

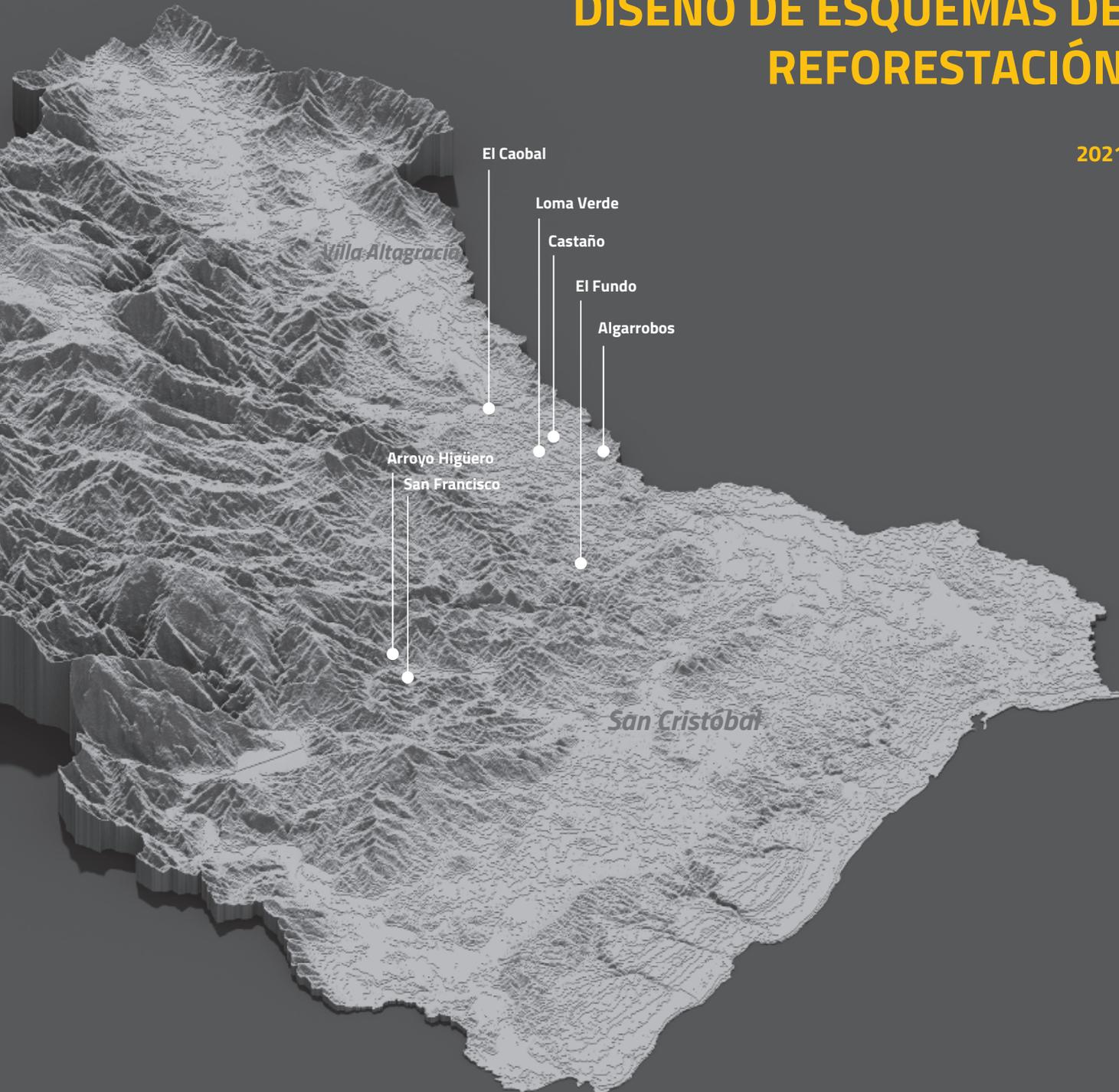
*Este trabajo fue realizado bajo la supervisión técnica del Instituto Dominicano de Desarrollo Integral (IDDI) y auspiciado por el Fondo de Adaptación (FA), en el marco del proyecto:*

*“Aumento de la Resiliencia Climática. Programa de Gestión Integral de Recursos Hídricos y Desarrollo Rural. Provincia de San Cristóbal, República Dominicana”*



# ESTUDIOS Y DEFINICIÓN DE ÁREAS PRIORITARIAS DE INTERVENCIÓN Y DISEÑO DE ESQUEMAS DE REFORESTACIÓN

2021



ADAPTATION FUND



IDDI

## **IDDI**

### *Dirección Ejecutiva*

David Luther

### *Coordinadora del proyecto*

Arcadia Francisco

### *Monitoreo y seguimiento*

Pedro Zuccarini

### *Participación comunitaria*

Luis Javier

Antonio Vásquez

### *Especialista Ambiental e Hidrología*

Elizabeth Félix

Segunda Heredia

## **MMARENA**

Teresa Disla

## **INAPA**

Esther Reyes

## **Elaborado por:**

### *Dirección*

Yraida Romano Grullón

Alejandro Marambio

### *Equipo técnico*

Vianney Beraud

Nicola Colannino

Eugenia García

Juan José Galván

Agueda Gon

Adriana Leal

Arturo Vera

Edición

v 2.0 | Julio 2021



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional.

# ESTUDIOS Y DEFINICIÓN DE ÁREAS PRIORITARIAS DE INTERVENCIÓN Y DISEÑO DE ESQUEMAS DE REFORESTACIÓN

2021



# Índice

## Introducción

### Antecedentes

- Cambio climático
- Marco legal
- Esfuerzos previos

## I. Bosques en República Dominicana

- 11. Dinámica de los bosques 1996-2014
- 12. Inventario forestal (Resultados RED++/CADD)
  - Bosque conífero
  - Bosque latifoliado
  - Bosque seco
  - Bosque de humedales
- 13. Causas de deforestación y degradación
- 14. Servicios ecosistémicos

## II. Diseño metodológico

- 21. Manejo integrado de cuencas
- 22. Restauración ecológica
- 23. Marco metodológico general
- 24. Selección de polígonos prioritarios
  - Priorización a escala regional
  - Priorización a escala local

## III. Caracterización y diagnóstico

- 31. Provincia de San Cristóbal
- 32. Zonas hidrográficas y cuencas: Nizao, Haina y Nigua
  - Clima y temperatura
  - Precipitación
  - Suelos
  - Topografía
  - Bosques
  - Cultivos
  - Suelo artificializado
  - Áreas Naturales Protegidas
- 33. Imágenes satelitales
  - Postproceso
  - 30m Landsat: 2000, 2010 y 2020
  - 10m Sentinel: 2018, 2019 y 2020
  - 5m Planet: 2019 y 2020
  - Análisis e indicadores espaciales
- 34. Comunidades
  - Caracterización física y ambiental
  - Caracterización social
  - Caracterización económica
  - Especies invasoras y claves para su conservación
- 35. Levantamiento y muestreo con drones
- 36. Viveros
- 37. Especies
- 38. Recomendaciones

## **IV. Zonas prioritarias**

- 41. Zonas prioritarias a escala regional
- 42. Zonas prioritarias a escala local
  - Zona 1
  - Zona 2
  - Zona 3
- 43. Resumen
- 44. Línea base y trayectoria deseable

## **V. Módulos de reforestación y restauración**

- 5.1 Módulos de regeneración pasiva y restauración activa
  - RR1. Enriquecimiento de especies
  - RR2. Para recuperar dispersión de semillas
  - RR3. Para recuperar claros de bosque
  - RR4. Eliminación de especies de flora invasora
  - RR5. De restauración de franjas ribereñas
    - RR5.1 De conexión ribereña
  - RR6. De ampliación de margen ribereño
  - RR7. De restauración del bosque de coníferas
  - RR8. Bosque latifoliado húmedo y subhúmedo
  - RR9. Bosque latifoliado nublado
  - RR10. Protección de erosión y deslaves
  - RR11. Brechas cortafuego
- 5.2 Módulos de aprovechamiento sostenible
  - AF1. Cacao + musáceas + maderables
  - AF2. Cacao + musáceas + frutales + cultivo ciclo corto
  - AF3. Café + musáceas + maderables + cultivo ciclo corto
  - AF4. Café + musáceas + frutales + raíces
  - AF5. Aguacate + frutales + tubérculos
  - AF6. Cítricos + forrajeras
  - AF7. Frutales + cultivo ciclo corto
  - AF8. Amortiguamiento
  - AF9. Cercas vivas y Cortinas rompe vientos
  - AF10. Apícola
  - AF11. Huerto casero mixto

## **Referencias Bibliográficas**

## **Anexo**

# Introducción

Este proyecto forma parte de uno de los componentes del programa: *Mejora de la resiliencia climática en la provincia de San Cristóbal en la República Dominicana, integrando la gestión de los recursos hídricos y el desarrollo de las zonas rurales*, el cual está financiado por el Fondo de Adaptación y realizado bajo la coordinación del Instituto Dominicano de Desarrollo Integral (IDDI).

El objetivo del proyecto es identificar y delimitar zonas prioritarias para la restauración y reforestación de bosques con dos destinos: la conservación y protección de bosques para incrementar la resiliencia ecológica del territorio frente al Cambio Climático y el mejoramiento de zonas con fines productivos de manera que se integren formas de manejo sostenibles las cuales incrementen la producción agrícola y contribuyan al bienestar social de la población y al mismo tiempo reduzcan la presión sobre los bosques al reducir la expansión de la frontera agrícola. La delimitación y priorización espacial, permitirán implementar módulos de reforestación y de aprovechamiento sostenible de los recursos Forestales en la Provincia de San Cristóbal.

El estudio presenta dos escalas de análisis; la primera, a nivel regional o de provincia, incluyendo las cuencas del Río Nizao, Río Haina y Río Nigua, que cruzan la provincia de San Cristóbal, y la segunda, local, se enfoca en las microcuencas en las que participan siete comunidades: San Francisco, Arroyo Higüero, Caobal, Castaño, Loma Verde, Algarrobo y el Fundo. En estas comunidades y su entorno de influencia se concentrarán las acciones de reforestación para aproximadamente 2722 ha.

De esta forma, la aproximación metodológica a la zona de estudio presenta dos enfoques. Uno de gabinete basado en información disponible y en el proceso de imágenes satelitales de diferentes resoluciones y temporalidad, para identificar zonas de bosque de zonas de no-bosque, así como de sus dinámicas de cambio. El segundo enfoque, social, con visitas de campo a cada comunidad, donde se validan los datos procesados, se recaba información sobre propiedad de la tierra, formas de producción y características de los bosques.

El documento se divide en cinco capítulos. En los antecedentes se desarrollan los temas de; cambio climático, marco legal y proyectos representativos que están relacionados con reforestación en la República Dominicana. El primer capítulo introduce al lector en una visión nacional de los bosques; tipos, distribución en el territorio, pérdidas y ganancias en el tiempo. Se resume el esfuerzo del proyecto GIZ hacia el inventario

nacional forestal, donde se aportan los datos dasométricos de cada tipo de bosque y especies representativas. También se discuten las principales causas de deforestación de acuerdo a diversos estudios previos y el potencial que presenta la inclusión de servicios ecosistémicos. La finalidad de este capítulo es el de sentar las bases para el análisis del paisaje en la provincia y coadyuvar con la identificación de factores de presión y éxito en las estrategias de reforestación en la República Dominicana.

