas de nutrientes que genera y el manejo que requiere cada una de ellas.

A partir del respeto a estos principios, el usuario de este manual llegará al diseño de sistemas de producción y de restauración exitosos y se podrán establecer en cada caso esquemas propios, cuya estructura será ajustable a las cambiantes condiciones del planeta.

4.4. Modelos de sistemas agroforestales para restauración del bosque

Presentamos algunas alternativas genéricas que podrán servir como guía al usuario de este manual en la planificación de su sistema, estas podrán aplicarse de acuerdo con las circunstancias, disponibilidad de recursos y las necesidades del área.

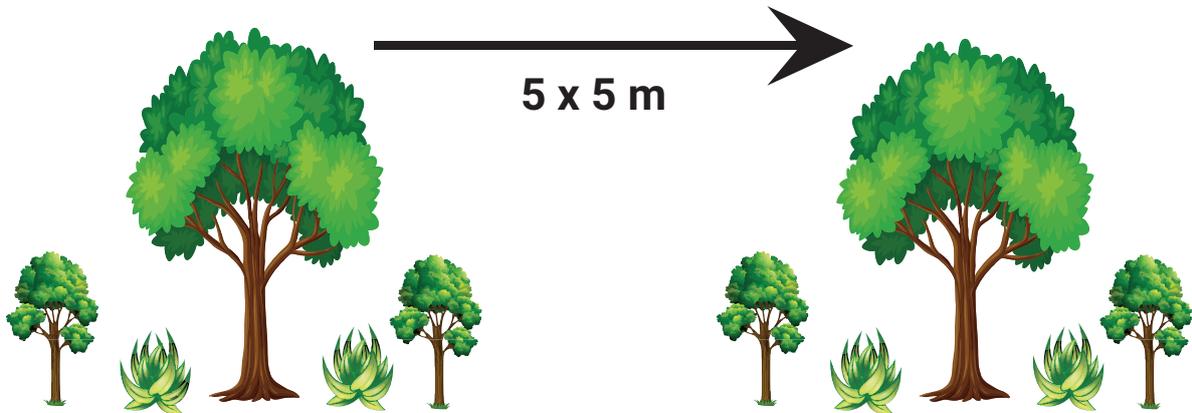
4.4.1. Sistema 1: Árbol maderable + Arbusto o árbol pequeño aromático, frutal o medicinal + Planta herbácea + Epífita

Este sistema propone el uso de árboles nativos de la zona, en especial de la familia de las leguminosas, ya que estos aportan nitrógeno al suelo a través de fijación biológica, enriqueciéndolo y pudiendo ser aprovechado por las otras especies que componen el sistema; además proporcionan la sombra adecuada para el crecimiento de suculentas y para mantener el agua en el suelo. La poda de estos árboles genera ramas que pueden ser usadas como leña evitando el corte de troncos principales. Los arbustos aromáticos del sotobosque tienen propiedades medicinales o bien sirven como condimento para la preparación de alimentos o bebidas. Las plantas forrajeras tienen gran importancia para el ecosistema, ya que sirven para la subsistencia de la fauna existente en el área, aportando las proteínas, fibra y nutrientes necesarios para sus funciones vitales, asegurando la permanencia y reproducción de las especies. Las plantas epífitas contribuyen a mantener la humedad en el aire y en algunos casos se obtienen frutos que pueden ser consumidos por la comunidad, también representan el hábitat de microorganismos beneficiosos para el mantenimiento del sistema.

Los árboles maderables pueden establecerse 5 x 5 m, los arbustos aromáticos o árboles pequeños a 1,5 x 1,5 m; mientras las plantas forrajeras pueden estar a 0,8 x 0,8 m. Estos sistemas se podrán ajustar de acuerdo con el área y la ubicación geográfica donde serán establecidos (Figura 4.13).

► **Figura 4.13.**

Propuesta de sistema agroforestal: árboles maderables, o frutales, arbustos y suculentas



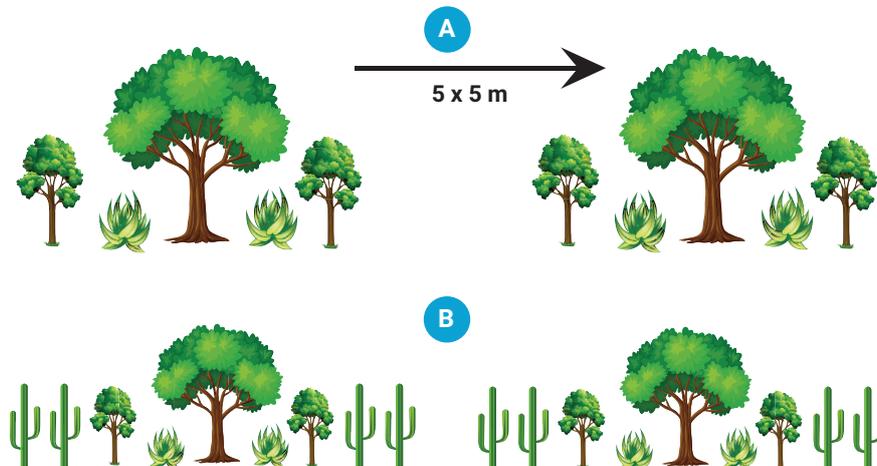
Fuente: Zhignin y Aguirre, 2018.

4.4.2. Sistema 2: Árbol maderable + Arbusto o árbol frutal + Cactácea + plantas armadas + Epífita

En este sistema el árbol maderable tiene la misma función que en el anterior y se introduce para establecer arbustos frutales que pueden ser aprovechados por la fauna y las comunidades que habitan en el área próxima al bosque. Las cactáceas son especies adaptadas a las zonas xerofíticas y resisten largos periodos de sequía, son parte fundamental de la vegetación y tienen diversos usos (medicinal, alimenticio y para realización de artesanías) pueden establecerse 1,5 x 1,5 m. Las plantas armadas pueden constituirse en barreras para algunos animales (por ejemplo, los caprinos) disminuyendo el consumo de las especies que existen en el ecosistema, ayudando a la regeneración y contribuyendo a la reproducción de estas. En conclusión, puede establecerse como zona de exclusión, para este fin es importante disminuir la distancia de siembra (Figura 4.14).

► **Figura 4.14.**

Propuesta de Sistema agroforestal 2. (A) Especies suculentas (Aloe vera, Agave cocui), árboles (Prosopis juliflora o Caesalpinia coriaria) junto con arbustos (Malpigia glabra). (B) Adicionando cactáceas (Cereus griseus, Acanthocereus tetragonus).



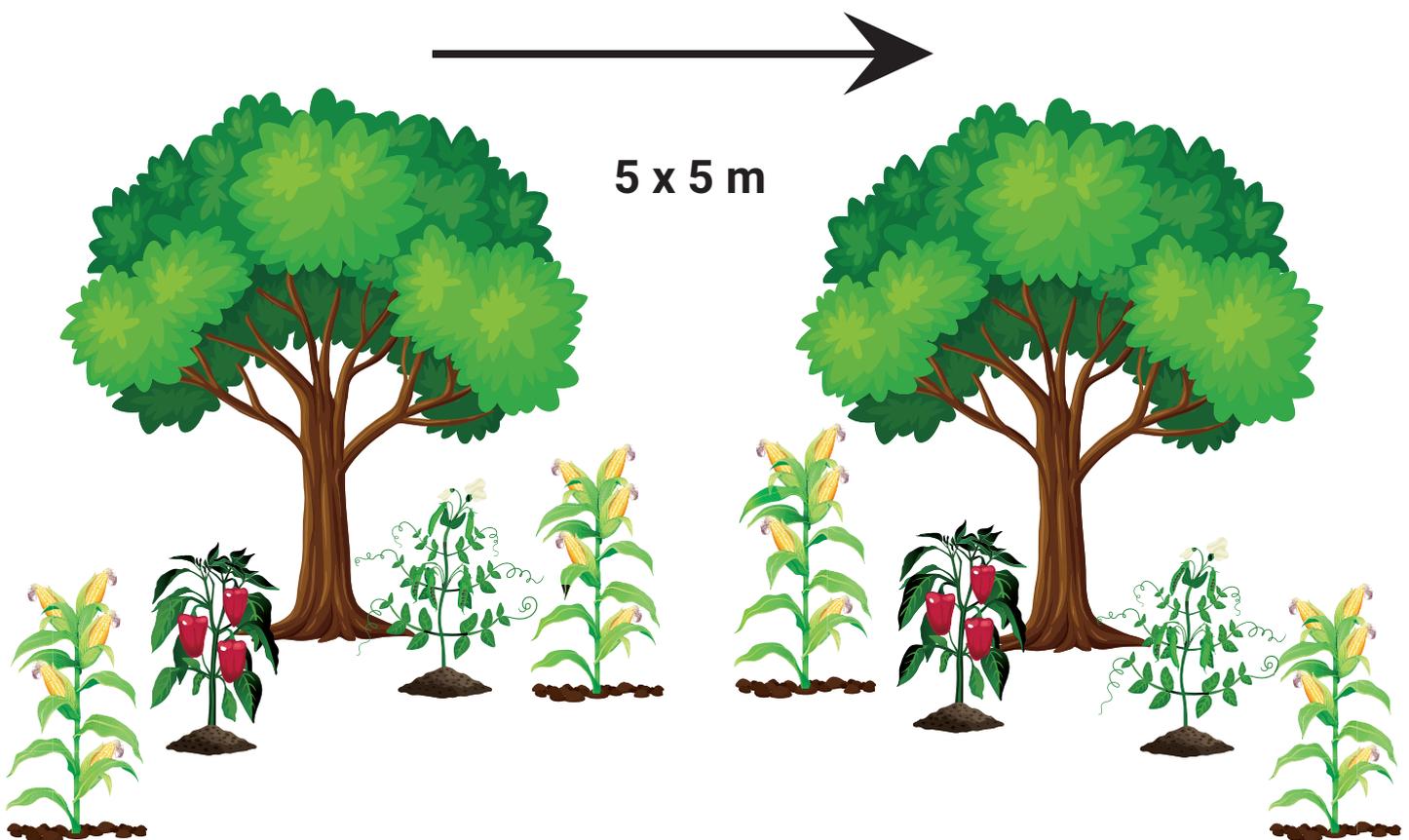
Fuente: elaborado a partir de Zhignin y Aguirre, 2018.

4.4.3. Sistema 3: Árbol maderable + cultivos anuales o de ciclo corto + gramíneas

Este sistema está propuesto para establecerlo en la cercanía de las casas que se encuentran en la zona de interacción con el bosque. Se sigue usando el árbol como proveedor de sombra, leña y nutrientes y permite que el aporte de agua a los cultivos a establecer sea menor. En cuanto a las especies de hortalizas y gramíneas a usar deben ser de ciclo corto y va a depender de la tradición de consumo de cada comunidad; sin embargo, es importante que las familias establezcan rubros que les permitan asegurar el consumo de este, y si es sembrado en áreas de mediana proporción le generen ingresos económicos al comercializarlos. La distancia para las gramíneas debe ser de aproximadamente 0,6 x 0,6 m y para las hortalizas de 0,5 x 0,5 m (Figuras 4.15 y 4.16).

► **Figura 4.15.**

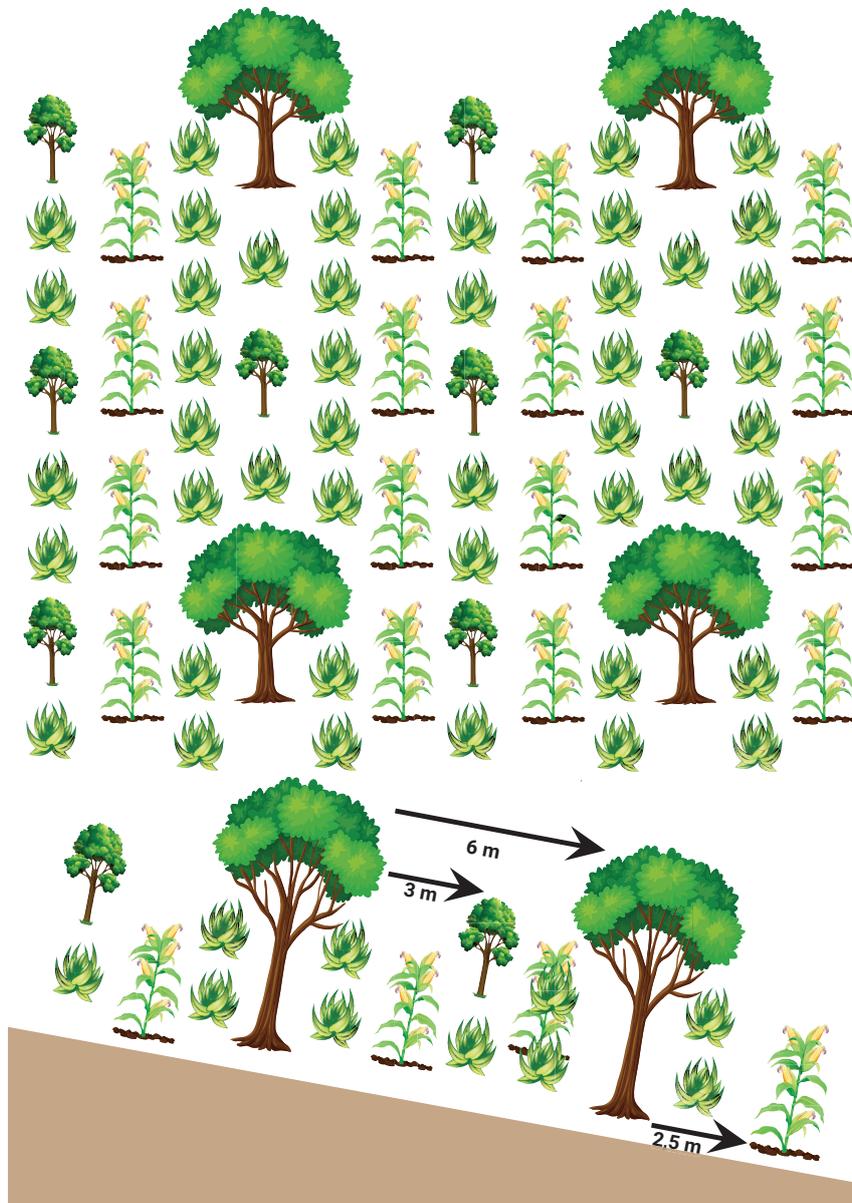
Sistema agroforestal 3. Árboles de fuste corto, copas elípticas u ovoides. Cultivos anuales con exigencias lumínicas moderadas, tales como frijol, maíz, ají dulce, calabacín, entre otras



Fuente: elaborado a partir de Zhignin y Aguirre, 2018.

► **Figura 4.16.**

Sistemas agroforestales en laderas inclinadas utilizando árboles, arbustos, suculentas y cultivos de ciclo corto



Fuente: elaborado a partir de Zhignin y Aguirre, 2018

Los sistemas arriba propuestos son modelos que podrán variar de acuerdo con el área, microclima, necesidades alimentarias, características de los suelos y disponibilidad hídrica. Se conmina al usuario a examinar cuidadosamente las variables ambientales, la fragilidad de los suelos y los usos y costumbres de las comunidades usuarias del bosque. La idea primordial es crear sistemas autóctonos adecuados a las necesidades locales, fundamentados en especies adaptadas a la zona que no requieran mayores insumos y resguardando siempre la diversidad biológica. El Cuadro 4.1 ofrece especies alternativas para el diseño de sistemas de producción y restauración sostenibles y adaptadas a las zonas áridas y semi áridas en el país.

► **Cuadro 4.1.**

Especies potenciales para el establecimiento de los sistemas agroforestales durante el proceso de restauración

Árboles	Arbustos	Herbáceas	Suculentas	Especies cultivadas
<i>Anacardium occidentale</i>	<i>Codeas sp</i>	<i>Ruelia tuberosa</i>	<i>Agave cocui</i>	Maní (<i>Arachis hypogaea</i>)
<i>Tabebuia crisantha</i>	<i>Crescentia cujete</i>	<i>Amarantus dubius</i>	<i>Agave sisalana</i>	Tomate (<i>Lycopersicum sculemum</i>)
<i>Tabebuia rosea</i>	<i>Chrysobalanus icaco</i>	<i>Amarantus viridus</i>	<i>Aloe vera</i>	Ajonjolí (<i>Sesamum indicum</i>)
<i>Bursera tomentosa</i>	<i>Malphigia emarginata</i>	<i>Egletes postrata</i>	<i>Bromelia humilis</i>	Tapirama (<i>Phaseolus lunatus L</i>)
<i>Caesalpinia coriaria</i>	<i>Malphigia glabra</i>	<i>Wedelia fruticosa</i>	<i>Hilocereus leinmairey</i>	Frijol bayo o caupi (<i>Vigna unguiculata</i>)
<i>Caesalpinia granadillo</i>	<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Cucumis omguria</i>	<i>Opuntia wentiana</i>	Ají dulce (<i>Capsicum annum</i>)
<i>Bulnesia arborea</i>	<i>Glicidiria sepium</i>	<i>Sporobulus pyramidatus</i>	<i>Opuntia boldinghi</i>	Sorgo (<i>Sorghum vulgare L.</i> y <i>Andropogum sorgum sudanensis</i>)
<i>Bulnesia arborea</i>	<i>Glicidiria sepium</i>	<i>Sporobulus pyramidatus</i>	<i>Opuntia boldinghi</i>	Sorgo (<i>Sorghum vulgare L.</i> y <i>Andropogum sorgum sudanensis</i>)
<i>Guayacum officinalis</i>	<i>Ibiscus Sp</i>		<i>Cereus griseus</i>	Batata
<i>Cercidum praecox</i>	<i>Lantana camara</i>		<i>Pilocereus repandus</i>	Malhojillo o Caña Santa (<i>Cymbopogom Citratus DL Stapf</i>)
<i>Pticelobium dulcis</i>	<i>Croton flavens</i>			Quinchoncho (<i>Cajanus cajan</i>)
<i>Prosopis jilufora</i>	<i>Sednna occidentale</i>			Pimentón (<i>Capsicum annun</i>)
<i>Tamarindus indica</i>	<i>Lipia oreganoide</i>			Tomate (<i>Lycopersicum saculentu</i>)
<i>Erythrina velutina</i>	<i>Cordia alba</i>			Cebolla (<i>Allium sepa</i>)
<i>Geofraea espinosa</i>	<i>Ziziphus mauritiana</i>			
<i>Pseudobombax sptenatum</i>	<i>Croton flavens</i>			
<i>Talisia oliviformis</i>				
<i>Chrysophylum caimito</i>				
<i>Manilkara huberi</i>				
<i>Haematoxilum brasiletum</i>				
<i>Caparis odoratissima</i>				
<i>Caparis tenisilicua</i>				

Entre las especies seleccionadas resalta Tapirama (*Phaseolus lunatus L*), una planta muy resistente y versátil encontrada en diversos lugares, logrando desarrollarse tanto en el campo como en la ciudad, muy resistente a las enfermedades, sin dependencia de agroquímicos, bajo consumo de agua y que enriquece la tierra donde se cultiva; es además una gran fuente de proteínas y carbohidratos y produce frutos todo el año. La Figura 4.17 muestra el resultado de sembrar tapirama junto a maíz y ayuama entre árboles de *Prosopis*, el sistema fue aplicado por la familia Cuauro en la RBMC, con un resultado satisfactorio.

► **Figura 4.17.**

Sistema agroforestal en la reserva de biósfera Montecano, maíz, ayuama y tapirama en pequeños huertos cercanos al bosque seco



Alternativamente se puede trabajar también con una propuesta simplificada para el establecimiento de sistemas de producción adaptados también a la zona y si le adicionamos caprinos o fauna silvestre entonces hablamos ya de sistemas más completos que garantizaran tanto la alimentación como la restauración del bosque xerofítico.







Sección 5



5. Plan de recuperación de la fauna silvestre del bosque xerofítico

La meta de este plan integrado es permitir un uso racional y sustentable del recurso fauna silvestre, para recuperar no solo la fauna en si misma sino sus servicios ambientales y utilizarla inicialmente como polinizadores y dispersores de semillas, que contribuyan al aumento de la biodiversidad del bosque xerofítico y por ende su resiliencia a los tensores ambientales; mientras se garantiza que estas poblaciones no declinen por una extracción excesiva y se conviertan en amenazadas. Este plan se llevaría a cabo para atraer o reintroducir a las especies que formaban parte de la biodiversidad del bosque o aumentar las densidades poblacionales que están en declive o disminuyendo; además de la producción de excedentes poblacionales para la repoblación de las zonas aledañas, que permita un uso racional y sustentable del recurso por las comunidades rurales participantes en el plan, lo que le asegura una mayor viabilidad.

Los animales silvestres son una fuente importante de proteínas para las comunidades rurales (Redford y Robinson, 1987; Fergusson-Laguna, 2010) de modo que el recurso puede ser fácilmente sobreexplotado y las especies de caza pueden agotarse localmente, hasta llegar a extinguirse por el objetivo de obtener ganancias económicas. Por eso determinar la sustentabilidad de la caza es crítico para proteger las especies silvestres y satisfacer las necesidades de subsistencias ya que la caza será sostenible a largo plazo solamente si es biológica y socioeconómicamente sostenible. (Robinson y Redford, 1991).

5.1. Aspectos a contemplar en un plan de manejo integral de la fauna silvestre

- Inventario de hábitats.
- Evaluación de la condición de los hábitats para la vida de la especie: superficie, calidad, distribución actual y la abundancia de los alimentos.
- Tensores ambientales.
- Abundancia actual de la especie.
- Composición de la población, estructura de edades, criterio para las clases de edades.
- Uso actual de la tierra, y su relación con la explotación sostenida de fauna.
- Compatibilidad de las actividades tradicionales.
- Determinación de la alternativa para el manejo sustentable.
- Proyecciones con base a la escogencia y análisis de las implicaciones económicas.

5.2. Alternativas de plan de manejo de recuperación de la fauna silvestre del bosque xerofítico

5.2.1. Conservación In situ dentro de su hábitat natural

Manejo pasivo, dependerá de las condiciones actuales del hábitat y del estatus jurídico de las tierras. Es decir, si se trata de un ABRAE, terrenos privados o ejidos comunales con una comunidad comprometida a proteger y resguardar el ambiente, como ocurrió en la reserva biológica de Montecano (Díaz, 2018). Bajo este esquema de manejo, las especies de fauna se encuentran libres en el área, desenvolviéndose a merced de los procesos naturales. Los individuos se alimentan y resguardan bajo las condiciones naturales. Ocasionalmente pueden realizarse prácticas de manejo como: proporcionar alimento, agua, combate de incendios, recolecta de semilla, selección de plantas madre, entre otros.

Manejo activo, se intenta cambiar la situación presente mediante una intervención directa y planificada sobre la fauna, su hábitat y usuarios, que es lo indicado para rescatar y fomentar las poblaciones deterioradas o amenazadas, con el objeto de aumentar la población y estabilizarla para lograr una abundancia o producción sostenible en un nivel deseable. Este manejo sustentable requiere de estimaciones poblacionales confiables, ya que esto permite definir las tasas de cosecha o aprovechamiento adecuadas, siendo aun un desafío el cómo medir los límites de las densidades poblacionales y las proporciones de caza donde estas dos condiciones son satisfechas (Robinson, y Redford, 1991).

5.2.2. Conservación en cautiverio

Las acciones dirigidas a la cría en cautiverio tienen como meta aumentar la población, para la repoblación de las zonas aledañas y también de especies con interés económico para alimentación de subsistencia y mitigar la presión de cacería por las comunidades adyacentes. Este tipo de manejo se realiza particularmente en confinamiento, bajo condiciones controladas; por lo tanto, un estudio de factibilidad antes de iniciar el proyecto será determinante, debido principalmente a que las acciones bajo esta modalidad implican costos elevados y atención prioritaria a la biología de la especie a manejar.

5.3. Beneficios adicionales del plan de manejo para la recuperación de la fauna silvestre

- Conservar los ecosistemas, variedad y flujo genético.
- Conservar la vegetación característica del área.
- Proveer oportunidades a la recreación pasiva y al ecoturismo.
- Proveer oportunidades a la educación ambiental.
- Incorporar a la población local en el manejo y conservación del área protegida.
- Contribuir al manejo de las zonas con atractivo turístico.
- Recuperar las zonas en proceso de degradación.

5.4. Programa de educación ambiental

A fin de poder concretar lo anteriormente descrito, es necesario establecer un programa de educación ambiental y participación ciudadana que tendrá como objetivo primordial promover el conocimiento e incentivar el interés por la conservación del ambiente y la fauna, en particular entre los habitantes del área, de la zona de influencia, y los usuarios del área en general.

Las principales acciones propuestas para su implementación son:

1. Promover la toma de conciencia y un cambio de actitud en los residentes y usuarios del área.
2. Promover la participación de la comunidad local en el manejo y conservación del área y los recursos naturales en ella contenidos.
3. Promover la organización de la comunidad.
4. Ofrecer herramientas para la implementación de técnicas conservacionistas en el desarrollo de sus actividades económicas.

A partir del estudio sobre el potencial productivo anual de especies terrestre de interés cinegético al norte de República Bolivariana de Venezuela, realizado por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR, 1982), seleccionamos aquellos animales con un potencial de utilización por las comunidades rurales aledañas al bosque xerofítico, tanto para el aprovechamiento sustentable silvestre como a través de zocriaderos familiares (conejo sabanero, báquiro, iguana, venado, perdiz, paloma sabanera y guacharaca) las cuales son presentadas en el Cuadro 4.2. El sistema propuesto es la zocría de estas especies por las comunidades aledañas a los bosques, junto a sus animales domésticos, con el acompañamiento de técnicos especialistas. Debemos recordar que para el establecimiento de cualquier propuesta de zocriadero que involucre la fauna silvestre se deberá tramitar se la permisología necesaria ante el Minec.

► Cuadro 4.2.