El segundo capítulo, describe la metodología y enfoques utilizados (manejo integrado de cuenca y restauración ecológica) para el análisis territorial y la forma bajo la cual se llevará a cabo la selección de los polígonos de acción prioritaria. El tercer capítulo, es un diagnóstico que compila la información general que se tiene sobre la zona de estudio, incluyendo las características naturales y aspectos sociales. Se explica el potencial de la inclusión de diferentes imágenes satelitales al análisis, especialmente por la falta de información actualizada y a las escalas de trabajo requeridas para la definición de zonas de intervención. También se aplican índices y nuevos algoritmos en la identificación de zonas de bosque degradado y zonas arboladas productivas. Se incluye un cambio de escala al de las comunidades, en donde a partir de una aproximación de microcuencas se agrupan las siete localidades rurales en tres zonas. También se incluye la revisión de información a través de levantamientos con drones, no solo como validación de los análisis a partir de las imágenes satelitales, sino también como un muestro representativo de las diferentes comunidades en unidades de 300x300m.

En el capítulo cuatro se definen los polígonos de intervención, según la metodología descrita previamente, buscando generar zonas uniformes dentro de las microcuencas mayores a 5 hectáreas, y diferenciando los módulos de restauración activa de los módulos de aprovechamiento es áreas productivas.

Por último el capítulo cinco desarrolla todo lo relacionado con los módulos de reforestación para su implementación con la participación de las comunidades.

En medio de la crisis de biodiversidad y como parte de las medidas de mitigación y adaptación frente al Cambio Climático se pretende conservar de mejor forma a los recursos naturales, al tiempo que se contribuye con la conciliación del desarrollo social y las funciones de los ecosistemas.

Los bosques proporcionan bienes y servicios tangibles e intangibles, estos servicios son productos generados por las diferentes comunidades de especies que han poblado durante milenios las diferentes regiones del mundo. Así las características de cada tipo de bosque (o zonas de vida) son el resultado de milenios de adaptaciones al clima y la topografía y de la historia de las sociedades que conviven en ellas. Por ello, el diseño de los módulos de restauración de bosques se basa en la estructura original de cada tipo de comunidad y se diseñan reintegrando a aquellas especies con alto valor cultural para las personas que habitan la República Dominicana.

Las restauraciones y reforestaciones nunca son exitosas si no se acompañan por el apoyo social de las personas y si no se alimenta la apropiación por sus recursos naturales. No debe perderse de vista que la restauración de bosques es un proceso de largo plazo que involucra múltiples escalas espaciales y temporales e incluye la conciliación de los muy variados intereses en el territorio donde se conjugan criterios biológicos, culturales, económicos y políticos.

Previo al diseño de estos módulos y para garantizar la participación social, conociendo sus intereses; se diseñaron talleres participativos con las comunidades. Sin embargo, el diseño que se propondrá para la construcción de módulos al igual que la selección de sitios prioritarios no debe considerarse una receta inflexible, sino más bien un punto de partida antes de negociar e identificar en conjunto con las personas, cuáles son los mejores sitios para reforestar.

En la provincia de San Cristóbal, se observan procesos de fragmentación del paisaje acompañados del establecimiento de plantaciones de frutales tipo monocultivo, principalmente de aguacate que se mezclan con plantaciones de café y cacao. Por lo que el mayor reto para la región es conciliar la permanencia del bosque con las oportunidades económicas que brindan estos importantes cultivos comerciales. No se trata de que los usos del suelo compitan con las zonas naturales, se trata de integrarlos y obtener beneficios de ambas partes.

Este apartado toma tres grandes sistemas de módulos de intervención:

1. **Módulos de regeneración pasiva,**
2. **Módulos de restauración activa, y**
3. **Módulos de aprovechamiento sostenible y mejoramiento de áreas de cultivo.**

Los primeros dos tienen como objetivo principal recuperar los servicios ecosistémicos de bosques con alto o muy alto grado de deterioro en los cuales existe una pobre diversidad de especies, existen síntomas de plagas y enfermedades, árboles viejos, carencia de bancos de semillas y baja cobertura de dosel, o bien a nivel de paisaje tienen una extensión menor 5 ha o un alto grado de fragmentación.

Mientras que los módulos de aprovechamiento se diseñan para mejorar las condiciones de los sistemas agroforestales de café y cacao al integrar especies nativas como especies de sombra, así como integrar especies fijadoras de nitrógeno y otros minerales de forma que se mejore la calidad de los suelos y con ello incrementa la productividad. Mientras que en los sistemas de plantaciones de aguacate se especifica la posibilidad de establecer árboles aislados dentro de las parcelas y como cercos vivos entre parcelas de manera que se prevengan posibles plagas, las cuales son comunes en sistemas de monocultivo.

Se busca que el documento sea una referencia de fácil consulta y de transparencia metodológica, reconociendo los diferentes esfuerzos a la protección y mejora de zonas de bosques nativos, sometidos a una presión constante fragmentada por diferentes comunidades por zonas de producción de consumo principalmente local. También sobre los beneficios en el control y monitoreo de nuevas herramientas, tales como el uso de imágenes satelitales y los vuelos de drones programados.

# Antecedentes

## Cambio Climático

La atmósfera del planeta está conformada por gases como nitrógeno; oxígeno, que los humanos, plantas y los animales respiran; dióxido de carbono, que plantas y árboles absorben como parte de su proceso de crecimiento; y una mezcla de otros compuestos como el argón, el helio y el vapor de agua. La composición de la Tierra y la forma en que sus diferentes compartimentos ambientales —la atmósfera, la hidrósfera y el suelo— interactúan hacen posible el desarrollo de la vida en el planeta, donde el clima es producto de la constante y compleja interacción entre el aire, los océanos, las capas de hielo y nieve, los continentes y los ecosistemas, incluyendo los bosques.

El clima, de acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), es el estado promedio del tiempo en términos de variables de superficie como temperatura, precipitación o viento, así como la descripción estadística de la variabilidad de dichas magnitudes durante periodos que pueden abarcar desde meses hasta millones de años.<sup>1</sup>

El cambio climático, a diferencia de una variabilidad climática (de acuerdo con el IPCC), implica una alteración del clima, identificable en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos periodos de tiempo<sup>2</sup>. Es decir, el cambio climático va más allá de la variabilidad natural del clima, tanto por la magnitud de la variación como por su amplitud temporal, y puede deberse tanto a fenómenos naturales como a procesos antropogénicos.

En los últimos 150 años, y en específico a partir de la Revolución Industrial, la principal fuente de cambio en la composición atmosférica ha estado asociada con las actividades humanas. Desde esa época hasta nuestros días, los procesos industriales se desarrollan quemando combustibles fósiles como petróleo, gas natural y derivados como la gasolina, el diésel y el gas L.P. Los gases producidos por estas actividades se liberan a la atmósfera y cambian su composición. En este sentido, uno de los principales gases emitidos es el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que ha aumentado en un 40% en el último siglo.<sup>3</sup>

Otro proceso que se ha acelerado desde ese periodo es la pérdida de bosques y vegetación en regiones muy amplias del planeta, con lo cual se ha disminuido la capacidad de

remover gases efecto invernadero<sup>4</sup> de la atmósfera y amortiguar la alteración climática que provoca el calentamiento de la Tierra, también llamado "calentamiento global", que es la manifestación más evidente del cambio climático y que se evidencia en los aumentos observados del promedio mundial de la temperatura del aire y del océano, el derretimiento de los polos, y el aumento del promedio mundial del nivel del mar. Se estima que las actividades humanas han causado aproximadamente 1.0°C de calentamiento global por encima de los niveles preindustriales con un rango probable de 0.8°C a 1.2°C. Es probable que el calentamiento global alcance los 1.5°C entre los años 2030 y 2052 si continúa al ritmo actual<sup>5</sup>, razón por la cual el Acuerdo de París (art.2) establece como objetivo a largo plazo limitar el aumento de la temperatura mundial por debajo de los 2.0°C, preferentemente 1.5°C, para reducir considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.

En este escenario, el cambio climático representa uno de los problemas ambientales globales más relevantes en la actualidad debido a sus impactos negativos sobre los recursos hídricos, los ecosistemas, la biodiversidad, los procesos productivos, la infraestructura, la salud pública y, en general, los diversos componentes necesarios para el desarrollo integral de comunidades en todos los países alrededor del mundo.

El cambio climático podría alterar el crecimiento de los árboles, la frecuencia e intensidad de los incendios y la incidencia de las plagas forestales. También podría aumentar los daños causados a los bosques por condiciones climáticas extremas, tales como sequías, inundaciones y tormentas. Los enfoques adaptativos de la gestión forestal sostenible contribuyen a reducir la vulnerabilidad de los bosques, manteniendo la productividad de las zonas forestales y fomentando la capacidad de adaptación de las comunidades que dependen de ellas.<sup>6</sup>

República Dominicana como otros países del mundo, ha precisado de políticas y estrategias cuya prioridad es la adaptación y mitigación al cambio climático preocupados por sus posibles consecuencias sociales y ambientales. Los riesgos climáticos dependen de la magnitud y el ritmo del calentamiento, la ubicación, los niveles de desarrollo y

<sup>1</sup> Ahmad, Q.K. 2001. Cambio climático 2001: impactos, adaptación y vulnerabilidad. Informe del Grupo de Trabajo II del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Anexo B: Glosario. Suiza: Secretaría del IPCC. p. II-79

<sup>2</sup> Ibídem.

<sup>3</sup> Conafor. 2013. Bosques, cambio climático y REDD+ en México. Guía básica. Área de Proyectos y Mercados Forestales de Carbono adscrita a la Coordinación General de Producción y Productividad de la Comisión Nacional Forestal (Conafor). México. p. 10

<sup>4</sup> Los gases de efecto invernadero (GEI) como el dióxido de carbono, el óxido nitroso, el metano, el ozono, entre otros, absorben la radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra y por cualquier punto de la atmósfera y emiten radiación infrarroja en todas direcciones. Una mayor concentración de GEI aumenta la magnitud de este efecto debido a emisiones antropógenas que contribuye a un aumento de la temperatura en la superficie (IPCC. 2013. p. 193).

<sup>5</sup> FAO. S.f. La FAO, los bosques y el cambio climático. Trabajando con los países para hacer frente al cambio climático por medio de la gestión forestal sostenible. S.l. p.9.

<sup>6</sup> Sitio web del Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio. República Dominicana. <https://cambioclimatico.gob.do/> (consultado el 7/02/2021)

vulnerabilidad, y de la elección e implementación de las opciones de adaptación y mitigación<sup>7</sup>. En ese sentido, las regiones con un riesgo desproporcionadamente mayor son los ecosistemas árticos, las regiones de tierras secas, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países menos adelantados.<sup>8</sup>

Muestra de estos esfuerzos fue la creación del Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio (CNCCMDL) por el Decreto No. 601-08 en septiembre del 2008 con el objetivo de articular y aunar esfuerzos desde las diferentes instituciones que integran los sectores de desarrollo del país para combatir el problema del cambio climático<sup>9</sup>. Así como acciones subsecuentes: en agosto 2015, asumir el compromiso de reducir el 25% de las emisiones del año base para el 2030, de acuerdo a la presentación de las Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional (INDC, por sus siglas en inglés); en junio 2016, la presentación de la Carta de Intención para la Compra de Reducción de Emisiones Potenciales ante el Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF, por sus siglas en inglés); y en noviembre 2017, la Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), donde se incluyó un reporte actualizado de la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero.

---

<sup>7</sup> IPCC. 2018. Óp. Cit. p. 5

<sup>8</sup> Ibídem. p. 9

<sup>9</sup> Sitio web del Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio. República Dominicana. <https://cambioclimatico.gob.do/> (consultado el 7/02/2021)

## Marco Legal

Conforme a lo establecido en la Constitución Política de la República Dominicana (cap. III, art. 74) los tratados, pactos y convenciones relativos a derechos humanos, suscritos y ratificados por el Estado dominicano, tienen jerarquía constitucional y son de aplicación directa e inmediata por los tribunales y demás órganos del Estado. Entre ellos se encuentran acuerdos internacionales vigentes y relevantes en el país cuyos objetivos generales se vinculan con la protección, conservación y preservación del medio ambiente y sus recursos naturales:

- 1948. Declaración Universal de los Derechos Humanos.
- 1972. Convención de la UNESCO sobre la protección del patrimonio mundial, cultura y natural.
- 1992. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).
- 1992. Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB).
- 1994. Convención de las Naciones Unidas para Combatir la Desertificación (CNUCLD).
- 1997. Protocolo de Kioto de la CMNUCC.
- 2003. Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial.
- 2005. Convención sobre la Protección y Promoción de la Diversidad de las Expresiones Culturales.

De manera particular, enfocada en el manejo de bosques, la política forestal comprende el conjunto de elementos legitimados por el Estado que orientan las actuaciones de la administración pública en la gestión forestal al establecer prioridades, estrategias, metas y objetivos de alcance nacional dirigidos a realizar un manejo sustentable de los ecosistemas. En la República Dominicana esta política se desarrolla a través de instrumentos legales, donde destacan:

- Código Procesal Penal de la República Dominicana (CPPRD).
- Compendio de Reglamentos y Procedimientos para Autorizaciones Ambientales de la República Dominicana (Promulgado mediante la Resolución No. 13- 2014).
- Ley de Planificación e Inversión Pública (LPIP, Ley 498-06).
- Ley Forestal (No. 118-99).
- Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales (LGMARENA, Ley No. 64-00).
- Ley Orgánica de la Estrategia Nacional de Desarrollo de la República Dominicana 2030 (END, Ley 1-12).
- Ley Sectorial de Áreas Protegidas y Biodiversidad (LSAP, Ley No. 202-04).
- Ley Sectorial Forestal (No. 57-18)
- Ley Sectorial sobre Biodiversidad (LSSB, 333-15).

- Ley sobre Conservación Forestal y Árboles Frutales (LCFAF, No. 5856-62)
- Ley sobre Incentivo al Desarrollo Forestal (LSIDF, Ley 290-85).
- Normas Técnicas para Planes de Manejo Forestal (NTMF).
- Reglamento de Acceso a Recursos Genéticos, Conocimientos Tradicionales Asociados y Distribución Justa y Equitativa de Beneficios.
- Reglamento del Sistema de Autorizaciones Ambientales (RSAA, Resolución No. 02-2011).
- Reglamento General de la Ley Forestal No. 118-99

Los objetivos generales de República Dominicana en materia forestal se encuentran definidos en la Constitución Política, la Estrategia Nacional de Desarrollo 2030 (END), la Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales (No. 64-00) y el Reglamento Forestal. De igual modo, se han creado diferentes instituciones públicas o sistemas públicos que llevan a cabo actividades, como investigación científica, producción alimentaria, reglamentación, conservación y reforestación, dentro de lo establecido por el marco legal de la política forestal nacional:

- Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CONIAF).
- Consejo Nacional para la Reglamentación y Fomento de la Industria Lechera (CONALECHE).
- Departamento de Cacao.
- Dirección General de Ganadería (DIGEGA).
- Fondo Nacional para el Medio Ambiente y Recursos Naturales (Fondo MARENA).
- Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF).
- Instituto Dominicano del Café (INDOCAFÉ).
- Instituto Nacional de Recursos Forestales (INAREF).
- Ministerio de Agricultura.
- Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Sistema Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (SINIAP).
- Unidad Coordinadora de Proyectos de Desarrollo Agroforestal de la Presidencia de la República (Decreto No. 10-17).
- Unidad Técnica Ejecutora de Proyectos de Desarrollo Agroforestal de la presidencia (UTEFDA).
- Viceministerio de Áreas Protegidas y Biodiversidad.
- Viceministerio de Recursos Forestales.

Algunas de estas instituciones son responsables de ejecutar las estrategias nacionales encaminadas al manejo sustentable de los recursos naturales y la conservación del medio ambiente, así como de implementar planes y programas en materia forestal dentro del territorio nacional.

En materia forestal de acuerdo con el Reglamento General del Código Forestal, que dicta las normas necesarias para la adecuada aplicación de la Ley Forestal, establece la Subgerencia de San Cristóbal como parte de la Gerencia Regional Sur Central; a través de las Oficinas Subregionales el INAREF tiene funciones dentro de las que destacan los siguientes incisos (art. 16):

- a) Velar y garantizar la aplicación de la política forestal en su área de influencia;
- d) Desarrollar y promover planes de trabajo relativos a protección, conservación y aprovechamiento de los recursos forestales del Estado, bajo la dirección de la Gerencia Regional correspondiente;
- f) Prestar orientaciones técnicas para la formulación y ejecución de planes de trabajos relativos a la protección, conservación, aprovechamiento e industrialización de los recursos forestales;
- g) Proponer al Gerente Regional para el trámite correspondiente a la conformación de Comisiones Forestales Zonales, las cuales deberán estar integradas por los ayuntamientos municipales, las asociaciones de productores forestales, las organizaciones sin fines de lucro con interés en los recursos naturales, instituciones religiosas y los representantes de comunidades;

Tanto las Comisiones Forestales Regionales como las Comisiones Forestales Zonales son órganos de concertación que participan en todas las fases de los procesos de planificación, ejecución y seguimiento de los planes, programas y proyectos dirigidos al desarrollo, fomento y uso sostenible de los recursos forestales de cada región (art. 8 y 9).

Asimismo, dicho Reglamento define Áreas Especiales de Manejo donde se restringen los aprovechamientos forestales, de acuerdo a lo que se establezca en el Plan de Manejo elaborado conforme a las normas técnicas establecidas para esas áreas (art. 51). Mismas áreas donde en ningún caso se podrá usar el suelo en forma tal que propicie la erosión, ni se podrá utilizar ningún producto químico contaminante (art. 53); en caso de que estas áreas se encuentren ubicadas en terrenos privados y sus propietarios ejecuten acciones para su conservación y

protección, se le compensará por los servicios ambientales que ofrezcan, conforme a lo establecido en el mismo Reglamento (art. 54).

En el siguiente apartado se recapitulan los esfuerzos más importantes en la materia que han permitido el desarrollo de proyectos que responden a las necesidades locales y a problemas ecológicos globales.

## Esfuerzos Previos

República Dominicana ha formulado la **Estrategia Nacional de Desarrollo 2030 (END)** con el propósito de garantizar una correcta planificación de sus recursos que permitan alcanzar sus metas y objetivos, y lograr niveles de desarrollo adecuados y sostenibles a partir de 19 objetivos generales, 58 objetivos específicos y 460 líneas estratégicas de acción organizados en cuatro ejes estratégicos donde el último de ellos se enfoca en proponer “una sociedad con cultura de producción y consumo sostenibles, que gestiona con equidad y eficacia los riesgos, la protección del medio ambiente y los recursos naturales y promueve una adecuada adaptación al cambio climático.”<sup>7</sup>

Para ello, la promulgación de leyes, decretos y resoluciones ha crecido conforme el paso de los años hasta dar forma y una estructura institucional sólida al sector del medio ambiente y los recursos naturales, incluido el forestal, al identificar la pertinencia y urgencia de trazar líneas y parámetros que permitan su cuidado y conservación. A partir del andamiaje institucional creado se han desarrollado diferentes planes, programas y acciones coordinadas que han marcado la historia ambiental del país para generar mejores resultados que frenen o reviertan la deforestación y la degradación ecológica. Se han diseñado e implementado programas enfocados en la reforestación, la conservación y regeneración ecológica para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y disminuir el detrimento de los bosques.

Iniciativas como el **Programa Fondo de Desarrollo Verde para la Región SICA/REDD+Landscape**, ejecutado por la GIZ en el año 2010 en conjunto con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el cual tiene como objetivo trabajar la restauración de paisajes y ecosistemas en la cuenca del Río Los Baos en Vallejuelo, provincia San Juan, por su alta degradación y por ser tributaria de la presa de las Dos Bocas, que alimenta un importante sistema de riego en esa zona.<sup>8</sup>

En el 2017 con asistencia técnica de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) dio comienzo el **Programa Multisectorial de Apoyo al Manejo de Aguas y Suelos** frente a la amenaza del cambio climático, en el cual se implementan estrategias para aumentar la productividad de las tierras, la rehabilitación, conservación

y uso sostenible de los recursos del suelo e hídricos. Por medio a este programa se ha podido realizar la actualización del Plan Nacional de Lucha contra la Desertificación y Sequía 2018-2030, en formación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), el Plan Operativo para la instalación del Servicio Nacional de Conservación de Suelos y Aguas, y los planes de acción para la recuperación de las cuencas hidrográficas de Yaque del Norte y Ozama-Isabela, coordinadas por el Ministerio de Medio Ambiente y el Ministerio de Agricultura con apoyo del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).<sup>9</sup>

En el marco del proyecto Cooperación Binacional en favor de las relaciones dominico – haitianas, que tiene como objetivo general reforzar los procesos de desarrollo sostenible y mutuamente beneficiosos para ambos países, la GIZ implementa el componente “Medio Ambiente, Cambio Climático y Reducción de Riesgos de Desastres”, a través del desarrollo del **Proyecto Binacional en la Cuenca del río Pedernales** con apoyo técnico del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y en coordinación con el Ministerio de Agricultura y el INDOCAFE, además del apoyo económico de la Unión Europea y el Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ).<sup>10</sup>

Sin embargo, la principal es la estrategia para **Reducción de Emisiones derivadas de la Deforestación y la Degradación forestal (REDD+)**, el símbolo + es el componente de conservación de reservorios o almacenes de carbono, manejo sustentable de bosques e incremento de contenidos de carbono forestal. Este mecanismo considera la importancia que tienen los bosques en la mitigación del cambio climático, así como su biodiversidad y por ser sustento de vida de muchas comunidades. REDD+ es un mecanismo voluntario para los países donde CMNUCC establece los requisitos que deben cumplir para formar parte del mismo.<sup>11</sup>

Para este apartado, se han retomado algunos programas y proyectos que actualmente se encuentran en ejecución y que dada su trayectoria y resultados son considerados por la Estrategia Nacional REDD+ como casos de éxito nacionales o regionales.<sup>12</sup>

<sup>7</sup> Sitio web de Transparencia fiscal del gobierno de República Dominicana Transparencia Fiscal. <https://www.transparenciainfiscal.gob.do/estrategia-nacional-de-desarrollo-end-2030> (consultado el 7/02/2021)

<sup>8</sup> REDD+ República Dominicana. 2019. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Nivel de Referencia de Emisiones Forestales / Nivel de Referencia Forestal de la República Dominicana. Para pago por resultados de REDD+ bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Santo Domingo. Documento preliminar. p. 20

<sup>9</sup> Ibídem.

<sup>10</sup> Ibídem. p. 21

<sup>11</sup> Conafor. 2013. Óp. Cit. p. 49

<sup>12</sup> Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2019. Marco de Gestión Ambiental y Social (MGAS) REDD+, República Dominicana Banco Mundial/ Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques. Santo Domingo, República Dominicana. pp. 60-77

De esta manera, encontramos que en 1974 se crea la **Dirección General de Parques y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP)** con el objetivo de implementar los planes de manejo, así como definir e implementar las regulaciones y políticas sobre uso público, manejo sostenible, protección, vigilancia y aprovechamiento de los recursos de los espacios naturales protegidos. Abarca todo el territorio nacional, incluyendo muestras representativas de los distintos ecosistemas del país.