Producción anual potencial de especies terrestres al norte de la República Bolivariana de Venezuela

Especie	Hábitat	Superficie total (km ²)	Densidad (No. /km ²)	Población total	Extracción (%)	Producción anual (No. Individuos)	Peso canal (kg)
Conejo sabanero (<i>Sylvilagus floridanus</i>)	Sabana, cultivos Espinares	197	60	115000000	30	3600000	0,600
Báquiro de collar (<i>Tayassu tajacu</i>)	Bosque deciduo y semideciduo Bosque siempreverde y de galería	230394	4	900	20	180000	12000
Venado caramerudo (<i>Odocoileus virginianus</i>)	Sabana Matorral Bosque deciduo y semideciduo	56561	3	200000	20	40000	24000

Guachara (<i>Ortalis ruficauda</i>)	Matorral Bosque deciduo y semideciduo Espinar	40	ND	5500000	40	1900000	0,460
Perdiz sabanera (<i>Colinus cristatus</i>)	Matorral Sabanas	ND	50	9900000	40	3960000	0,100
	Espinares	ND	100	19800000	40	3960000	ND
Paloma sabanera (<i>Zenaida auriculata</i>)	Sabana, cultivos, espinares (0 a 2000 msnm)	209448	50	10500000	20	2100000	0,008

Fuente (MARNR, 1982)

5.5. Recomendaciones finales para la planificación del sistema de manejo de los bosques xerofíticos de la República Bolivariana de Venezuela

- Para la planificación de estos sistemas es muy importante conocer la biología básica de las especies que serán manejadas. Cuáles son sus relaciones bióticas y abióticas. Estos conocimientos pueden provenir de la literatura, el intercambio de los saberes con las comunidades o por iniciativa propia del planificador o ejecutor del proyecto. Lo presentado en este manual son algunas instrucciones fundamentadas en estudios en condiciones naturales y experimentales sobre ecofisiología de árboles y suculentas nativas y de cultivos en la región.
- Las suculentas (*Agave cocui*, *Aloe vera*, *Opuntia wentiana*, *Hylocereus lemairei*, entre otras) son cultivos alternativos y de múltiples usos; sin embargo, al igual que el tomate, el pimentón, el calabacín y el sorgo, tienen como factor limitante los altos niveles de radiación, por lo que los recomendamos para regiones áridas y semiáridas tropicales con reducción entre 40% y 60% de la radiación total incidente.
- Al no detectar relaciones alelopáticas entre ninguno de estos cultivos y leguminosas arbóreas como *Prosopis juli lora*, *Cesalpinia mollis* y *Caesalpinia coriaria* y *Bulnesia arborea*, ni con las siempreverdes *Capparis odoratissima* y *Jacquinia aristata*; concluimos que son altamente compatibles y aptos para los sistemas agroforestales o los sistemas de restauración; teniendo siempre en cuenta que en cada región deberá definirse cuáles serán las especies aptas para ser cultivadas bajo este sistema y cuales deberán plantarse primero.
- Es importante podar y desmalezar el sotobosque, conservando las especies de porte bajo que se encuentren en el ecosistema que puedan ser aprovechadas con fines de alimentación o medicinal. Los restos de estas podas pueden ser reutilizados en el sistema para el reciclaje de nutrientes o la alimentación animal. Se deben usar especies que tengan diversos usos y que puedan ser cultivados durante todo el año, resistiendo las condiciones de estrés que son características de los bosques xerofíticos.

- Es necesario interpretar la dinámica del bosque y usando técnicas alternativas de producción, generar un sistema sostenible que permita disminuir la presión sobre los recursos (para uso de leña, alimento, forraje y medicinal), procurando la implementación de sistemas agroforestales con el uso de los recursos de flora adaptados a las condiciones imperantes.
- Una vez entendida cual será la estructura idónea para el área a restaurar, deben planificarse prácticas no invasivas, dejando espacio para la manipulación de la densidad de siembra.
- Deben tomarse en cuenta las prácticas adecuadas de conservación de suelo en terrenos con pendientes.
- Debe excluirse la quema como técnica de preparación del suelo ya que elimina la capa vegetal inmediata y los organismos que viven en ella, y disminuye la capacidad de retención de agua.
- Recomendamos manejar los sistemas de plantaciones con criterios de sustentabilidad, ejecutando prácticas como: la aplicación de abonos orgánicos previamente fermentados sin añadir levaduras foráneas; incorporar compost y abonos tipo *Bocashi* a nivel de plántulas en vivero, para el abonamiento en la fase inicial del ciclo vegetativo; y la preparación de abonos a partir de los desechos orgánicos generados en las labores diarias en la casa, y de las heces de los caprinos, bovinos y aves (entre otros materiales de desecho generados en las mismas comunidades).
- Resaltamos la importancia del manejo del ganado caprino (criado principalmente como fuente de leche, carne y cueros) dentro del plan de restauración de los bosques xerofíticos venezolanos, ya que por sus hábitos alimenticios y por la forma tradicional de su manejo puede convertirse en un problema al devorar las plántulas sembradas durante los procesos iniciales; En este caso recomendamos la consulta previa a especialistas en este tema en las regiones donde se planifiquen dichos procesos.
- Conociendo que el bosque está expuesto a varios ciclos de herbivoría, hemos acompañado el proceso de restauración con el establecimiento de cercas vivas que protejan temporalmente las áreas a restaurar y en otros casos hemos combinado pequeños árboles con especies armadas y suculentas que impidan al herbívoro llegar hasta los retoños.
- Finalmente hay que recordar que se debe establecerse una relación previa y estrecha con las comunidades usuarias del bosque, cualquier sistema de manejo de un área determinada debe contar con el apoyo y defensa de las comunidades que los circundan. Ninguna institución por sí sola puede ser capaz de monitorear y vigilar un sistema agroecológico. Debe explicarse a las comunidades la importancia del suelo como nicho de vida, donde existen organismos que ayudan a mantener las condiciones físicas y químicas adecuadas para el desarrollo de las especies vegetales.
- Consideramos de suma importancia dar valor agregado a los productos distintos a la madera que pueden obtenerse a partir de un bosque. Es decir, a los frutos, resinas, gomas, exudados, follaje, valor ecoturístico, entre otros, que otorgan a las comunidades una alternativa de uso o de ingreso. Solo así se lograría su transformación en guardianes del bosque.





Bibliografía

- Acevedo, D.; Navarro, M.; Monroy, L. 2013. Composición química del aceite esencial de hojas de orégano (*Origanum vulgare*). *Información Tecnológica*, 24 (4): 43-48.
- Adams, W., M. Díaz, y K. Winter. 1989. Diurnal changes in non-radiant energy dissipation, photosynthetic efficiency and reduced state of Q in response to natural high light in northern República Bolivariana de Venezuela. *Oecologia Berl* (80): 553-561.
- Aguirre, Z. 2012. Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Quito, Ecuador. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Proyecto Manejo Forestal Sustentable ante el Cambio Climático. MAE-FAO-Finlandia. 106 p
- Aguirre-Mendoza, Z., y I. Ochoa-Luzuriaga. 2014. Nociones para el manejo de la fauna silvestre en el Ecuador. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja. Pp 85.
- Alarcón, C, y M. Díaz. 1993. «Relaciones hídricas y nutricionales de *Prosopis juliflora* en las zonas semiáridas al norte de República Bolivariana de Venezuela.» *Biología Tropical* (45): 111-116.
- Albesiano, S. y J. L. Fernández. 2006. Catálogo comentado de la flora vascular de la franja tropical (500–1200m) del cañón del Río Chicamocha (Boyacá–Santander, Colombia). Primera Parte. *Caldasia* 28 (1): 23–44.
- Altieri, M.A. & C.I. Nicholls. 2007. Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: Teoría, estrategias y evaluación. *Revista Ecosistemas* 16 (1). Disponible en: <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/133>. Acceso: junio de 2019.
- Alvarado, H., y A. A. Mondragón. 2015. «Riqueza florística de angiospermas del estado Lara depositadas en el Herbario “José Antonio Casadiego” (UCOB), República Bolivariana de Venezuela.» *Biota Colombiana* 16 (1): 11-19.
- Alves Aguiar, F. F., Mecca Pinto, M., Reis Tavares, A., Kanashiro, E.. 2007. Maturação de Frutos de *Caesalpinia echinata* Lam., *Árvore*, Viçosa-MG, 31(1):1-6.
- Anderson, E. 2001. The cactus Family. Timber press. Portland, Oregon. 776 pp
- Anderson, M. L. 1953. Plantación en grupos espaciados. *Unasylva* 7 (2): 61-70.
- Andressen, R. 2007. «Circulación atmosférica y tipos de climas en República Bolivariana de Venezuela.» En *Geo República Bolivariana de Venezuela*, 238-325. Caracas: Fundación Empresas Polar.
- APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181: 1–20.
- Aranguren, A. 2009. Caracterización de comunidades leñosas estacionalmente secas premontanas y montanas en el estado Mérida. tesis Doctoral. Universidad de Los Andes. Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE)
- Arends A. 2019. El Manejo de fauna silvestre con fines de restauración de los ecosistemas áridos y semiáridos. Ediciones UNEFM. En prensa
- Ariza, C. 1999. Estudio de la diversidad florística del enclave árido del río Patía (Colombia). Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales, Departamento de Biología. Bogotá.
- ASOPROFORCA. 1992. Levantamiento de los recursos flora-vegetación y fauna del área en las cercanías de la laguna Caparú, estado Mérida República Bolivariana de Venezuela. Mimeografía. Caracas.

- Alvalos Esparza, R.E. 2010. Cultivo y propagación in vitro de Cateceae del género *Hylocereus* y *Selenicereus*. Tesis de Maestría en Ciencias mención Biotecnología. Universidad Autónoma de Aguas Calientes.
- Avendaño, N., & Castillo, A. 2014. El género *Erythrina* (Leguminosae-Faboideae) en República Bolivariana de Venezuela. *Acta Botánica Venezolánica*, 37(2), 123-164. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/26611054>. Acceso: septiembre de 2019.
- Baillie, L. E. M., C. Hilton-Taylor, y S. N. Stuart. 2004 IUCN Red List of Threatened Species. A Global Species Assessment. Gland, Switzerland and Cambridge.
- BARREDO, J.I., 1996. Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio. Madrid. RAMA,
- Barrera López, J., y G. Arango Sereno. 2015. Uso y manejo de las micorrizas: investigación en cultivos.. Engormix. Disponible en: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/uso-manejo-micorrizas-investigacion-t32322.html>. Acceso: Septiembre 2019.
- Bastidas, O., A. Bravo Malca 2016. Propuesta de zoocria de guacharaca (*Ortalis ruficauda*), con fines alimentarios, para el piedemonte andino, municipio Guanare, estado Portuguesa En: Avances de investigación en medicina veterinaria y producción animal (A Salamanca Compilado). Bogotá. © Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia.
- Beard, J. S. 1944 Climax vegetation of tropical America. *Ecology* (25): 125-158.
- Bello Pulido, J., L. Cumana Campos, I. Guevara De Franco, N. Patiño, y C. Marchan. 2016 Angiospermas De Los Arbustales Xerófilos Ubicados en Los Alrededores del Complejo Lagunar Bocaripo-Chacopata, Península De Araya, Estado Sucre, República Bolivariana de Venezuela Saber, Universidad De Oriente, República Bolivariana de Venezuela. Vol. 28 N° 3: 523-535.
- BGCI (Botanic Gardens Conservation International). 2019. GlobalTree Portal. Disponible en: <https://www.bgci.org/resources/bgci-databases/global-tree-assessment-portal/>, Acceso: noviembre 2020.
- BirdLife International (2010). *Colinus cristatus*. Lista Roja de especies amenazadas de la UICN 2010.4 Disponible en: <https://www.birdlife.org/index.html>. Acceso: agosto de 2019.
- Blanco, C. 1976. «Flórmula de la zona Xerófila de Ejido-Estanques del Estado Mérida.» Trabajo de ascenso, Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. 76 Pp
- Botanic Gardens Conservation International. 2019. Global Tree Search. Disponible en: https://tools.bgci.org/global_tree_search.php. Acceso: diciembre 2020.
- Brady, N. C. y R. R. Weil. 2014 *Nature and Properties of Soils* (14th ed), London, UK, Pearson.
- Braga Marques V. 2010. Germinação, Fenología e estimativa do Custo de Produção da Pitaia [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose]. Tesis de Doctorado. Facultad de Agronomía/Fitotecnia. Universidade Federal de Lavras. 122 pp.
- Brokx, P.A. & Andressen, F.M. 1970 Análisis de contenidos estomacales del venado caramerudo de los llanos venezolanos. *Bol. Soc. Venez. Cienc. Nat.* 27 (117-118): 330-353.
- Brokx, P.A. 1972. A study of the Biology of República Bolivariana de Venezuelan White-tailed deer (*Odocoileus virginianus gymnotis* Miegmann, 1833) with a hypothesis on the origin of South American Cervids. Dissertation University of Waterloo Ont. 355 pp.
- Brooks D M, Fuller RA. 2006. Biología y Conservación de los crácidos. Pp 11-19. In: L. Cansino & D, M. Brooks Ed. Cracids: The most Threatened Family of Bird in the Americas. Misc. Publ. Houston Mun. Nat. Sci. No 6 Houston. TX. (<https://www.yumpu.com/es/document/read/12277779/64-horned-curassow-pauxi-unicornis-cracid-specialist-group>). Acceso: octubre de 2019.
- Bucher, E. H.; Nores, M. (1973) Alimentación de pichones de la paloma *Zenaida auriculata*. *Hornero* 011 (03) : 209-216
- Buendía-González L., Orozco-Villafuerte J., Cruz-Sosa F., Chávez-Ávila V. M., Vernon-Carter E. J.. 2007. Clonal propagation of mesquite tree (*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl. ex Willd. M.C. Johnston). I. Via cotyledonary nodes. *In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant*, 43(3): 260–266.
- Caceres, A., C. Kalinhoff, L. Lugo, y A. Villarreal. s.f. «Efecto de la perturbación producida por el establecimiento de conucos tradicionales Piaroa sobre las micorrizas arbusculares en la Reserva Forestal Sipapo, Edo. Amazonas.» En Herrera