Más tarde en 1997 fue creado el **Plan Nacional Quisqueya Verde** mediante el Decreto del Poder Ejecutivo No. 138-97 un proyecto de inversión social Ejecutado por el Ministerio de Medio Ambiente, orientado a mitigar la pobreza extrema, a través de acciones de reforestación y recuperación de áreas verdes naturales. Una iniciativa del gobierno dominicano para contrarrestar el acelerado proceso de deterioro de los recursos naturales y los altos índices de pobreza de las familias que habitan en las zonas rurales mediante la generación de empleos.

Quisqueya Verde es el primer plan gubernamental de reforestación masiva de alcance nacional, ejecutado a través de la presidencia de la república. El mismo se formula a la luz del convencimiento de que el deterioro de los recursos naturales tiene sus raíces en los problemas socioeconómicos que afectan a las poblaciones que inciden directamente en los recursos naturales, acompañado por la falta de conocimiento sobre el manejo sostenible de los mismos. Se inició en 26 zonas de reforestación distribuidas en todo el territorio nacional, concentrándose mayormente en las principales cuencas hidrográficas de las Cordilleras Central y Septentrional. Las zonas de reforestación son unidades de gestión conformadas por una o varias brigadas dedicadas exclusivamente a la plantación de áreas degradadas y deforestadas. Sus componentes son: forestería comunitaria; creación de bosques de uso múltiple; recuperación de áreas naturales; educación ambiental; mejoramiento de viviendas e infraestructuras de servicios comunitarios.

También destacan los **Proyectos de Desarrollo Agroforestal Presidencia (PAP)** cuyo objetivo es mejorar la sostenibilidad ambiental y la adaptación al cambio climático de los pequeños productores a través de acciones

de: i) Reforestación y conservación de bosques en las partes altas de las cuencas; ii) La adopción de tecnologías agroforestales; iii) Mejora de la conectividad de los mercados a través de la rehabilitación de más de 600 Km de caminos interparcelarios y vecinales; iv) Titulación de las propiedades en las áreas de intervención; v) Formalización, fortalecimiento y elaboración de planes de negocios de las cooperativas de productores; y vi) La construcción de infraestructuras para el mejor aprovechamiento de las producciones agroforestales. Estos proyectos tienen una duración de cinco años.

Respecto al sector de producción agroalimentaria se encuentra el **Sistema Agroforestal con Cacao bajo sombra (CACAO)** que busca fomentar la producción de cacao a nivel nacional mediante un programa permanente de capacitación a productores para aumentar sus ingresos y fortalecer las economías familiares. De igual manera el **Sistema Agroforestal con Café bajo sombra (CAFÉ)** fomenta la siembra de café a través del asesoramiento a productores en materia de manejo de cultivo y seguimiento, impulsando el cumplimiento de buenas prácticas internacionales. En el sector ganadero, los **Sistemas Silvopastoriles y Conservación de bosque en fincas ganaderas** promueven acciones de restauración, regeneración natural y conservación de rodales de bosques para la reducción de emisiones por deforestación y degradación.

En cuanto a la gestión del agua refiere el proyecto **Agricultura resiliente y manejo integrado de recursos de agua** busca mejorar la gestión sostenible del paisaje y el acceso al suministro de agua y servicios de saneamiento en cuencas fluviales específicas al proporcionar apoyo a las inversiones impulsadas por la demanda en agroecosistemas de secano e irrigados para mejorar la gestión sostenible de los recursos naturales (suelo, agua y bosques) y para aumentar la productividad y la resistencia a la variabilidad climática. Así como la rehabilitación de activos hidráulicos (represas y esquemas de riego) para mejorar la resiliencia y mejorar la calidad de los al de servicios, las capacidades institucionales y la infraestructura de los servicios de agua y de los pueblos rurales para reducir la contaminación y los riesgos para la salud, entre otros.

Asimismo, con el fin de aportar a la sostenibilidad del recurso hídrico en calidad y cantidad y contribuir a la conservación de las cuencas hidrográficas el **Pago por Servicios Ambientales** es un mecanismo de compensación económica a través del cual los beneficiarios de un servicio hacen un pago a los proveedores del mismo que regulan los caudales de ríos como el Yaque del Norte.

Finalmente, el **Proyecto de Manejo Forestal La Celestina** es una iniciativa de manejo sostenible del bosque del pino endémico de la isla (*Pinus Occidentalis*), el cual opera bajo convenio entre El Plan Sierra y la Asociación de Silvicultores San Ramón. El proyecto funciona desde el año 1983 y a través de sus acciones ha tenido incidencia en el aumento de la cobertura forestal. Se estima que, en su área de influencia, el proyecto ha contribuido al aumento de 32% de la cobertura boscosa. El manejo está basado en entresacas de los árboles, la protección contra incendios forestales y en el control de los cortes ilegales bajo el principio de rendimiento sostenido para la producción de madera.

Los programas y proyectos presentados permiten definir diversas actividades nacionales establecidas para lograr la reducción de emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques, conocidas como **Actividades tipo**<sup>13</sup> que se muestran a continuación:

1. Manejo Forestal Sostenible (MFS). Actividades desarrolladas con participación de actores involucrados, dirigidas a mantener los macizos forestales con el fin de reducir las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación, sirven como instrumento para estabilizar la frontera agrícola y ganadera, a la vez que ofrecen alternativas productivas a los pobladores locales. Incluyen operaciones silvícolas destinadas a aumentar la productividad de la biomasa forestal, tales como aprovechamiento forestal, aprovechamiento de no maderables, control de incendios, manejo integrado de plagas, entre otras.
2. Reforestación. Establecimiento de plantación forestal en predios sin cobertura arbórea, utilizando especies endémicas y/o nativas, ya sea promoviendo la regeneración natural, con siembra directa de semillas, o plantación de árboles reproducidos en vivero.
3. Sistemas agroforestales. Actividades que fomentan la agroforestería, promoviendo el uso de especies nativas y endémicas para generar un incremento de beneficios económicos y sociales para los productores, manteniendo la cubierta forestal y otros servicios ecosistémicos, incluida la captura de Carbono (CO<sub>2</sub>). Actividades tales como la apicultura, producción de

café y cacao bajo sombra, entre otros.

4. Sistemas Silvopastoriles. Actividades destinadas a la conversión de fincas ganaderas a crianza de animales asociados con árboles y arbustos, que proveen algún tipo de forraje preferentemente nativos y/o endémicos que sirven para sombra, alimentación y otros usos y a la vez a la captura de carbono (CO<sub>2</sub>).
5. Regeneración natural de zonas degradadas. Preparación y cuidado de terreno con escasa o ninguna cobertura arbórea, de manera que se fomente el crecimiento o desarrollo de la vegetación natural con el fin de reestablecer los sistemas forestales, ya sea con fines de conservación o productivos.
6. Plantaciones dendroenergéticas. Actividades dirigidas al establecimiento de plantaciones de árboles nativos y endémicos para la producción de bioenergía (leña, carbón, biomasa), en comunidades establecidas en las zonas de amortiguamiento de las áreas naturales protegidas, o zonas de conservación de recurso hídrico, con el fin de reducir la presión sobre los bosques naturales y/o garantizar la producción de agua.
7. Conservar bosques en áreas protegidas prioritarias junto con los actores sociales. Actividades de usos de la tierra en áreas protegidas con participación de actores claves e involucrados que viven en su interior o en zonas de amortiguamiento, dirigidos a mantener las masas forestales, la biodiversidad y ecosistemas dentro las mismas y armonizar la conservación de los bosques y los medios de vida, conforme la ley y normativa sobre áreas protegidas y en cumplimiento de los principios legales relativos a los derechos de los usuarios con el fin de reducir las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación dentro las Áreas Protegidas.

En suma, la Estrategia REDD+ tiene una implementación de alcance nacional focalizando los esfuerzos en zonas de mayor potencial de aportes en la mitigación de CO<sub>2</sub> y que presentan condiciones sociales y ambientales oportunas para la reducción de emisiones, así como para el desarrollo de los cobeneficios sociales y ambientales.

Para ello, se priorizan 5 áreas geográficas definidas a partir de la división de planificación de la República Dominicana, donde se han analizado las características biofísicas y socioeconómicas, y se ha realizado un análisis de las áreas protegidas, y los programas y proyectos revisados con un alto potencial para el logro de los objetivos de REDD+, con la finalidad de replicarlos o ampliar su alcance.

<sup>13</sup> Ibidem. p. 78-84

<sup>14</sup> Ibidem. p. 85

Los criterios utilizados en la priorización de las áreas, fueron los siguientes:

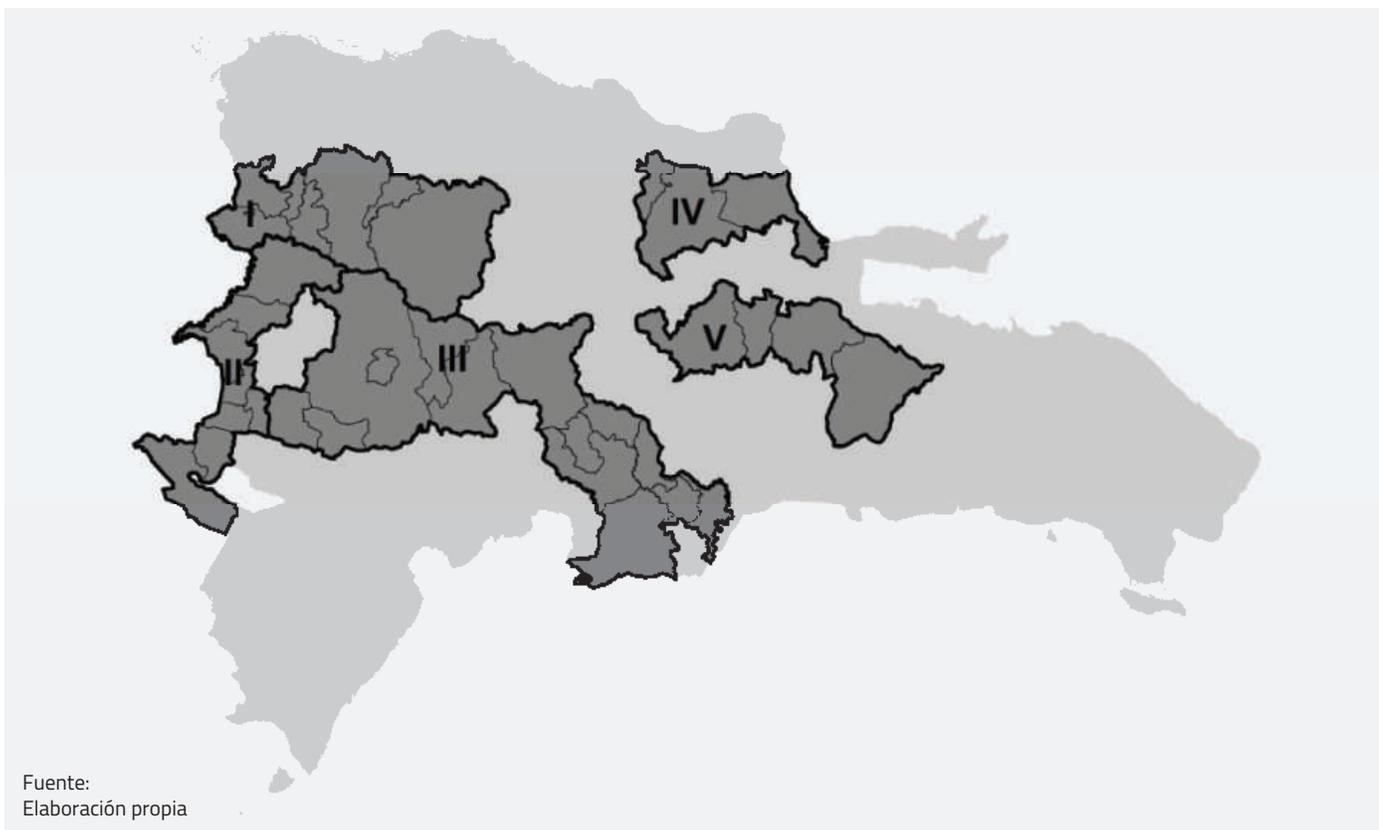
- Áreas que evidencien alta deforestación, degradación de los bosques y/o pérdida de suelos.
- Cuencas hidrográficas de importancia estratégica en términos de: i) áreas protegidas/biodiversidad, ii) provisión de agua y/o con infraestructuras tales como presas, hidroeléctricas, acueductos, canales para riego.
- Población humana beneficiada por los servicios ecosistémicos de las referidas cuencas.

Los municipios que abarcan las Áreas Geográficas Priorizadas (AGP) son:

- I. Loma de Cabrera, El Pino, San Ignacio de Sabaneta, Monción, San José de Las Matas, Restauración, Villa Los Almácigos
- II. Pedro Santana, Bánica, El Llano, Juan Santiago, Hondo Valle, La Descubierta, Jimaní, Comendador
- III. San Cristóbal, Baní, Cambita Garabito, San José de Ocoa, Los Cacaos, Sabana Larga, Rancho Arriba, Constanza, Padre Las Casas, Bohechío, San Juan, Juan de Herrera, El Cercado, Vallejuelo
- IV. Nagua, San Francisco de Macorís, Tenares
- V. Cotuí, Cevicos, Sabana Grande de Boya, Bayaguana

#### Mapa 0.1

Áreas geográficas priorizadas del proyecto REDD+



Fuente:  
Elaboración propia

Ante el contexto de emergencia provocado por la problemática del cambio climático y sus consecuencias ambientales, surge la necesidad de implementar estrategias locales vinculadas a las internacionales para mitigar o disminuir el impacto del mismo, siendo pertinentes acciones como el proyecto Aumentar la Capacidad de Resiliencia Climática en la Provincia de San Cristóbal (municipio que forma parte del área 3) con el objetivo de incorporar la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en las políticas y prácticas para amortiguar eficazmente las amenazas actuales y futuras en los paisajes productivos de montaña. Este proyecto coordinado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales en alianza con el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) tiene además el apoyo técnico del Instituto Dominicana de Desarrollo Integral (IDDI) y el Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA), y el apoyo económico del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF).

El proyecto tendrá una duración de seis años y el mismo propone un enfoque de paisaje multifocal para hacer frente a las amenazas a la biodiversidad y a los servicios ecosistémicos, a través de la gestión integrada del paisaje para generar los múltiples beneficios ambientales necesarios en el debido mantenimiento del paisaje productivo multifuncional y rico en biodiversidad. Del mismo modo, prevé desarrollar capacidades nacionales para ampliar la cobertura y el alcance programático, así como el potencial de réplica en la adopción de modelos de producción y de medios de vida sostenibles, cuyo potencial es alto. Además, el proyecto contribuirá con las metas Aichi, el Convenio sobre Biodiversidad Biológica, la Convención de las Naciones Unidas sobre la Lucha contra la Desertificación y la Sequía, la Estrategia Nacional de Desarrollo y los ODS (Agenda 2030), a la vez que incluye el enfoque de género y la sensibilidad generacional como temas transversales.

En el siguiente cuadro se resumen los proyectos retomados por la Estrategia Nacional REDD+, las entidades o instituciones encargadas de su ejecución, el ámbito geográfico que cubren y las Actividades tipo que emplean para su implementación en el territorio.

**Tabla 0.1**  
Resumen de Proyectos por le Estrategia Nacional REDD+

No.	Plan, sistema, programa / proyecto	Entidad ejecutora	Ámbito geográfico	Actividad tipo que implementan
1	Plan Nacional Quisqueya Verde (PNQV)	Ministerio de Ambiente – Viceministerio de Recursos Forestales	Nacional	Reforestación en el marco de REDD+ Manejo forestal en zonas Degradadas.
2	Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP)	Ministerio de Ambiente – Viceministerio de Áreas Protegidas y Biodiversidad	Nacional	Conservación de bosques en áreas protegidas junto con actores sociales.
3	Proyecto de Desarrollo Agroforestal de la Presidencia (PAP)	UTEFDA Estructura Interministerial (Ministerio de Agricultura, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Ministerio de la Presidencia)	Nacional	Reforestación en el marco de REDD+  Sistemas Agroforestales (café y cacao)
4	Sistema Agroforestal con cacao bajo sombra (CACAO)	Ministerio de Agricultura – Departamento de Cacao - Oficinas provinciales y regionales y en la plataforma del Ministerio de Agricultura	Nacional	Manejo forestal en zonas degradadas Sistemas Agroforestales (cacao)
5	Sistema Agroforestal con café bajo sombra (CAFÉ)	Instituto Dominicano del Café (INDOCAFE)	Nacional	Manejo forestal en zonas degradadas Sistemas Agroforestales (café)
6	Sistemas silvopastoriles y conservación de bosque en fincas ganaderas	Consejo Nacional para la Reglamentación y Fomento de la Industria Lechera – CONALECHE	Nacional	Reforestación en el marco de REDD+ Manejo forestal en zonas degradadas Sistemas silvopastoriles
7	Programa MEGALECHE (Sistema silvopastoril y conservación de bosque en fincas ganaderas)	Dirección General de Ganadería (DIGEGA)	Nacional	Reforestación en el marco de REDD+ Manejo forestal en zonas degradadas Sistemas silvopastoriles
8	Agricultura resiliente y manejo integrado de recursos hídricos en República Dominicana	Estructura interministerial (Ministerio de Agricultura, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo)	Regional	Reforestación en el marco de REDD+ Manejo Forestal Sostenible Manejo forestal en zonas degradadas Sistemas Agroforestales (café y cacao) Sistemas silvopastoriles Conservación de bosques en áreas protegidas junto con actores sociales
9	Proyecto La Celestina	Asociación de Silvicultores San Ramón Consejo Directivo del Proyecto	Municipio de San José de las Matas	Plantaciones dendroenergéticas Manejo Forestal Sostenible Plantaciones dendroenergéticas
10	Pago por Servicios Ambientales Cuenca del río Yaque del Norte (PSA)	Comité Directivo (EGEHID, CORAASAN y Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales)	Regional	Manejo forestal en zonas degradadas
11	Plan de manejo forestal	Asociación de Desarrollo Forestal de Restauración-ASODEFOREST	Municipio de Restauración	Manejo Forestal Sostenible Plantaciones dendroenergéticas

Fuente:  
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2019. pp. 58-59

# I. Bosques en República Dominicana

Esta sección se divide en dos partes, la primera resume las superficies de los usos de suelo de bosques para los periodos 1994, 2003, 2012 y 2014 según las bases históricas del Ministerio de Medio Ambiente, en las cuatro categorías principales. En la segunda parte se resume el esfuerzo del Inventario Nacional de Bosques, donde se organizan los valores dasométricos de cada tipo de bosque. Estos valores ayudan a entender las características del arbolado, número de especies y densidades, superficies y stock de CO<sub>2</sub> eq que representan a nivel nacional.

En términos generales la cobertura de bosques en República Dominicana ha aumentado y ha pasado de representar el 27.5% de cobertura al 43.6% en 2014. Concentrándose las zonas boscosas en las zonas altas centrales y de la zona sur oeste de la isla.

Por último, resaltar que según el Inventario Nacional Forestal, existen entre 300 y 500 árboles por hectárea de bosque, que representan entre 600 y 1000 ton de stock de CO<sub>2</sub> eq.

## 11. Dinámicas de los bosques 1996-2014

La República Dominicana define a los bosques como “Tierras que se extienden por más de 0,5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 m y una cubierta de dosel superior al 10 por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. No incluye la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano” (FAO, 2014)

Esta definición se complementa con la clasificación de árboles con altura igual o mayor a 5 metros y densidad mínima de cobertura de un 40%. No se considera como bosque a los sistemas agroforestales como el café bajo sombra, cacao, frutales o la palma africana. (MMARN, 2014)

Sin embargo en otros contextos los bosques pueden ser: “Ecosistema natural o plantado con diversidad biológica y enriquecimiento de especies leñosas, que produce bienes, provee servicios ambientales y sociales, cuya superficie mínima de tierra es de 0.81 ha (3x3 pixeles de 30m), con una cobertura de copa arbórea que supera el 30% de dicha superficie y árboles o arbustos con potencial para alcanzar una altura mínima de 5 metros en su madurez in situ y 3 metros para bosque seco. Se incluyen en esta definición los sistemas agroforestales que cumplan con estos criterios”.

Sin embargo más allá de los conceptos técnicos los bosques son ecosistemas que sostienen un conjunto variado de servicios y recursos que permiten el correcto funcionamiento de la Tierra y contribuyen con el desarrollo socioeconómico de los pueblos que los habitan.

Los bosques son comunidades complejas y diversas que pueden ser diferenciadas en varios tipos de acuerdo a su composición florística, y atributos ambientales, tales como clima y localización altitudinal. Como se observa en la tabla de la derecha en 2014 los bosques cubrían una extensión cercana al 44 % con respecto al país. La superficie de 2014 se incrementó de manera sustancial con respecto a años anteriores dejando en claro que las políticas de reforestación y protección de las áreas forestales han sido exitosas.

Sin embargo, a pesar del incremento en la superficie total algunos tipos de bosque han reducido su extensión, los bosques de drago y manglar, que a su vez son la principal barrera frente a ciclones y tormentas tropicales han disminuido ligeramente su superficie.

Se identifican nueve tipos de bosque en la República Dominicana: Coníferos (densos y dispersos), Latifoliados húmedos, semihúmedos y nublados, bosques secos y bosques de drago y manglar. Siendo los más extensos comunidades latifoliadas húmedas, seguidas por bosques secos.

Cada uno posee características diferentes y en función de sus particularidades es como se aconsejará brindarles un manejo o protección adecuados.

En términos de estructura los bosques son más densos en las áreas protegidas y fragmentados o inexistentes en las áreas cercanas a los centros de población (ver mapa a la derecha). Por lo que destaca la necesidad de seguir incorporando proyectos integrales de reforestación y manejo sostenible de bosques.

En las siguientes páginas se muestra un análisis del estado de los bosques y se enlistan algunas de sus especies de árboles con la finalidad de sentar las bases para el diseño de los módulos de reforestación.