- F. y I. Herrera Editores Restauración ecológica en República Bolivariana de Venezuela: Fundamentos y experiencias, 61-72. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas.
- Camacho-Escobar M A, M P Jerez-Salas, C Romo-Díaz, M A Vázquez-Dávila y García-Bautista 2016 La conservación in situ de aves en el traspatio oaxaqueño. *Quehacer Científico en Chiapas* 11 (1) 60-68 p
- Cândido, J. F., C. Snak, A. P. Almeida Castaldelli, C. Rodrigo Brocardo, y K. Jeniffer. 2008. Dieta de avoantes *Zenaida auriculata* Des Murs, 1847) atropeladas na BR-277 entre Cascavel e Foz do Iguaçu-PR e implicações para seu manejo Characeae Model *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 6, supl. 1, p. 68-69.
- Cañón, J. 2017. «Oportunidades y retos para la restauración ecológica desde el ordenamiento territorial en un país en posconflicto.» Trabajo de grado, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá.
- Carmona, J., A. Morales, M. Rodríguez, M. Rondón, J. Rojas, y J. Cegarra. 2004. Listado preliminar de plantas del Municipio Sucre del Estado Mérida. *Revista de la facultad de farmacia* 46 (2): 38-40.
- Casanova, E. 1991. *Introducción a la ciencia del suelo*. Facultad de Agronomía. Universidad Central de República Bolivariana de Venezuela. Caracas, República Bolivariana de Venezuela. 393 pp.
- Cervigón, F. 2013. *Macanao*. Boca del Río: Fundación Museo del Mar - Fundación Empresas Polar. Pp 47.
- CONABIO (Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad). 2002. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. *Prosopis juliflora* (SW) DC. México En: *Produmus Systematis Regni Vegetabilis*, 2:447.
- Contreras, F.; Salas, V; Velázquez F; Chirinos, E. 2017. Lista actualizada de las aves del estado falcón Croizatia Vol. 17 N° 2: 101 – 119
- Contreras, F y Díaz M (2019) Distribución actualizada del bosque xerofítico en las zonas áridas y semi áridas de República Bolivariana de Venezuela y su estado de conservación. En Prensa, Publicaciones UNEFM.
- COPLANARH. 1975. Estudio Geomorfológico de las Regiones Costa Nor-Occidental, Centro-Occidental y Central (Sistema Montañoso Nor-Occidental). Publicación N° 44. Caracas:
- Corrales, A., T. W. Henkel, y M. E. Smith. 2018. Ectomycorrhizal associations in the tropics - biogeography, diversity patterns and ecosystem roles. *New Phytologist* 220 (4): 1076-1091.
- Correa, J. & Bernal Y. 1989. Especies promisorias de los países del Convenio Andrés Bello. Tomo I. 1989
- Croizat, L. 1954. «La faja xerófila del estado Mérida.» *Universitas Emeritensis (Merida)* 1: 100-106.
- Cuenca, G., A. Cáceres, G. Oirdobro, Z. Hasmy, y C. Urdaneta. 2007. Las micorrizas arbusculares como alternativa para una agricultura sustentable en áreas tropicales. *Interciencia* 32 (1): 23-29.
- Danjuma, M. N, y S Mohammed. 2015. «Zai Pits System: A Catalyst for Restoration in the Dry Lands.» *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)* 1-4. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS) e-ISSN: 2319-2380, p-ISSN: 2319-2372. Volume 8, Issue 2 Ver. I (Feb. 2015), PP 01-04
- Díaz, M. 2009. Integrated Water Resource Management by the Implementation of Improved Agroforestry Concepts in Arid and Semi-Arid Areas in Latin America (WAFLA): Definition of Appropriate Agroforestry and Water Management Systems According to Local Conditions for Arid and Semi-arid Regions of Latin America. Deliverable number D13: Report: Criteria of identification of targeted crops 21 PP.
- Díaz M 2006 Criteria for designing action for agroforestry in arid and semi-arid lands Deliverable 12 Final Report: WAFLA: Integrated water resource management by the implementation of improved agroforestry concepts in arid semi-arid areas in Latin America. Final report Pg. 2 -21.
- Díaz M y Gotopo E (2019). Sistemas agroforestales Agave-Aloe- Prosopis una alternativa para los procesos de Restauracion Ecologica en Zonas Aridas. Monografía en prensa, Ediciones UNEFM 22 Pp.
- Díaz M, Contreras F, Parra M., Arends A, Guerrero M, Martino A., Gómez R. , Wingfield R , Gotopo E, Arends T F., H. Colina, y V. Salas. 2018. Propuesta Fila de Montecano como Monumento Natural. Documento Técnico. UNEFM- INFALCOSTA-MINEC. 114 PGS.
- Díaz M, Yépez L y Alarcón C. 1990. Causes of mortality of *Caesalpinia coriaria* (watapana) in Bonaire. Technical report. Gobierno de Bonaire-BOPEC. Bonaire 17 Pp.

- Díaz M, Yépez L. y Davila M. 2009. El Genero Agave en República Bolivariana de Venezuela: Sistemática, Ecología, Reproducción, Conservación y Potencialidades de Uso de Poblaciones Naturales. Informe técnico FONACIT 111 Pp.
- Díaz M. Medina E. 1984a. Ecophysiological characterization of natural resources of in the semi arid regions as necessary step for management and conservation. Proceedings symposium .NATURAL RESOURCES OF THE ARID, AND SEMI ARID ZONES. Mendoza. Argentina
- Díaz, M. y Medina, E. 1984b CAM performing of cacti under natural conditions. En Medina E (1984) Physiological Ecology of CAM Plants. Edic. IVIC-CIET-UNESCO Caracas República Bolivariana de Venezuela Pp 98-113
- Díaz M (2003). La ecofisiología vegetal como una herramienta para el diagnóstico y la resolución de problemas de producción en las zonas semiáridas tropicales. Trabajo de ascenso a la categoría de Profesor Titular. UNEFM. Coro, Falcón República Bolivariana de Venezuela. 5 Capítulos. pp. 350.
- Díaz, M. 1984. Estudios Fisiocológicos de Cuatro Especies de Cactaceas en Condiciones Naturales. Tesis de Maestría, 152 pp. IVIC-Caracas.
- Díaz, M. 1987. Recursos naturales de las zonas áridas de República Bolivariana de Venezuela: usos potenciales. Proceedings Simposio las zonas áridas: hacia el aprovechamiento racional de sus recursos. Edic, UNEFM Coro, República Bolivariana de Venezuela PP 12 -18.
- Díaz, M. 1988. «Las zonas áridas al norte de República Bolivariana de Venezuela: Hacia el aprovechamiento racional de sus recursos naturales renovables.» En *Zonas Áridas*, de Adolfo Kaliman y Leopoldo Paredes, 33-54. Maracaibo, Zulia: FUNDACITE Zulia.
- Díaz, M. 1989. «Ecology and evolution of tropical Arid Lands: An alternative approach for resources utilization.» En *The Arid Lands*, editado por F. El Baz, 1-56. Trieste: TWAS.
- Díaz, M. 1991. «Plant physiological ecology and the development of alternative crops for tropical arid land.» En *The role of women in the development of sciences and technology in the third world*. En A. M. Faruqui, M. Hassan y G. Sandri, 1826-1829. Trieste: ICTP-TWAS.
- Díaz, M. 1994. «The ecophysiological responses of arid land plants to seasonal and interannual climate variability: A tool for decision-making process in sustained agricultural activities for the dry tropics.» En NOAA-ENSO Workshop proceedings, 78-80.
- Díaz, M. 1995a. «A model for sustained food and economic resources producing system in tropical dry lands.» En Proceedings TWOS-International conference vision of science and technology for development, editado por P. Dennis y A. Cetto, 193-196. Trieste: TWAS-TWSO.
- Díaz, M. 1995b. *Árboles calcícolas de las zonas semiáridas al norte de República Bolivariana de Venezuela: Adaptaciones ecofisiológicas y morfológicas*. Trabajo de Asenso, asociado Coro: UNEFM,165. Pags
- Díaz, M. 1997. Evaluación de la productividad y rendimiento de Agave cocui en respuesta a cambios en las condiciones de crecimiento. UNEFM Informe técnico, Coro: Fondo para la investigación regional (FIR). 87 Pgs.
- Díaz, M. 1999. Ecophysiology and phenology of very dry tropical forest trees. Effect of characteristic rainfall and irrigation. Tesis doctoral, University of Cambridge, Cambridge Inglaterra. 270 pgs.
- Díaz, M. 2000. Evaluación de la productividad y rendimiento en Agave cocui, Trelease en respuesta a cambios en las condiciones de crecimiento. Informe de Avance 1998-2000. FONACIT. 45 PP
- Díaz, M. 2001a. Ecología experimental y ecofisiología: bases para el uso sostenible de los recursos naturales de las zonas áridas neotropicales. *Interciencia* 26 (10): 472-478.
- Díaz, M. 2001b. El Problema de la desertificación en República Bolivariana de Venezuela. Primer informe Nacional sobre Desertificación. Coro: UNEFM-INFALCOSTA-MARN
- Díaz, M. 2004. *El Programa Agave: Ciencia y tecnología al servicio del hombre de las zonas áridas*. Editorial Arte FUNDACITE Falcón. Caracas 35 PP
- Díaz, M., A. Haag-Kerwer, R. Wingfield, E. Ball, E. Olivares, T. E. E. Grams, H. Zieglerm, y U. Lüttge. 1996. Relationship between carbon and hydrogen isotope ratios and nitrogen levels in leaves of *Clusia* species and two genera of Clusiaceae at different altitudes in República Bolivariana de Venezuela. *Trees* (10): 351-358.

- Díaz, M., E. Ball, y U. Luttge. 1990. Stress-induced accumulation of the xanthophyll rhodoxanthin in leaves of aloe vera. *Plant Physiology and Biochemistry* 28 (6): 679-682.
- Díaz, M., L. Yépez y C. Alarcón. 1990. Causes Of Mortality Of *Caesalpinia coriaria* (Watapana) In Bonaire. Gobierno de Bonaire-BOPEC. Bonaire, 17 Pags.
- Díaz, M., L. Yépez, y E. Gotopo. 2018. Agave cocui un noble de las zonas Áridas Venezolanas. *Desde el Herbario CICY*. 10:137-142.
- Díaz, M., y E. Granadillo. 2005. The significance of episodic rains for reproductive phenology and productivity of trees in semiarid regions of northwestern República Bolivariana de Venezuela. *Trees* 19: 336 – 348.
- Díaz, M., y M. Guerrero. 2018. *Experiencias exitosas en la restauración de bosques xerofitos en el Edo. Falcón*. Mimeografía, Caracas: IV Simposio Restauración Ecológica UCV.
- Dyke JG, Weaver IS (2013) The Emergence of Environmental Homeostasis in Complex Ecosystems. *PLoS Comput Biol* 9(5): e1003050. Disponible: <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1003050>. Acceso: agosto de 2019.
- Edwards, E., y M. Díaz. 2006. Ecophysiology of *Pereskia guamacho*: a cactus with leaves. *Plant Cell and Environment* 29 (2): 247-456.
- Elias Pastor L.V. , y M. Contreras Villaseñor. 2013. El Paisaje del Viñedo en las islas Canarias. *PASOS* (11): 1-299.
- ERDAS. 1997. Field Guide for Interpretation. Cuarta Edición. Atlanta: ERDAS Inc.
- Ewel, J. 1980. Tropical succession: Manifold routes to maturity. *Biotropica* 12 (2): 2-7.
- Ewel, J.E., A. Madríz, y J.A. Tossi. 1976. *Zonas de Vida de República Bolivariana de Venezuela*. Segunda edición. Caracas: Ministerio de Agricultura y Cria - FONAIAP.
- Fajardo, L., G. Cuenca, P. Arrindell, R. Capote, y Z. Hasmy. 2011. El uso de los hongos micorrízicos arbusculares en las prácticas de restauración ecológica. *Interciencia* 36: 931-936.
- Fajardo, L., J. P. Rodríguez, V. González, y J. M. Briceño Linares. 2013. Restoration of a degraded tropical dry forest in Macanao, República Bolivariana de Venezuela. *Journal of Arid Environments* 88: 236-243.
- Fajardo, L., M. Lovera, P. Arrindell, V. H. Aguilar, Z. Hasmy, y G. Cuenca. 2015. «Morphotype-based characterization of arbuscular mycorrhizal fungal communities in a restored tropical dry forest, Margarita island-República Bolivariana de Venezuela.» *International Journal of Tropical Biology* 63 (3): 931-936.
- FAO–UNESCO. 1988. Soil map of the world. Revised legend. World Soil Resources Report No. 60. Roma.
- FAO 1993. Land use planning for sustainable use of land resources. Rome 60 pp.
- FAO. 2002. FAO/UNESCO Digital Soil Map of the World and derived soil properties. Land and Water Digital Media Series #1 rev 1. FAO, Roma.
- Fao 2009. Guía para la descripción de suelos. Cuarta Edición. Roma. 100 Pp.
- FAO. 2014. Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Edición revisada. Roma.
- FAO 2017. Directrices voluntarias para la gestión sostenible de los suelos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma.
- FAO 2018. Guía De Buenas Prácticas Para La Gestión Y Uso Sostenible De Los Suelos En Áreas Rurales. Roma. 126 Pp.
- FAO 1971. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Roma
- FAO. 2019. Trees, forests and land use in drylands: the first global assessment – Full report. Reporte, Rome.
- Faría, M. 2002. Desarrollo del cultivo *Aloe vera* (*A. barbadensis* Miller) como alternativa del desarrollo rural del Municipio Mara. Zulia. República Bolivariana de Venezuela. Universidad de Zaragoza. Zaragoza, España. 34 pp.
- FEO, F. 1981. Selección de especies arbóreas y arbustivas para ensayos de especies con fines de redoblamiento de la zona semiárida de Lagunillas, estado Mérida. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Trabajo de grado. Mérida, República Bolivariana de Venezuela. 116 Pp.
- Ferguson-laguna, A. 2010. El aprovechamiento sustentable de la diversidad biológica en República Bolivariana de Venezuela. En Simposio Investigación y Manejo de Fauna Silvestre en República Bolivariana de Venezuela en Homenaje al “Dr. Juhani Ojasti”, de A. (Ed.) Machado- Allison, 185-205. Caracas: Embajada de Finlandia, Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, FUDECI, IZET, UNELLEZ, USB, PROVITA, FLSCN, PDVSA, FIBV.

- Fernández Hilario, R. 2010. Importancia y ventajas de *Erythrina* sp. en sistemas agroforestales. *Revista Xilema*, 23(1): 51-56.
- Figueredo Urbina, C.M. 2010. Fenología Reproductiva y Genética poblacional de *Agave cocui* Trelease (Agavaceae): Una especie nativa con potencial económico en República Bolivariana de Venezuela. Tesis Magíster en Ciencias mención Ecología. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas, República Bolivariana de Venezuela. 113 pp.
- Figueredo, C. J, Villegas, J. L., & Nassar, J. M. (2011). Sincronía reproductiva Inter poblacional de *Agave cocui* (Agavaceae) en República Bolivariana de Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 59(3), 1359-1370.
- Figueroa, Y. 2004. Guía ilustrada de la flora del desierto de La Tatacoa, Huila-Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales, Departamento de Biología. p. 133.
- González, R. y R. López. 2012. Catálogo de las plantas vasculares de Ráquira (Boyacá): flora andina en un enclave seco de Colombia. *Colombia Forestal* 15 (1): 55–103. Fundación La Salle, Caracas 928 p.
- Flora of North America Editorial Committee, e. 2003. Magnoliophyta: Caryophyllidae, part 1. *Fl. N. Amer.* 4: i–xxiv, 1–559.
- Foley, J. A., N. Ramankutty, K. A. Brauman, E. S. Cassidy, J. S. Gerber, M. Jhonston, N. D. Mueller, y otros. 2011. «Solutions for a cultivated planet.» *Nature* (478): 337-342.
- Font Pujadas Y. 1998. Ordenación y planificación territorial. Madrid Edit Síntesis 120 PP.
- Franklin de Melo, N., Yoshihiko Okasaki, Bezerra Leite, C. y Fari, M. 1999. Establecimiento do cultivo in vitro da aceroleira (*Malpighia emarginata* DC.). *Ciênc. e Agrotec.*, Lavras, 23 (1):102-107.
- Galicia, L., M. Cuevas, L. González, y S. Couturier. 2014. «Detección de cambio ambiental en selvas y bosques de México con percepción remota: un enfoque multiescalar de espacio y tiempo.» *Interciencia* 39 (6): 368-374.
- Garcés, J. D. 2013. Estudio de tráfico ilegal de fauna silvestre y condiciones higiénico-sanitarias en la provincia fe Santo Domingo de los Tsáchilas. Centro universitario Santo Domingo de los Tsáchilas Universidad técnica particular de Loja. Ecuador. 182 Pp
- García J. y MacBryde B. 1975. Malezas prevalentes de américa central. International Plant Protection Center, El Salvador, 162 p.
- García, F. J., M. I. Delgado-Jaramillo, M. Machado, y L. Aular. «Mamíferos de la Sierra de Aroa, estado Yaracuy, República Bolivariana de Venezuela: listado taxonómico y la importancia de su conservación.» *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 73 (2016 (2013)): 179-180.
- García, I. 1999. «Crecimiento y comportamiento eco-fisiológico de *Agave cocui* y *Sorghum bicolor* asociados a *Prosopis juliflora* en un sistema agroforestal simultáneo de la zona semiárida del estado Falcón.» Tesis de grado, UNEFM, Coro. 70 PP.
- García-Hoyos, A., Sánchez-Robles, J., García-Hernández, L. A., y León-González, F. de. 2011. Reproducción sexual e influencia de sustratos en el desarrollo de *Malpighia glabra* L. (Malpighiaceae). *Polibotánica*, (32), 119-133. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682011000200007&Ing=es&tlng=es. Acceso: Julio 2019.
- Gentry, A. 1992. Bignoniaceae Part II (Tribe Tecomeae). *Flora Neotropica* 25 (II): 1-370. The New York Botanical Garden.
- Gentry, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forest. En *Tropical deciduous Forest Ecosystem*. S. BULLOCK, E. MEDINA & H. A. MOONEY (eds). Cambridge Univ. Press, Cambridge. pp. 116 -194
- GILES R.H., ed (1971) *Wildlife management techniques*. The Wildlife Society, Washington, D.C.
- Gómez cabezas, K. L. «Análisis del manejo sostenible del recurso faunístico en la comunidad kichwa de san ramón basado en un enfoque etnozoológico. Universidad tecnológica equinoccial, quito ecuador.» 2015. <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/> (último acceso: 16 de enero de 2020).
- Gómez, A.V. 2012. El Sueño de un Visionario: La Recuperación de la Cuenca del Río Morón. Cápsulas Para Volar. Disponible en: <http://rubendarioperalta.blogspot.com/2012/02/el-sueno-de-un-visionario-la.html>. Acceso: Septiembre de 2019.
- González Romero, A. 2011. Fauna silvestre de México: Uso, Manejo y Legislación Cap 1. P 3- 39 In: Gallina, S y C. López - González (editor). 2011. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volumen I. Universidad autónoma de Querétaro-Instituto de Ec. Fauna silvestre de México: uso, manejo y legislación cap 1. Vol. 1, de Manual de técnicas

- para el estudio de la fauna. Volumen I, editado por S. Gallina y C. López - González, 3-9. Querétaro: Universidad autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C., 2011.
- González, V. 1999. La vegetación del Estado Nueva Esparta. Se anexan tres mapas de vegetación: Margarita a escala 1:100000, Coche y Cubagua a escala 1:25000. Proyecto Desarrollo armónico de Oriente, Palmaven, PDVSA. 199 pp.
- González-Batista C. 2001. Nota histórica sobre el *Agave cocui*. *Croizatia* 2(3): 173-186.
- Grandther, M. M. y J. Chevrette. 2013. *Dictionary of trees. Vol.2. South America: Nomenclature, Taxonomy and Ecology*, Amsterdam: Elsevier.
- Guerrero, M, A. Olivares, Y. Heredia, y M. Díaz. 2001. *Plan de manejo de las cuencas altas del Edo. Falcón*. Informe Técnico, Coro: Gobernación del Edo. Falcón.
- Gutiérrez B (1999) Evaluación del crecimiento y comportamiento ecofisiológico del *Aloe vera* y *Sorghum bicolor* asociado a *Prosopis juliflora* en un sistema agroforestal simultáneo en las zonas semiáridas del Edo. Falcón. Tesis de Grado. Agronomía. UNEFM. Coro. República Bolivariana de Venezuela. 70 pp.
- Tropicos.org. 2019. *Haematoxylum brasiletto*. Missouri Botanical Garden. Disponible en: <https://www.tropicos.org/Name/13019907>. Acceso: septiembre de 2019.
- Hall, Anthony E., Glen H. Cannell, and Harry W. Lawton, . 1979. *Ecological Studies: Agriculture in Semi-Arid Environments*. Vol. 34. Berlin: Springer-Verlag.
- Hernández P, C., R. A. Rondón, y José R. Guevara. 2003. «Flora de la zona xerofítica de la cuenca media del Rio Chama, Estado Mérida, República Bolivariana de Venezuela (Lista Preliminar).» *Pittieria* 32: 39-50.
- Hernández, F.. s.f. «Cultivo del ají dulce.» Asistencia técnica agrícola. http://www.agro-tecnologia-tropical.com/cultivo_del_aji_dulce.html.
- Hernández, J. A. 2012. Bio recuperación de suelos salinos con el uso de materiales orgánicos.. Tesis (Doctoral), E.T.S.I. Agrónomos (UPM) [antigua denominación]. Disponible en: <http://oa.upm.es/view/institution/Agronomos/>, Acceso: julio de 2019. .
- Hernández-Silva, D. A., M. T. Pulido Silva, I. Zuria, S. A. Gallina Tessaro, y G. Sánchez-Rojas. 2018. El manejo como herramienta para la conservación y aprovechamiento de la fauna silvestre: acceso a la sustentabilidad en México. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/416/41657172006/>. Acceso: octubre de 2019.
- Herrera, Y. 1994. «Levantamiento de información básica de vegetación, Fase III, zona semiárida de Lagunillas-Mérida. Series de Informes Técnicos Región 12.» Mimeografía, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Mérida-Venezuela.
- Herrera-Canto, Esther E. (2015) *Tabebuia rosea* (Bertol) DC., Un árbol de color rosa y sus usos tradicionales. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY). *Herbario CICY* 7: 52–54.
- Hillel G. 2008. Suelos de la República Bolivariana de Venezuela. Disponible en: <https://suelosenRepúblicaBolivarianadeVenezuela.wordpress.com/tipos-de-suelos/>. Acceso: junio de 2019.
- Hobbs, R. J. & Norton, D. a. (1996). Towards a Conceptual Framework for Restoration Ecology. *Restoration Ecology*. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.1996.tb00112.x>
- Hokche, O., P. E. Berry, y O. Huber (eds) 2008. Nuevo catálogo de la flora vascular de República Bolivariana de Venezuela. Fundación Instituto Botánico de República Bolivariana de Venezuela, Caracas, República Bolivariana de Venezuela.
- Holdridge, L. R. 1967. *Life zones ecology*. San José: Tropical Science Center.
- Hoyos, J. 1978. Flora Tropical Ornamental. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, Caracas. Monografía nro. 24. 430 pp.
- Hoyos, J. 1985. Flora de la Isla de Margarita-Venezuela. Caracas. Sociedad y Fundación La Salle de las Ciencias Naturales.
- Hubbard, W.; Latt, C.; Long, A. 1998. Forest terminology for multiple-use management. (en línea). Gainesville, University of Florida. Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences. 18 p. Disponible en <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/FR/FR06300.pdf>. Acceso: julio de 2019.
- Huber, O., y A. Oliveira. 2010. Revisión actualizada. Mapa de Vegetación de República Bolivariana de Venezuela. Mapa Ministerio del Ambiente Y Recursos Naturales Renovables. Caracas.
- Huber, O., y C. Alarcón. 1989. «Mapa de Vegetación de República Bolivariana de Venezuela.» Mapa, Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Renovables, Caracas.