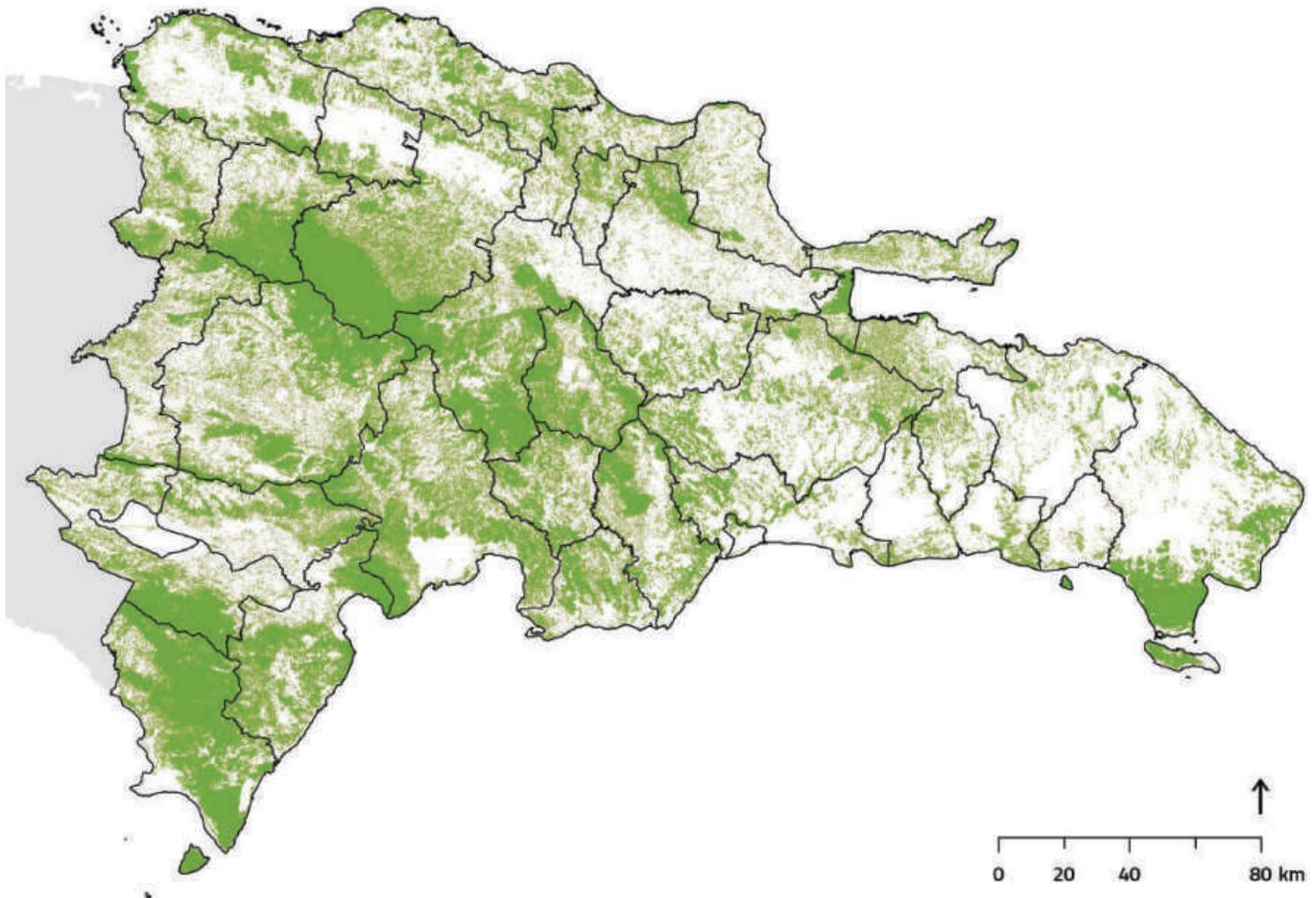
**Tabla 21.1**  
Usos de Suelo en la República Dominicana 1996 - 2014

Superficie RD 48 230 km<sup>2</sup>

BOSQUES	1996		2003		2012		2014	
	km <sup>2</sup>	%						
Bosque conífero	3 025	22.8%	2 783	17.6%	3 316	17.5%	3 029	14.4%
denso	1 946		2 422		2 027		2 023	
disperso	1 079		361		1 288		1 006	
Bosque latifoliado	6 306	47.5%	8 257	52.2%	10 461	55.3%	12 652	60.1%
húmedo	3 152		4 670		7 097		7 940	
semi-húmedo	2 050		2 058		2 495		3 237	
nublado	1 105		1 529		870		1 475	
Bosque seco	3 677	27.7%	4 438	28.1%	4 835	25.6%	5 059	24.1%
Bosque de drago y manglar (humedales)	257	1.9%	335	2.1%	311	1.6%	296	1.4%
<b>Total</b>	<b>13 266</b>	<b>27.5%</b>	<b>15 813</b>	<b>32.8%</b>	<b>18 923</b>	<b>39.2%</b>	<b>21 036</b>	<b>43.6%</b>

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MMARN)

**Mapa 21.1**  
Superficies boscosas en la República Dominicana



Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la cobertura de usos de suelo del MMARENA, 2012

## 12. Inventario Nacional Forestal | INF-RD

República Dominicana emprendió en el año 2014, la planificación y ejecución del Primer Inventario Nacional Forestal (INF-RD) liderado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales con el respaldo técnico de la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ), a través del Programa Regional REDD/CCAD-GIZ.

En total se realizaron un total de 404 unidades de muestreo; 129 parcelas de la Fase I y 275 de la Fase II. La superficie forestal del país, compuesta por cuatro tipos de ecosistemas forestales definidos para los efectos del levantamiento y análisis de la información del INF-RD, corresponde a 2.1 millones de hectáreas, y un stock total de CO<sub>2</sub> estimado de 1 978 millones de toneladas. (INF-RD 2017).

El INF-RD sienta las bases para el diseño de programas y proyectos de manejo y conservación forestal. Los bosques de la República Dominicana son importantes sumideros de carbono, por ejemplo los bosque húmedos fijan 1062 toneladas de carbono por cada hectárea. La capacidad por fijar carbono así como el resto de servicios ecosistémicos que son capaces de proporcionar los bosques se modifica de acuerdo a las características dasométricas.

Como se aprecia en la tabla de la derecha los árboles tanto de los bosque latifoliados como los de coníferas se forman por elementos de tallas medias, y densidades altas, esto denota comunidades jóvenes de árboles. Asimismo se observa que los bosques tienen un buen potencial de regeneración. Por su parte, el mayor stock de carbono se ubica en los suelos lo cual circula la idea de presencia de bosques sanos; por lo que las estrategias de reforestación deben enfocarse en controlar la probable expansión de la frontera agrícola y disminuir la fragmentación en las zonas de amortiguamiento de las Áreas protegidas.

En lo respectivo al número de especies, es claro que la mayor riqueza esta representada por las especies arbóreas, las cuales representan una especie de sombrilla para el resto de especies de flora y fauna que habitan estos ecosistemas.

<b>Árboles DAP + 10cm</b>	
DAP (Diámetro Altura Pecho)	cm
DMC	cm
Altura	m
Cobertura Copa	m <sup>2</sup> /ha
Area Basal (AB)	m <sup>2</sup> /ha
Volumen	m <sup>3</sup> /ha
Biomasa	ton/ha
Carbono	ton/ha
CO <sub>2</sub>	ton/ha
<b>Árboles DAP 2a10 cm</b>	
DAP (Diámetro Altura Pecho)	cm
DMC	cm
Altura	m
Cobertura Copa	m <sup>2</sup> /ha
Area Basal (AB)	m <sup>2</sup> /ha
Volumen	m <sup>3</sup> /ha
Biomasa	ton/ha
Carbono	ton/ha
CO <sub>2</sub>	ton/ha
<b>Densidades</b>	
Árboles DAP +10cm	árboles/ha
Árboles DAP 2a10 cm	
ALB (Arbustos, Lianas, Bambues)	ind/ha
UVH (Herbáceas)	ind/ha
RAN (Regeneración)	plantas/ha
<b>Especies (promedio)</b>	
Árboles DAP +10cm	ind
Árboles DAP 2a10 cm	
ALB (Arbustos, Lianas, Bambues)	
UVH (Herbáceas)	
RAN (Regeneración)	
Especies Arboreas (max)	
Especies Habitat	#
<b>Stock CO<sub>2</sub>eq</b>	
Árboreo	ton/ha
Raíces (arboreo x 0.27 IPCC 1997)	
Hojarascas	
Maderas muertas	
Suelo	
Superficie (2016)	ha
CO <sub>2</sub> eq fijado	ton

Fuente: Inventario Nacional Forestal en la República Dominicana 2018 (INF-RD)

**Tabla 21.2**  
Valores Dasométricos

Bosque Conífero		Bosque Latifoliado			Seco	Humedales
Denso	Disperso	Húmedo	Semi-húmedo	Nublado		
20.6	21.0	19.8	16.5	19.5	14.7	16.6
22.4	22.8	22.3	18.0	22.2	15.5	17.7
12.8	13.2	10.8	8.6	10.9	7.5	10.0
70.7	62.8	108.0	69.4	66.9	64.5	59.4
18.2	12.6	16.7	9.5	19.8	6.6	13.3
142.9	100.3	119.0	48.5	154.5	29.1	97.1
103.7	71.4	85.0	39.4	114.7	25.9	84.7
51.8	35.7	42.5	19.7	57.4	13.0	42.3
190.1	130.8	155.8	72.2	210.3	47.5	155.2
4.5	4.2	4.6	4.4	4.8	4.3	4.6
4.8	4.6	4.9	4.7	5.2	4.7	4.9
4.7	4.7	5.0	4.7	4.9	4.4	4.8
76.9	66.8	99.2	81.5	77.2	96.3	96.4
3.7	2.6	3.8	6.4	5.1	7.9	5.9
11.2	7.6	11.8	18.3	14.9	22.2	16.6
12.4	8.9	11.1	18.8	13.9	24.1	19.3
6.2	4.4	5.5	9.4	6.9	12.0	9.7
22.8	16.3	20.3	34.4	25.4	44.1	35.4
513	322	414	357	479	328	454
2 046	1 675	2 178	3 814	2 612	4 685	3 657
12 794	10 797	14 457	12 210	16 421	7 259	2 571
85 427	92 957	45 868	53 078	12 727	51 265	2 571
3 797	5 942	35 098	28 856	15 626	32 623	52 233
<b>11</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>4</b>
4	4	10	9	10	7	2
2	4	8	9	8	10	2
3	2	5	4	3	3	1
1	3	4	4	0	1	0.1
1	2	1	1	3	4	1
18	24	31	29	18	32	14
55	103	230	235	101	177	37
<b>694.5</b>	<b>629.4</b>	<b>895.6</b>	<b>1218.5</b>	<b>679.2</b>	<b>1025.9</b>	<b>1688.8</b>
212.9	147.1	176.1	106.6	235.7	91.6	190.6
57.5	39.7	47.5	28.8	63.6	24.7	51.5
9.6	5.2	3	2.9	1.4	2.1	0.9
9.6	12.2	12.8	7.6	66.9	10.2	10.1
404.9	425.2	656.2	1072.6	311.6	897.3	1435.7
140 452 514	63 342 027	711 220 403	394 386 130	100 185 645	519 057 035	49 974 785

## Bosque conífero

En el bosque de coníferas se agrupan las áreas con dominancia de pino en forma pura o mezclada, con presencia significativa de especies de hojas anchas (bosque mixto). Se ubica principalmente en los sistemas montañosos de la cordillera Central y sierra de Bahoruco y en menor proporción en la sierra de Neiba y la cordillera Septentrional, a partir de los 250 msnm.

En la cordillera Central las mayores poblaciones de pino se localizan hasta los 3087 msnm (la mayor altitud del país) y suelen estar asociado a bosques latifoliados hasta altitudes de los 2000 metros. A partir de esta altitud los pinos predominan en casi todo el sistema montañoso de esta cordillera.