- IAVH. 1997. Caracterización ecológica de cuatro remanentes de Bosque seco Tropical de la región Caribe colombiana. Grupo de Exploraciones Ecológicas Rápidas, IAVH, Villa de Leyva. pag. 76
- IPCC, 2007: Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.
- IUCN. 2019-2. Red List of Threatened Species. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org/>. Acceso: agosto de 2019.
- Jansen, P.C.M., 2005. *Caesalpinia coriaria* (Jacq.) Willd. [Internet] Record from PROTA4U. Jansen, P.C.M. & Cardon, D. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical África), Wageningen, Netherlands. Disponible en: <http://www.prota4u.org/search.asp>. Acceso: junio de 2019.
- Kalinhoff, C., A. Cáceres, y L. Lugo. 2009. «Cambios en la biomasa de raíces y micorrizas arbusculares en cultivos itinerantes del amazonas venezolano.» *Interciencia* (34): 571-576.
- Klotz, G., 1989. Die omnikaribische Boraginaceengattung *Bourreria* P. Br. in Cuba. *Wiss. Z. Friedrich Schiller-Univ. Jena, Math. Naturwiss. Reihe.* 38. Jg. H. 2.
- La Marca, E. 1997. Lista Actualizada de los Anfibios de República Bolivariana de Venezuela.» En Catálogo Zoológico de República Bolivariana de Venezuela. Vol 1. Vertebrados Actuales y Fósiles de República Bolivariana de Venezuela, editado por La Marca E., pp 103-120. Mérida: Museo de Ciencia y Tecnología de Mérida. 310 pp.
- Lahey, J. F. 1973. "On the origin of the dry climate in South America and the Southern Caribbean." In *Coastal desert: Their natural and human environments*, edited by Amiran and Wilson, 75-90. Tucson: University of Arizona Press.
- Lander, E. 1991. Biología y hábitats del venado caramerudo. Memoria Simposio El venado en República Bolivariana de Venezuela, Conservación, Manejo, Aspectos Biológicos y Legales. FUNDECI, PROFAUNA y FEDECAVE, 133-138 pp.
- Larreal, J.T., G.A. Rivas, C. Portillo-Quintero, y T. R. Barros. «Squamata reptiles of a fragment of tropical dry forest in northwestern República Bolivariana de Venezuela (Lake Maracaibo region).» *Check List* 8, nº 6 (2012): 1220-1224.
- Laskowski, L. & D. Bautista. 2002. Efecto de la escarificación y profundidad de siembra sobre la germinación y emergencia de *Malpighia emarginata* DC. *Bioagro* 14 (2): 77-83.
- Leite, A. V. L.; Machado, I. C. 2010. Reproductive biology of woody species in Caatinga, a dry forest of northeastern Brazil. *Journal of Arid Environments*, v. 74, n. 11, p. 1374-1380.
- Lemke, T.O. 1981. Wildlife management in Colombia. The first ten years. *Wildl. Soc. Bul.*, 9:28-36.
- Lemus-Jiménez, L.J. y Ramírez, N. 2003. Polinización y Polinizadores en la Vegetación de la Planicie Costera de Paraguaná, Estado Falcón, República Bolivariana de Venezuela. *Acta Científica Venezolana*, 54: 97-114.
- Lentino, L. Catálogo de las Aves de República Bolivariana de Venezuela. Vol. 1, de Catálogo Zoológico de República Bolivariana de Venezuela. Vol I. Vertebrados actuales y fósiles de República Bolivariana de Venezuela., editado por E. La Marca, pp 143-202. Mérida, 1997.
- Lindo, J. G. (2014) Influencia del cautiverio en la Crianza del Sajino" trabajo monográfico para optar el título de: Ingeniero Zootecnista , Universidad Nacional Agraria La Molina Facultad De Zootecnia, Departamento Académico De Producción Animal, Lima, Perú.
- Llamozas, S., R. Duno, W. Meier, R. Riina, F. Stauffer, G. Aymard, O. Huber & R. Ortiz. 2003. Libro Rojo de la Flora Venezolana. Fundación Instituto Botánico de República Bolivariana de Venezuela Dr. Tobías Lasser, Caracas. 555 pp.
- Losada JM, Díaz M, Holbrook NM. 2021. Idioblasts and peltate hairs as distribution networks for water absorbed by xerophilous leaves. *Plant Cell & Environment*. 44: 1346-1360.
- Loveless, A. R., y G. F. Asprey. 1957. «The dry evergreen formations of Jamaica. I. The limestone hills of the south coast.» *Journal Ecology* 45: 799-822, 55.
- Lüttge, U. 1997. *Physiological Ecology of Tropical Plants*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 384 Pp
- Mace, G. M., H. Masundire , y J. E. M. Baillie . 2005. Biodiversity. En *Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends*, editado por R.: Scholes, R.: Ash, N. Hassan, 77-122. Island; Washington, DC.
- Malagón Castro, D. 2003. Ensayo sobre tipología de suelos colombianos -Énfasis en génesis y aspectos ambientales- Rev. Acad. Colomb. Cienc. 27(104): 319-341.

- Maldonado Peralta, M., García de los Santos, G., García Nava, J. R., Corona Torres, T., Cetina Alcalá, V. M., & Ramírez Herrera, C. 2016. Morphological quality of fruits and endocarps of red nanche (*Malpighia mexicana*, Malpighiaceae). *Acta Botánica Mexicana*, (117), 37-46. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.21829/abm117.2016.1166>. Acceso: julio de 2019.
- Mariz Bezerra, D. M, H. Farias Pereira de Araujo & R. R. Nóbrega Alves. 2011. Avifauna silvestre como recurso alimentar em áreas de semiárido no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Sitientibus série Ciências Biológicas* 11(2): 177–183.
- MARNR. 1985. Producción anual potencial de especies terrestres al norte de República Bolivariana de Venezuela. Serie de Informes Técnicos Profauna 3: 1-36. Profauna.
- MARNR. 1988. Balance hídrico de República Bolivariana de Venezuela. Informe de avance. Balance hídrico de América del Sur, UNESCO – PHI. Inédito. Elaborado por Carmen Fermín y colaboradores. Diciembre. Caracas. 71 p.
- Martelo, M. T. 2004. Consecuencias ambientales generales del cambio climático en República Bolivariana de Venezuela. Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático en República Bolivariana de Venezuela. MARN, Dirección General de Cuencas Hidrográficas, Dirección de Hidrología, Meteorología y Oceanografía. 64 p.
- Mas, J.F., Y. Gao, y P. Navarrete. 2010. Sensitivity of landscape pattern metrics to classification approaches. *Forest Ecology and Management* 259: 1215–1224. .
- Medina , E. 1983. Adaptations of tropical trees to moisture stress. In Golley, F. B. (ED). *Tropical Rain Forest: structure and function*. Elsevier Public. New York. Pp 225 – 237.
- Medina E, Cram W S, Lee H.S.J., Lüttge U, Popp M., Smith J.A.C., Díaz M. 1989. Ecophysiology of xerophytic and halophytic vegetation of a coastal alluvial plain In Northern República Bolivariana de Venezuela. *New Phytologist* 111: 233-243.
- Medina Torres, J. G., y L. A. Natividad Beltrán. 1998. Recursos Naturales: planeación integral. Distrito Federal. México. Trillas.
- Medina, E. 1995. «Diversity and performance of life-forms of higher plants in tropical dry forests.» En *Seasonally dry tropical forests*, editado por S. H. Bullock, H. A. Mooney y E. Medina, 221-242. Cambridge: Cambridge University Press.
- Medina, E., E. Olivares, y D. Marín. 1985. «Eco-physiological adaptations in the use of water and nutrient by woody plants of arid and semiarid tropical regions.» *Medio Ambiente* 7 (2): 91-102.
- Mejía L.M., Jaramillo A.A. y Barrera Marín, N. 1993. Estudios preliminares sobre desarrollo y manejo de la semilla de chachafruto, *Erythrina edulis* T.. *Acta Agronómica*, 43 (1-4): 57-68. Disponible en: https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica /article/view/15536/16293. Acceso: julio de 2019.
- Méndez, J.L. y M. Quero - Peña. 1991. Conservación, manejo, aspectos legales y guardería. En *El Venado en República Bolivariana de Venezuela*. FUDECI/PROFAUNA/FEDECAVE, Caracas, República Bolivariana de Venezuela, pp 103
- Mier, W. 2013. «Recuperación natural de la vegetación después de derrumbes en la Cordillera de la Costa, Estado Vargas, República Bolivariana de Venezuela.» En *Recorriendo el paisaje vegetal de República Bolivariana de Venezuela*. Caracas. Editado por E. Medina, O. Huber, J. M. Nassar y P. Navarro. Ediciones IVIC.
- Mijares-Urrutia, A, y A Arends. 2000. Herpetofauna of Estado Falcón northwestern República Bolivariana de Venezuela: a checklist with geographical and ecological data.» *Smithsonian Herpetol. Inf. Serv.*: 1-30.
- Minchala-Patiño, J; R. Poma-Angamarca; L. Muñoz-Chamba; M. Yaguana- Arévalo; D. González-Zaruma; V. H. Eras-Guamán; C. Rojas-Idrogo y G. E. Delgado-Paredes. 2014. Propagación In vitro de *Prosopis limensis* Benth. In Hook. (Fabaceae – Mimosoideae). *Quebracho*, 22(1,2):88-99.
- MINAMB. 2008. Plan de Ordenamiento del Territorio del Edo. Lara. Mimeografía. Caracas.
- MINEC. 2019. Base de datos para el estado Falcón SIGOT-MINEC. 2019. Caracas.
- Mogollón, L. F. y Comerma, J. A. 1994. Suelos de República Bolivariana de Venezuela, ed. Exlibris, PDVESA Palmaven, 21 p., 1994.
- Molina, C, J . C Señaris, y A. (ed) Rial. 2009. Anfibios de República Bolivariana de Venezuela. Estado del conocimiento y recomendaciones para su conservación. Caracas: Ediciones Grupo TEI. Pp 130.
- Mondragón a. y Alvarado H. 2015. Listado florístico preliminar de la sierra de baragua, municipio urdaneta, estado lara, República Bolivariana de Venezuela. *pittieria* 39 pp 91-106.
- Montagnini, F. 1992. Sistemas agroforestales. Segunda Edición. San José. Organización Para Estudios Tropicales (OET).

- Montagnini, F., E. Somabirra, E. Murgueito, H. Fassola, y B. Eibl. 2015. Sistemas agroforestales: Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. San José. Organización para Estudios Tropicales (OTE).
- Moreira da Costal, G., Ferreira Nepomucenoll, C. y Ferreira de Santanall, J.R. 2010. Propagação in vitro de *Erythrina velutina*. *Ciencia Rural*, Santa María, 40 (5): 1090-1096
- Morton, Julia. 1981. *Atlas of Medicinal Plants of middle America*. Coral Gables, Florida U.S. Charles Thomas Publisher 1298 p.
- MPPAMB. 2012. Estrategia Nacional para la Conservación de la diversidad Biológica 2010-2020 y su Plan de Acción Nacional. Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. República Bolivariana de Venezuela. 2012. Disponible: <https://www.cbd.int/doc/world/ve/ve-nbsapv2-es.pdf>. Acceso: septiembre de 2019.
- Muñoz M. C. & G. H. Kattan. 2017. Diets of Cracids: ¿How Much, Do We Know? *ORNITOLOGIA NEOTROPICAL* 18: 21–36 p.
- Murton R. K. And E. H. Bucher, M. Nores, E. Gomez, and J. Reartes. 1974. The ecology of the eared dove (*zenaida auriculata*) in Argentina. *the condor* 76:80-88.
- Mussett, S., y M. Díaz. 2000. «Crecimiento del Agave cocui Trelease, en asociación con *Erythrina velutina* Willd, en un sistema agroforestal simultáneo en zonas semiáridas.» *Croizatia* (2): 6-18.
- Mussett, S., y M. Díaz. 2001. «Establecimiento de Agave cocui Trelease en zonas semiáridas del estado Falcón: Efecto de la densidad de siembra y asociación con *Erythrina velutina* Willd.» *Croizatia* 2 (3): 205-220.
- Naciones Unidas. 2014. Consideraciones ambientales para la construcción de una paz territorial estable, duradera y sostenible en Colombia. Sistema de las Naciones Unidas & Cooperación Alemana.
- Naranjo Briceño, L., E. Granadillo, y M. Díaz. 2012. Fertilización biológica y orgánica del Agave cocui (Trelease). Efecto de la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares y la aplicación de abonos orgánicos fermentados sobre la productividad. Madrid: Editorial Académica Española (EAE).
- Nassar, J., A. García-Rivas, y J. González-Carcacia. 2011. «Patrones de diversidad genética en especies arbóreas de bosques secos fragmentados de República Bolivariana de Venezuela.» *Interciencia* 36 (12).
- Navarro-Cano, J. A., M. Goberna, J. A Navarro-Cano, y M González-Barbena. 2017. Restauración ecológica en ambientes semiáridos: recuperar las interacciones biológicas y las funciones ecosistémicas. Editado por Consejo Superior de Investigaciones Científicas-España. Disponible: <http://hdl.handle.net/10261/184409>. Acceso: julio de 2019.
- Nobel, P.S. 2002. *Cacti. Biology and Uses*. (Park S. Nobel Editor) Los Angeles, University of California Press. 290 pp.
- Núñez, J., Quiala, E., de Fera, M., Mestanza, S. y Teanga, S. 2017. Propagación In vitro de *Caesalpinia spinosa* (Mol.) O. Kuntz a partir de yemas axilares de árboles plus seleccionados *Biotecnología Vegetal* 17 (2): 67 – 75. 1.
- Obregón, B. 2016. Principios Generales y Manejo de Fauna Silvestre. Disponible en: <http://es.slideshare.net/guest9fdfcb/tema-4-manejo-fauna>. Acceso: junio 2019.
- Ochoa, G. J. D.G. cordero y F. Yunes. 1987 proporciones de sexos y reproducción en una población del conejo sabanero (*Sylvilagus floridanus*) en el noroeste de República Bolivariana de Venezuela. *Vida Silvestre Neotropical* 1: 24-26.
- Ojasti, J. y F. Dallmeier. 2000. Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. SI/MAB Series # 5. Washington D.C: Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program.
- Ojasti J. 1996. Utilización de la fauna Silvestre en América Latina: situación y perspectivas para un manejo sostenible. Guía FAO Conservación 25: 248. Roma. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Ojasti, J. 1993. Utilización de la fauna silvestre en América Latina. Situación y perspectivas para un manejo sostenible. Guías FAO: Conservación, (Roma) 25. 248 pp.
- Ojeda, M. M. y L.I. B. Keith. 1982 Sex and age composition and breeding biology of cottontail rabbit populations in República Bolivariana de Venezuela. *Biotropica* 14: 99-107.
- Ordoñez, A., y J. Serna. 2015. Análisis superficial y multitemporal de imágenes Landsat 7 Etm+ y Landsat 8 oli tirs en el proyecto carbonífero la Luna entre los años 2001 y 2015. Universidad de Manizales.
- Ovalles, F. A., A. Cortéz, M. F. Rodríguez, J. C.Rey, & E. Cabrera-Bisbal. 2008. Variación geográfica en el impacto del cambio climático en el sector agrícola en República Bolivariana de Venezuela. *Agronomía Tropical*, 58(1), 37-40.

- Disponible: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2008000100008&lng=es&tlng=es.
Acceso: octubre de 2019.
- Peña A (1998) Efecto de la Intensidad de Luz, del nitrógeno y del incremento en la disponibilidad de Agua sobre el CAM de *Agave cocui*. Tesis de Grado. Agronomía. UNEFM. Coro República Bolivariana de Venezuela. 96 pp.
- Pérez, E. M. (1997). Plantas claves para la conservación de la avifauna granívora en las sabanas centro-orientales de República Bolivariana de Venezuela. Caracas. IV Congreso Interamericano sobre el Medio Ambiente. Ediciones Equinoccio-Universidad Simón Bolívar.
- Pérez, E. M. 2000. Seasonal diet composition in the Crested Bobwhite in savannas of central-eastern República Bolivariana de Venezuela. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 35: 91-99.
- Phelps, W. H., y R. Meyer de S. 1976. *Una Guía de las Aves de República Bolivariana de Venezuela*. Caracas: Princeton University Press, Editorial Exilibris.
- Pietrangeli Miguel A., Villarreal Ángel y Gil Betzabeth (S/F). Florística de las comunidades forestales de zonas aledañas al embalse Pueblo Viejo (Burro Negro), estado Zulia, República Bolivariana de Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. Volumen 45, No. 3, 2011, Pp. 237-286. Universidad Del Zulia, Maracaibo.
- Pittier, H. 1926. *Manual de las Plantas Usuales de República Bolivariana de Venezuela*. Fundación Eugenio Mendoza, 620 pp.
- PNUMA. 1999. *El futuro de nuestra tierra, enfrentando el desafío guía para la planificación integrada para el desarrollo sostenible de los recursos de la tierra*. Roma, Italia. 322 p.
- Popp, M., D. Kramer, H. Lee, Miriam. Díaz, H. Ziegler, y U. Lüttge. 1987. Crassulacean acid metabolism In tropical dicotyledoneous trees of the genus *Clusia*. *Trees* (1): 238-247.
- POTEL. 2008. Plan de ordenación del territorio del estado Lara. Disponible: https://issuu.com/prensaprolara/docs/atlas_issuu_2012. Acceso: octubre de 2019.
- Redford, K. H, y J. G Robinson. 1987. The game choice: patterns of indian and colonist hunting in the Neotropics. *American Anthropologist* 89: 650-667.
- REIF, A. Lauerer, M. Aas, G.2001. *Botanische Excursion ins westliche República Bolivariana de Venezuela*. 9-31. Marz 2001. Albert Ludwigs- Universität und Okologisch-Botanischer Garten- Universität Bayreuth. Freiburg und Bayreuth. Deutschland. 63 pp.
- Rey Benayas, J., y M. Bullock. 2012. «Restoration of biodiversity and ecosystem services on agricultural land.» *Ecosystems* 15: 883-899.
- Ricardi. 1996. «Algunas consideraciones sobre la flora xerofítica de la región de Lagunillas, Mérida, República Bolivariana de Venezuela.» *Plántula* 1 (2): 167-170.
- Rico, R. 1993. Flora vascular de la región xerofítica de la cuenca media del río Chama. En Libro de Resúmenes XI Congreso Venezolano de Botánica. Sociedad Botánica de República Bolivariana de Venezuela.
- Rivas, Gilson A, César R Molina, Gabriel N Ugueto, Tito R Barros, César L Barrio-Amorós, y Philippe J. R. Kok 2012. Reptiles of República Bolivariana de Venezuela: an updated and commented checklist. *Zootaxa* 3211 (2012): 1-64.
- Rivera Aguilar, V., I. M.I Cacheux, y H. Godínez Álvarez. 2004. «Las costras biológicas del suelo y las zonas áridas.» *Ciencias* 75: 24-27.
- Robinson, J., and K. Redford. 1991. *Neotropical Wildlife Use and Conservation*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Robinson, J., and K. Redford. 1994. Measuring the sustainability of hunting in tropical forests. *Oryx*, 25(4): 249-25
- Rodríguez, J. P, y F. Rojas- Suárez. 2008. Libro Rojo de la Fauna Venezolana. 3era. Edición. Caracas. Provita y Shell República Bolivariana de Venezuela, S. A.
- Giraldo Hernández, D.; F Rojas Suárez; y J.P: Rodríguez. 2010. Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de República Bolivariana de Venezuela. Caracas. Provita.
- Román, F., R. De Liones, A. Sautu, J. Deago y J. Hall. 2012. Guía para la propagación de 120 especies de árboles nativos de Panamá y el Neotrópico. Smithsonian Tropical Reserch Institute Panama, PRORENA, Yale School of Forestry & Environmental Estudios, Environmental Leadership and Training Initiative (EITI). 164 pp.

- Romero-Saritama, J. y Pérez-Ruíz, C. 2016. Rasgos morfológicos de semillas y su implicación en la conservación ex situ de especies leñosas en los bosques secos tumbesinos. *Revista Ecosistemas*, 25(2), 59-65.
- Rondón, J.A. 2001. Cactaceae de la zona Xenófila del Estado Mérida, República Bolivariana de Venezuela. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Departamento de Botánica-Herbario MER. Mérida, República Bolivariana de Venezuela. 161 pp.
- Rouse, J., R. Hass, J Schell, y D. Deering. 1974. «Monitoring vegetation system in the Great Plains with ERTS.» En *Third ERTS-1 Symposium, 10-14 Dec 1973. NASA SP-351*, editado por S. C. Fraden, E. P. Marcanti y M. A. Becker, 309-317. Washinton D.C.: NASA.
- Rovere I, Driana E., y Graciela M. Calabrese. 2011. Diversidad de musgos en ambientes degradados sujetos a restauración en el Parque Nacional Lago Puelo (Chubut, Argentina). *Revista Chilena de Historia Natural* 84 (4).
- Rumiz, D. Y W. R. Townsend. 2004. Conceptos, criterios y enfoques necesarios para desarrollar el manejo sostenible de fauna silvestre en Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*. n. 16. pp. 73-98
- Ryser-Degiorgis, M. P., M. Pewsner, y C. Angst. Joining the dots – understanding the complex interplay between the values we place on wildlife, biodiversity conservation, human and animal health: A review. *SAT Schweizer Archiv für Tierheilkunde* Disponible: 157(5):243-253. 2015. 10.17236/sat00018. Acceso: octubre de 2019.
- Rzedowski, G. C. de y J. Rzedowski, 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2da. Edición. D.F. México. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro
- Salas, V., y F. Contreras. 2016. Zonificación Ambiental del Cerro Montecano como base para la Planificación Territorial. *Croizatia* 17 (1): 60-73.
- Sánchez Dávila, G. 2017. Mapa de las regiones naturales de República Bolivariana de Venezuela. Disponible: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File>. Acceso: octubre de 2019.
- Sánchez, A. J., Pariacote, F. A., Alfonzo, S y Flores, R. 2004. Arquitectura y fenología de las especies *Prosopis juliflora* y *Acacia tortuosa* en el semiárido del estado Falcón, República Bolivariana de Venezuela Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola, Falcón, República Bolivariana de Venezuela. Disponible en: <https://tspace.library.utoronto.ca/handle/1807/7077>. Acceso: julio de 2019.
- Sánchez, J, y D. Lew. 2012 "2010" Lista actualizada y comentada de los mamíferos de República Bolivariana de Venezuela. Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales, nº 173-174: 173-238.
- Sánchez, J. 1999. Caracterización agroecológica de las poblaciones de *Agave* sp. en la parroquia Pecaya del Municipio Sucre. Trabajo Especial de Grado. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. 70 pp.
- Sánchez, J. 2011. Génesis y distribución de los suelos en la cuenca media-alta del Santo Domingo. Sector El Baho. Mérida. República Bolivariana de Venezuela. Tesis. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de los Andes. Mérida, República Bolivariana de Venezuela. 83 pp.
- Sánchez, P. y Fuentes Fiallo, V.R. 2004. Fenología de las especies de las colecciones del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alexander Humboldt". Convención Trópico 2004: II Congreso de agricultura Tropical. Editorial Geotech. 14pp.
- Sanchun, A., R. Botero, A. Morera Beita, G. Obando, R. Russo, C. Scholz, y M. Spínola. 2016. Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas. San José: UICN.
- Sanz, V., Riveros, M., Gutiérrez, M., y Moncada, R. 2011. Vegetación y uso de la tierra en el estado Nueva Esparta, República Bolivariana de Venezuela: un análisis desde la ecología del paisaje. *INTERCIENCIA*. Vol. 36 N°12:881-887pp.
- Schmitz- Ornés, A. 1999. Vulnerability of rufous-vented chachalacas (*Ortalis ruficauda*, cracidae) to man-induced habitat alterations in northern República Bolivariana de Venezuela *ORNITOLOGIA NEOTROPICAL* 10: 27–34
- Schneé, L. 1984. Plantas comunes de República Bolivariana de Venezuela. 3ra. Edición. Universidad Central de República Bolivariana de Venezuela, Ediciones de la Biblioteca, Caracas. 822 pp.
- Schulz, J. J., y B. Schroeder. 2017. «Identifying suitable multifunctional restoration areas for forest landscape restoration in central Chile.» *ECOSPHERE* 8 (1).

- Schulz, J., L. Cayuela, C. Echeverría, J. Salas, y J.M. Rey Benayas. 2010. «Land cover dynamics of the dryland forest landscape of central Chile.» *Applied Geography* 30: 436-447.
- SlideShare. 2019. Limitaciones y usos de la tierra en venezuela 2015. Disponible en: <https://es.slideshare.net/rbarriosm/2-limitaciones-y-usos-de-la-tierra-en-venezuela-2015>. Acceso: junio 2019.
- SEMARNAT, 2011. Plan De Manejo Tipo Para Pecarí De Collar (Pecarí Tajacu), Manejo Intensivo. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. (Artículo en línea) Disponible en: https://www.academia.edu/24222370/Plan_De_Manejo_Tipo_Pecar%C3%8d_De_Collar_Pecar%C3%8d_Tajacu_Manejo_Intensivo_Gobierno_Federal. Acceso: junio de 2019.
- Serrano Montes J. L., J. Gómez Zotano, y J. A. Olmedo Cobo. 2017. El resilvestramiento y el retorno de la fauna: enfoques, experiencias e implicaciones paisajísticas. *Cuadernos Geográficos* 56 (3): 136-161.
- Serrano Montes, J. L. 2017. *La inclusión de la fauna en los estudios de paisaje: Enfoques conceptuales, propuesta metodológica y aplicación práctica a tres escalas espaciales*. granada: Universidad de Granada. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10481/48611>. Acceso: julio de 2019.
- Silva, J. L., & S. D. Strahl. 1991. Human impact on populations of chachalacas, guans, and curassows (Galliformes: Cracidae) in República Bolivariana de Venezuela. Pp. 36–52. In: Robinson J. G., & R. Redford (eds.). *Neotropical wildlife: use and conservation*. Univ. of Chicago Press, Chicago.
- Sivira, A.; Sanabria, M.E.; Valera, N.; Vásquez, C. 2011. Toxicity of ethanolic extracts from *Lippia origanoides* and *Gliricida sepium* to *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acari: Tetranychidae). *Neotropical Entomology*, 40 (3): 375 -379
- Smith, R. 1991. Ecología del estado Lara. *Biollania* 1: 17-21.
- Smith, R., y A. Cadena. 1991. Dinámica de un bosque seco de Pico-Pico, y otro húmedo, en la fila de Los Naranjos. *Biollania* 1: 178-191.
- Smith, R., y A. Rivero. 1991. «Los recursos ecológicos de la zona árida de los alrededores de Barquisimeto. Ecología del estado Lara.» *Biollania* 1: 69-119.
- Soriano, P. J, y J Ochoa. «Lista Actualizada de los Mamíferos de República Bolivariana de Venezuela.» En Catálogo Zoológico de República Bolivariana de Venezuela. Vol 1. Vertebrados Actuales y Fósiles de República Bolivariana de Venezuela, editado por La Marca E., pp 205-227. Mérida: Museo de Ciencia y Tecnología de Mérida. 310 pp, 1997.
- Soriano, P, y A. Ruiz. 2003. Arbustales xerófilos. Vol. II, de Biodiversidad en República Bolivariana de Venezuela Tomo II, editado por Marisol Aguilera, Aura Azócar y Eduardo González. Caracas: Fundación Polar.
- Soto, E. 2009. Evaluar el enraizamiento de estacas de Semeruco (*Malpighia emarginata*) en respuesta a la aplicación de un fitoregulador y diferentes tipos de sustratos. Trabajo Especial de Grado. Programa de Ingeniería Agronomica. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. 30 pp.
- Steyermark, J. & O. Huber. 1978. Flora del Ávila. Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales, Vollmer Foundation & Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, Caracas. 968 pp.
- Steyermark, J. A. 1979. «Plant refuges and dispersal centres in República Bolivariana de Venezuela: their relict and endemic element.» En *Tropical Botany*, editado por K. Larsen y L. B. Holm-Nielsen, 185-238. Nueva York: Academic Press.
- Steyermark, J., A. González, B. Vera, M. Guariglia, R. Gómez, F. Delascio, G. Morillo & B. Garofalo. 1994. Flora del Parque Nacional Morrocoy. Agencia Española de Cooperación Internacional & Fundación Jardín Botánico, Caracas. 415 pp.
- Strebin, S., y J. Pérez. 1982. «Capacidad de uso de las tierras del estado Lara. Serie Informe Técnico N° 117.» Mimeografía, FUDECO, Barquisimeto.
- Suárez Román, R.E., Creuci, M.C., Ramírez, E. y Morales, J G.. 2012. Caracterización Morfoanatómica y Fisiológica de semilla sexual de Pitahaya Amarilla *Selenicereus megalanthus* (Haw.) Britt & Rose. . *Rev. Asoc. Col. Cienc.(Col.)*, 24: 97-111.
- Tapia, R. M. 1996. Guía para el manejo y cría del “pecarí” o “puerco sahino”, Pecarí tajacu, Convenio Andrés Bello. Editorial Guadalupe. Bogota. 37 pp