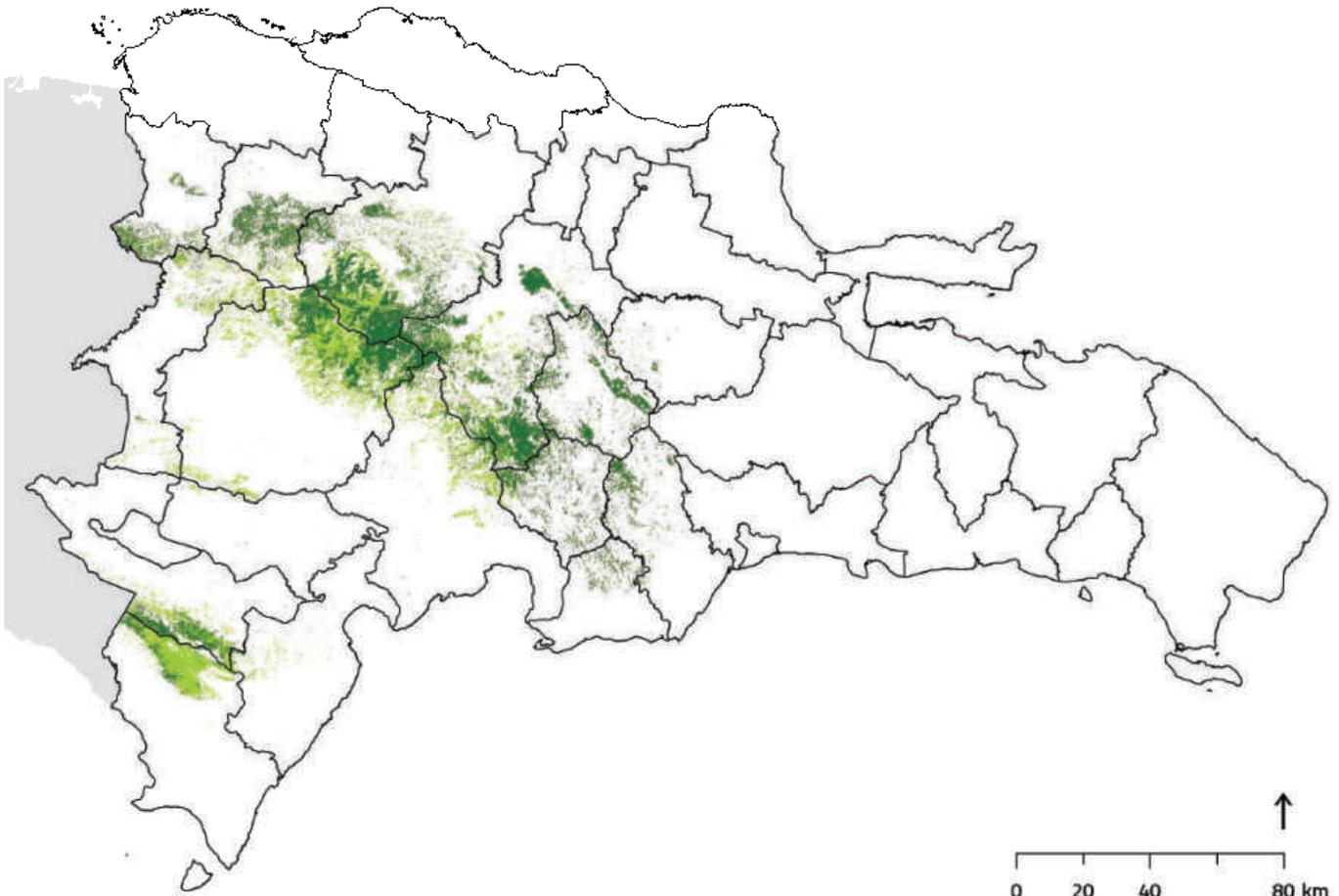
Pinares con buena densidad se desarrollan en alturas de 250 metros sobre nivel del mar, específicamente en loma Miranda, loma Ortega y loma Lorenzo próximo al valle de Bonao y al Sur de la ciudad de La Vega.

De la extensión total de los bosques de coníferas el 69.2% se considera zona de producción maderable, en 2012 existían 462 productores de bosque conífero. Siendo las zonas de producción más importantes Jaracoba, San José

de las Matas y Restauración.

- **Bosque conífero denso** ●. Se estiman valores medios de densidad de 513 árboles/ha, DAP de 20.6 cm, altura total de 12.8 m, área basal de 18.2 m<sup>2</sup>/ha, y existencias de volumen de 142.9 m<sup>3</sup>/ha y de CO<sub>2</sub> de 190.1 ton/ha. 55 especies distintas.
- **Bosque conífero disperso** ●. Se estiman valores medios de densidad de 322 árboles/ha, DAP de 21.0 cm, altura total de 13.2 m, área basal de 12.6 m<sup>2</sup>/ha, y existencias de volumen de 100.3 m<sup>3</sup>/ha y de CO<sub>2</sub> de 130.8 ton/ha.

Mapa 21.2 Bosques conífero en la República Dominicana



Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la cobertura de usos de suelo del MMARENA, 2012

**Tabla 21.3**  
Valores Dasométricos

		Bosque Conífero	
		Denso	Disperso
<b>Árboles DAP +10cm</b>			
DAP (Diámetro Altura Pecho)	cm	20.6	21.0
DMC	cm	22.4	22.8
Altura	m	12.8	13.2
Cobertura Copa	m <sup>2</sup> /ha	70.7	62.8
Area Basal (AB)	m <sup>2</sup> /ha	18.2	12.6
Volumen	m <sup>3</sup> /ha	142.9	100.3
Biomasa	ton/ha	103.7	71.4
Carbono	ton/ha	51.8	35.7
CO <sub>2</sub>	ton/ha	190.1	130.8
<b>Árboles DAP 2a10 cm</b>			
DAP (Diámetro Altura Pecho)	cm	4.5	4.2
DMC	cm	4.8	4.6
Altura	m	4.7	4.7
Cobertura Copa	m <sup>2</sup> /ha	76.9	66.8
Area Basal (AB)	m <sup>2</sup> /ha	3.7	2.6
Volumen	m <sup>3</sup> /ha	11.2	7.6
Biomasa	ton/ha	12.4	8.9
Carbono	ton/ha	6.2	4.4
CO <sub>2</sub>	ton/ha	22.8	16.3
<b>Densidades</b>			
Árboles DAP +10cm	árboles/ha	513	322
Árboles DAP 2a10 cm		2 046	1 675
ALB (Arbustos, Lianas, Bambues)	ind/ha	12 794	10 797
UVH (Herbáceas)	ind/ha	85 427	92 957
RAN (Regeneración)	plantas/ha	3 797	5 942
<b>Especies (promedio)</b>			
Árboles DAP +10cm	ind	11	12
Árboles DAP 2a10 cm		4	4
Árboles DAP 2a10 cm		2	4
ALB (Arbustos, Lianas, Bambues)		3	2
UVH (Herbáceas)		1	3
RAN (Regeneración)		1	2
Especies Arboreas (max)		18	24
Especies Habitat	#	55	103
<b>Stock CO<sub>2</sub>eq</b>			
Árboreo	ton/ha	694.5	629.4
Raíces (arboreo x 0.27 IPCC 1997)		212.9	147.1
Hojarascas		57.5	39.7
Maderas muertas		9.6	5.2
Suelo		9.6	12.2
		404.9	425.2
Superficie (2016)	ha		
CO <sub>2</sub> eq fijado	ton	140 452 514	63 342 027

Fuente: Inventario Nacional Forestal en la República Dominicana 2018 (INF-RD)

### Especies representativas del bosque conífero

Los bosques de coníferas se desarrollan en suelos ácidos y fértiles de origen calcáreo. Estos bosques tienen una estructura de paisaje dispersa con formas arbóreas, arbustivas y extensiones cubiertas por pastos. Se reporta la presencia de 33 especies de plantas endémicas en este tipo de bosque, entre las que se encuentran: *Pinus occidentalis*, *Paepalanthus repens*, *Dendropemom pycnophyllus*, *Gautheria dominguensis*, y *Lyonia heptámera*.

La fauna más representativa de estos bosques son las aves representadas por 23 especies, las más abundantes son el chipe azul y negro (*Setophaga caerulescens*), el Pibi de la española (*Contopus hispaniolensis*), El carpintero de la española (*Melanerpes striatus*) y la golondrina de collar rojo (*Kzanotrichia capensis*).

La especie más representativa de estos bosques es el pino criollo (*P. occidentalis*) es un árbol endémico de la isla de la Española, predomina en los bosques de la Cordillera Central y la Sierra de Bahoruco, puede encontrarse asociado a especies latifoliadas. Es un árbol de hasta 30 m de altura con tronco erecto y corteza negra y madera de color amarillo con vetas de color marrón.

Esta y otras especies del bosque conífero, son aprovechadas de forma maderable, y como parte de proyectos de conservación de suelos. De acuerdo con Guerrero y col. (2001) los planes de aprovechamiento de estos bosques han contribuido de manera importante con el PIB del país.

*P. occidentalis* es una especie ampliamente estudiada, se cuenta con técnicas estandarizadas para su producción en viveros y se reconocen las variables para la selección de sitios de las plantaciones siendo mejores en condiciones de exposición solar y altitudes de 800 msnm. Además de sus atributos como especie maderable contribuye con la captura de carbono al estimarse que cada individuos puede almacenar 175 kg de carbono aéreo.

Rodríguez (2016). recomienda incrementar la diversidad genética de *P. occidentalis* de las zonas más bajas de República dominicana ya que tienden a ser especies excluidas del desarrollo agrícola, los incendios forestales y la tala ilegal.

Tabla 21.4  
Especies del bosque conífero

Especie	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Área basal (m <sup>2</sup> /ha)
<i>Pinus occidentalis</i>	419	64	20.2
<i>Cyatea spp</i>	71	11	1
<i>Brunellia comocladifolia</i>	28	4	0.5
<i>Garrya fadyenii</i>	24	4	0.3
<i>Weimannia pinnata</i>	13	2	0.2
<i>Ilex impresus</i>	13	2	0.2
<i>Didympanax tremulus</i>	11	2	0.3
<i>Tabebuia vinosa</i>	13	2	0.2
<i>Clusia clusoides</i>	9	1	0.3
<i>Ocotea wrightii</i>	10	2	0.2
<i>Myrica picardae</i>	11	2	0.1
<i>Alsophila sp</i>	7	1	0.1

Fuente: Martin P.H., Sherman R.E. Timothy J.F. 2007. Tropical montane foreste cotones: climate gradients, natural disturbance, and vegetation zonation in the Cordillera Central, Dominican Republic. Journal of Biogeography 34: 1792-1806.