- Terborgh, J, N Pitman, M Silman, M Silman, H Schichter, y P Núñez. «Maintenance of tree diversity in tropical forests.» En *Seed Dispersal and Frugivory: Ecology, Evolution and Conservation*, de D. J Levey, W. R Silva y M Galetti, 1-17. Oxford and New York: CABI Publishing, 2002.
- The National Red List Working Group (NRLWG). 2019. National Red Lists. Disponible en: <https://www.nationalredlist.org/>. Acceso: septiembre de 2019.
- The Plant List. 2013. The Plant List, versión 1.1. Disponible en: <http://www.theplantlist.org/>. Acceso: octubre de 2019.
- Torres-lezama A., Díaz M., Ramírez H., FRANCO W., LUGO L., Cedeño L., Carrero C., 2001a. Informe final del estudio diagnóstico y presentación de posible soluciones al problema de mortalidad en las plantaciones de pino caribe de la empresa CVG-PROFORCA. Universidad de Los Andes, Mérida, República Bolivariana de Venezuela, 232 p.
- Torres-Lezama A., Díaz M., Ramírez H., Andressen R., LUGO L., Carrero C., Cedeño L., 2001b. Natural hazards assessment and management in Caribbean pine plantations of eastern República Bolivariana de Venezuela. In: *The Economics of Natural Hazards in Forestry*, Solsona, Spain, 7-10 June 2001. Padua University Press, CFTCEFI-IUFRO, 21-30.
- Torres-Rodríguez S, Díaz-Triana JE, Villota A, Gómez W, Avella-M. A. 2019. Diagnóstico ecológico, formulación e implementación de estrategias para la restauración de un bosque seco tropical interandino (Huila, Colombia). *Caldasia* 41(1):42-59.
- Trejo, E., R. McNeil, L. Gonzalo Morales, and P. Lau. 2008. Desplazamientos diarios, área de vivienda y utilización de los hábitat por Perdices Enrestadas (*Colinus cistatus*) marcadas con radios en una sabana de República Bolivariana de Venezuela. *Interciencia* 33: 207-212.
- UICN y WRI (2014). Guía sobre la Metodología de evaluación de oportunidades de restauración (ROAM): Evaluación de las oportunidades de restauración del paisaje forestal a nivel nacional o subnacional. Documento de trabajo (edición de prueba). Gland, Suiza: UICN. 125 pp
- UNEP – WCMC. 1992. World atlas of desertification. Nairobi.
- van der Heijden, M. G., F. M. Martin, M. A. Selosse, y I. R. Sanders. 2015. Mycorrhizal ecology and evolution: the past, the present, and the future. *New Phytologist* 205 (4): 1406-1426.
- Vanegas López, M. 2016. Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias. Informe final dentro del proyecto GEF 00089333. Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras. CONAFOR, CONABIO, GEF-PNUD. México. 158 p.
- Vareschi, V. 1992. *Ecología de la vegetación tropical. Con atención especial a República Bolivariana de Venezuela*. Edición especial. Caracas: Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales.
- Vargas-Suárez, C. L., J. G. Vázquez-Rodríguez, J. G., F. E. Ros-Peña, y Y. S. Madi-Tojeiro. «Lista actualizada y distribución espacial de la riqueza de anfibios y reptiles del Parque Nacional Cerro Saroche, Estado Lara, República Bolivariana de Venezuela.» *Ecotrópicos* 26 (2013): 40-54.
- Vásquez, E., y M. Pérez. 1994. «Levantamiento de información básica de la vegetación de la serranía de Baragua.» Mimeografía, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Barquisimeto.
- Vásquez-Dávila M.A., Camacho-Escobar M.A, López-Luis D., Vásquez-Cruz R., Jiménez-Díaz J.E. 2014. Aprovechamiento tradicional y cría en cautiverio de chachalacas, pava y faisán (cracidae) en el sur de México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA* 4. 311-312p.
- Velásquez-Arenas, R. y Imery-Buiza, J. 2008. Fenología reproductiva y anatomía floral de las plantas Aloe vera y Aloe saponaria (Aloaceae) en Cumaná, República Bolivariana de Venezuela *Rev. Biol. Trop.* 56 (3): 1109-1125.
- Vélez Boza, F. & G. Valery de Vélez. 1990. Plantas alimenticias de República Bolivariana de Venezuela. Fundación Bigott & Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, Caracas. 277 pp.
- Vera A., M. Martínez, Y. Ayala, S. Montes & A. González. 2009. Florística y fisonomía de un matorral xerófilo espinoso intervenido en Punta de Piedras, Municipio Miranda, Estado Zulia, República Bolivariana de Venezuela *Rev. Biol. Trop.* (Int. J. Trop. Biol.) 57: 271-281.
- Verga, A. 2000. «Algarrobos como especies para reforestación: una estrategia de mejoramiento.» *Publicación trimestral de la SAGPYA* (16): 12-18.

- Villarreal Garza JA, Rocha Estrada, A, Cárdenas-Ávila, ML, Moreno Limón, S., González Álvarez, M. y Vargas López, V. 2013. Caracterización morfológica, viabilidad y germinación de semillas de mezquite y huizache en el noreste de México. *PHYTON* (2013) 82: 169-174
- Villegas, M. y Córdova, D. (2006). Zoológico comercial experimental de venado caramerudo (*Odocoileus virginianus gymnotis*). Tesis de grado, para optar a título de Cs veterinarias. UNEFM. Coro. Edo. Falcón
- Virginia de Lima Leite, A., & Machado, I. C. 2010. Reproductive biology of woody species in Caatinga, a dry forest of northeastern Brazil. *Journal of Arid Environments*, 74(11), 1374–1380.
- Virgúez, G., y R. Smith. 1991. Fisiografía, vegetación y uso del valle árido de Baragua. *Biollania* 1.
- Vit Patricia (2004) *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. Ficha botánica de interés apícola en República Bolivariana de Venezuela, No. 7, Apamate. Revista de la Facultad de Farmacia Vol. 46 (1). Universidad de Los Andes, Mérida, República Bolivariana de Venezuela.
- Viveros, S. 2011. Factores Para El Éxito En La Producción Intensiva De Pecarí De Collar (Pecarí Tajacu Linnaeus, 1758) En La Uma Rancho Viveros, Municipio De Emiliano Zapata, Veracruz. Trabajo Práctico Educativo Como Requisito Parcial Para Obtener El Título De Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Mexico. 18p.
- WAFLA (2009). Integrated Water resource management by the implementation of improved Agro- Forestry concepts in arid and semi-arid areas in Latin America Project no: INCO – 2006- 032443-Final Report Pp 365
- Walter, H. 1973. *Vegetation of the earth in relation to climate an ecophysiological conditions*. Berlín: Springer Verlag.
- Westin, F. C. 1962. Informe al gobierno de República Bolivariana de Venezuela sobre los principales suelos de República Bolivariana de Venezuela. Roma. FAO.
- WFO (2019): World Flora Online. Disponible en: <http://www.worldfloraonline.org>. Acceso: octubre de 2019.
- Whaley, O., A Orellana-Garcia, y J. Pecho-Quispe. 2019. An annotated checklist to vascular flora of the Ica region, Peru— with notes on endemic species, habitat, climate and agrobiodiversity. *Phytotaxa* 389 (1).
- Wilson, D. E, y D.M Reeder, . *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*. 3 edición. The Johns Hopkins University Press. Vols I y II, 2005.
- Wingfield, R. 1991. «Lista de la Flora de la Península de Paraguaná.» Mimeografía, IUTAG – Herbario Coro, Coro.
- Wingfield, R. 2014. Lista de plantas vasculares de la Reserva Biológica de Monte Cano. IUPTAG, Coro, Mimeografiado.
- Wingfield, R. 2017. «Lista de la flora de Falcón.» Mimeografía, Herbario Coro, Coro.
- Wingfield, R. 2018. *Lista actualizada de la flora de Falcón*. Mimeografía, Coro: Herbario Coro UPAG.
- Wingfield, R. 2018. Plantas vasculares de Falcón. Catalogo mimeografiado. Tomo XII Dicotiledoneas 46 p.-
- Wingfield, Robert. 2018. Plantas vasculares de Falcón. Artículo mimeografiado. Tomo V Dicotiledoneas Bignoniaceae 45 p.-
- Wingfield, Robert. 2018. Plantas vasculares de Falcón. Artículo mimeografiado. Tomo XV Dicotiledoneas Fabaceae 27 p.-
- Wingfield, Robert. 2018. Plantas vasculares de Falcón. Artículo mimeografiado. Tomo XXIII Dicotiledoneas Malpighiaceae 25 p.-
- Wingfield, Robert. 2018. Plantas vasculares de Falcón. Artículo mimeografiado. Tomo VI Monocots Poaceae 75 p.
- Wingfield, Robert. 2018. Plantas vasculares de Falcón. Artículo mimeografiado. Tomo XII Dicotiledoneas Cactaceae 46 p.
- Wingfield, Robert. 2018. Plantas vasculares de Falcón. Artículo mimeografiado. Tomo XV Dicotiledoneas Fabaceae Caesalpinias 29 p.-
- Wingfield, Robert. 2018. Plantas vasculares de Falcón. Artículo mimeografiado. Tomo XLVIII Dicotiledoneas 12p.-
- Wingfield, Robert. 2018. Plantas vasculares de Falcón. Artículo mimeografiado. Tomo VIII Dicotiledoneas 36p.-
- Wingfield R y Rodríguez JR (2019). La Flora del Estado Falcon. Herbario Coro.
- Winter, K., M Lesch, y M. Díaz. 1990. «Changes in xanthophyll cycle components and in fluorescence yield In leaves of a Crassulacean acid metabolism plant *Clusia Rosea* Jacq. Trough A 12 Hour photoperiod of constant irradiance.» *Planta* (28): 181-185.
- Yépez Rosero, S. W. 2006. Determinación del potencial de producción y comercialización de semillas de Tara (*Caesalpinia spinosa*) en la región norte del ecuador. Universidad técnica del norte. Facultad de ingeniería en ciencias agropecuarias y ambientales. Escuela de ingeniería forestal.

- Yépez, L., García E. y Vargas E. 2001. Notas preliminares sobre la Propagación clonal in vitro de *Agave cocui* Trelease. *Croizatia* 2(3): 187-194.
- Yépez, L., Jiménez, C., García, E. 2001. Genotipos promisorios en *Agave cocui* Trelease. Avances metodológicos en la selección de plantas madre para la propagación in vitro. *Croizatia* 2(3): 195-204.
- Zhignin, H. y N. Aguirre. 2018. Identificación de áreas prioritarias para la restauración ecológica y sitios de referencia en la región sur del Ecuador autor: director. 10.13140/RG.2.2.36272.20482. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/329584827_IDENTIFICACION_DE_AREAS_PRIORITARIAS_PARA_LA_RESTAURACION_ECOLOGICA_Y_SITIOS_DE_REFERENCIA_EN_LA_REGION_SUR_DEL_ECUADOR_AUTOR_DIRECTOR. Acceso:septiembre de 2019.
- Zuquim Antas, P. T. 1987. A nidificação da avoante, *zenaida auriculata*. No nordeste do Brasil, relacionada com o substrato fornecido pela vegetação. *Revista Brasileira Zoologia*, S. Paulo 3(7): 467-470.



©INPARQUES

Representación de la FAO en Venezuela

Correo electrónico: FAO-VE@fao.org

Sitio web: <http://www.fao.org/venezuela/en/>

Síguenos en Twitter: @FAO_Venezuela

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

Caracas, República Bolivariana de Venezuela

ISBN 978-92-5-137497-9



9 789251 374979

CC3819ES/1/01.23