Figura 21.1

Especies del bosque conífero

A. *Pinus occidentalis*, la especie dominante en los bosques coníferos. B. Panorámica de un bosque de coníferas y algunas especies de aves representativas. C. Carpintero de la Española, D. Píbi de la Española y E. Chipe azul con Negro



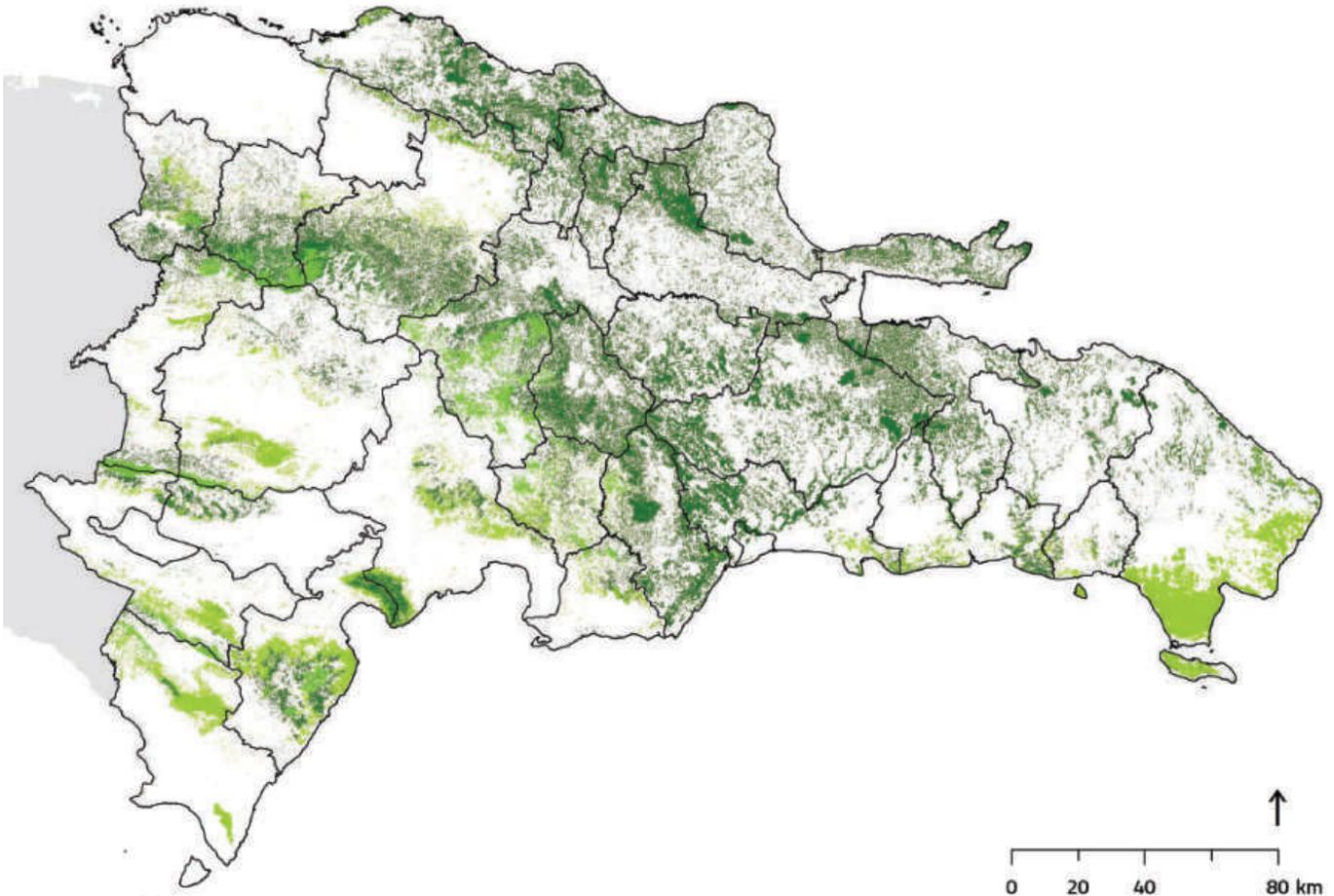
Fuente: Gary Irwin. [https://es.wikipedia.org/wiki/Setophaga\\_caerulescens#/media/Black-Throated\\_Blue\\_Warbler.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Setophaga_caerulescens#/media/Black-Throated_Blue_Warbler.jpg)  
Ron Knight [https://es.wikipedia.org/wiki/Contopus\\_hispaniolensis#/media/Archivo:Hispaniolan\\_Pewee.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Contopus_hispaniolensis#/media/Archivo:Hispaniolan_Pewee.jpg)  
Native Antillean pine forest [David Gernandt, posted on Facebook by Gerardo A. Salazar, 2016.11.26]  
[https://www.conifers.org/pi/Pinus\\_occidentalis](https://www.conifers.org/pi/Pinus_occidentalis)

## Bosque latifoliado

La categoría de bosque latifoliado comprende las comunidades vegetales donde predominan la mezcla de especies de hojas anchas, desde semihúmedos (en transición) hasta nublados. Se presentan en zonas con precipitaciones anuales promedio de 900 a 2000 mm, pudiendo alcanzar en algunas zonas los 4000 mm por año.

- **Bosque latifoliado húmedo** ●. Es un bosque perennifolio, siempre verde, que se encuentra en elevaciones entre 500 y 2000 msnm, y, en ocasiones, en zonas costeras con un rango pluviométrico de 1500 a 2000 mm, su temperatura varía entre 20 y 25°C. Presenta una gran diversidad de especies con 235 distintas, 20 a 29 especies arbóreas. Los mayores macizos forestales se localizan al interior de Áreas Protegidas
- **Bosque latifoliado semi húmedo** ●. Estos bosques se encuentran entre la zona de transición de los bosques latifoliados húmedos y el bosque seco, se da este fenómeno que por razones climáticas y geográficas entre ambos media una franja de transición que, dependiendo de las características fisiográficas, varía en la separación de ambos ecosistemas con altitudes de 0 a 900 msnm, pluviometría entre 1000 y 1800 mm y temperatura entre 21 y 26°C. Presenta una gran diversidad de especies con 230 distintas, 20 a 31 especies arbóreas. En su mayoría este tipo de ecosistema se localiza en interacción directa con áreas agrícolas y de manera cercana a los poblados.
- **Bosque latifoliado nublado** ●. Este ecosistema boscoso aparece en zonas con alturas que oscilan entre los 600 y 2300 msnm, con pluviometría de 1700 a 4000 mm y temperaturas de 20 a 25°C. Su nombre se debe a su posición en áreas de exposición a los vientos, donde ocurre un proceso de condensación de vapor de agua y formación de nubes la mayor parte del año.

Mapa 21.3 Bosques latifoliados en la República Dominicana



Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la cobertura de usos de suelo del MMARENA, 2012

**Tabla 21.5**  
Valores Dasométricos

		Bosque Latifoliado		
		Húmedo	Semi-húmedo	Nublado
<b>Árboles DAP +10cm</b>				
DAP (Diámetro Altura Pecho)	cm	19.8	16.5	19.5
DMC	cm	22.3	18.0	22.2
Altura	m	10.8	8.6	10.9
Cobertura Copa	m <sup>2</sup> /ha	108.0	69.4	66.9
Area Basal (AB)	m <sup>2</sup> /ha	16.7	9.5	19.8
Volumen	m <sup>3</sup> /ha	119.0	48.5	154.5
Biomasa	ton/ha	85.0	39.4	114.7
Carbono	ton/ha	42.5	19.7	57.4
CO <sub>2</sub>	ton/ha	155.8	72.2	210.3
<b>Árboles DAP 2a10 cm</b>				
DAP (Diámetro Altura Pecho)	cm	4.6	4.4	4.8
DMC	cm	4.9	4.7	5.2
Altura	m	5.0	4.7	4.9
Cobertura Copa	m <sup>2</sup> /ha	99.2	81.5	77.2
Area Basal (AB)	m <sup>2</sup> /ha	3.8	6.4	5.1
Volumen	m <sup>3</sup> /ha	11.8	18.3	14.9
Biomasa	ton/ha	11.1	18.8	13.9
Carbono	ton/ha	5.5	9.4	6.9
CO <sub>2</sub>	ton/ha	20.3	34.4	25.4
<b>Densidades</b>				
Árboles DAP +10cm	árboles/ha	414	357	479
Árboles DAP 2a10 cm		2 178	3 814	2 612
ALB (Arbustos, Lianas, Bambues)	ind/ha	14 457	12 210	16 421
UVH (Herbáceas)	ind/ha	45 868	53 078	12 727
RAN (Regeneración)	plantas/ha	35 098	28 856	15 626
<b>Especies (promedio)</b>				
Árboles DAP +10cm	ind	20	20	19
Árboles DAP 2a10 cm		10	9	10
Árboles DAP 2a10 cm		8	9	8
ALB (Arbustos, Lianas, Bambues)		5	4	3
UVH (Herbáceas)		4	4	0
RAN (Regeneración)		1	1	3
Especies Arboreas (max)		31	29	18
Especies Habitat	#	230	235	101
<b>Stock CO<sub>2</sub>eq</b>				
Árboreo	ton/ha	895.6	1218.5	679.2
Árboreo		176.1	106.6	235.7
Raíces (arboreo x 0.27 IPCC 1997)		47.5	28.8	63.6
Hojarascas		3	2.9	1.4
Maderas muertas		12.8	7.6	66.9
Suelo		656.2	1072.6	311.6
Superficie (2016)	ha			
CO <sub>2</sub> eq fijado	ton	711 220 403	394 386 130	100 185 645

Fuente: Inventario Nacional Forestal en la República Dominicana 2018 (INF-RD)

### Características de los bosques latifoliados

Los bosques latifoliados se encuentran en estado de fragmentación como resultado de múltiples formas de aprovechamiento, entre ellas el establecimiento de cacaotales, cafetales y sistemas agroforestales. Por ello se considera que la mayor parte de estos bosques son secundarios. O han sufrido afectaciones causadas por fenómenos naturales, Ganon (2012), señala que los bosques latifoliados de la Cordillera Central sufrieron impactos importantes tras el paso del Huracán George.

Son comunidades heterogéneas que tienden a variar su composición en función de la altura y exposición solar en la que se encuentren. Por ejemplo en las laderas de barlovento las comunidades boscosas tienden a ser más secas e intercalar la composición de especies latifoliadas con pino; mientras que las laderas de sotavento suelen mantener un mayor porcentaje de humedad. Por lo que los bosques de latifoliadas son literalmente un conjunto de islas de vegetación dentro de una isla.

La conformación naturalmente heterogénea de los paisajes boscosos se relaciona con una alta diversidad de aves y anfibios endémicos (que no se localizan en otras partes del

mundo). Por lo que debe considerarse esta conformación de mosaico en los planes de reforestación o manejo de las regiones latifoliadas.

Asimismo, cada tipo de bosque latifoliado contiene especies que los diferencian; en el caso de los bosques nublados, están abundantemente compuesto por helechos arborescentes de la familia Cyatheaceae y un alto porcentaje especies epífitas (orquídeas y bromelias). Este tipo de bosque es el más frágil a nivel mundial. Debido a sus condiciones climáticas y bióticas específicas son ecosistemas en los que no se aconsejan actividades económicas tales como la agricultura y ganadería.

**Tabla 21.6**  
Especies del bosque latifoliado de niebla

Especie	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Área basal (m <sup>2</sup> /ha)
<i>Cyathea spp.</i>	375	45	6.8
<i>Brunellia comocladifolia</i>	76	10	2.8
<i>Podocarpus aristulatus</i>	32	4	4.2
<i>Antirhea oligantha</i>	51	6	1.4
<i>Garrya fadyenii</i>	56	7	1
<i>Dittha maestrensis</i>	30	4	0.6
<i>Didymopanax tremulus</i>	6	1	1.1
<i>Ocotea wrightii</i>	17	2	0.8
<i>Alsophila sp.</i>	25	3	0.4
<i>Weinmannia pinnata</i>	14	2	0.6
<i>Tabebuia vinosa</i>	22	3	0.4
<i>Meliosma impressa</i>	18	2	0.4
<i>Ocotea cicatricosa</i>	9	1	0.6

Fuente: Martin P.H., Sherman R.E. Timothy J.F. 2007. Tropical montane foreste cotones: climate gradients, natural disturbance, and vegetation zonation in the Cordillera Central, Dominican Republic. *Journal of Biogeography* 34: 1792-1806.

Figura 21.2  
Imágenes de bosques latifoliados



Fuente:  
<http://gobarahona.com/atraccion/parque-nacional-sierra-de-bahoruco>  
<http://media-cdn.tripadvisor.com/media/photo-s/01/57/27/da/rainforest-canopy-tour.jpg>  
<http://www.grupojaragua.org.do/Bahoruco>

## Bosque seco

Se estiman valores medios de densidad de 328 árboles/ha, DAP de 14.7 cm, altura total de 7.5 m, área basal de 6.6 m<sup>2</sup>/ha, y existencias de volumen de 29.1 m<sup>3</sup>/ha y de CO<sub>2</sub> de 47.5 ton/ha.

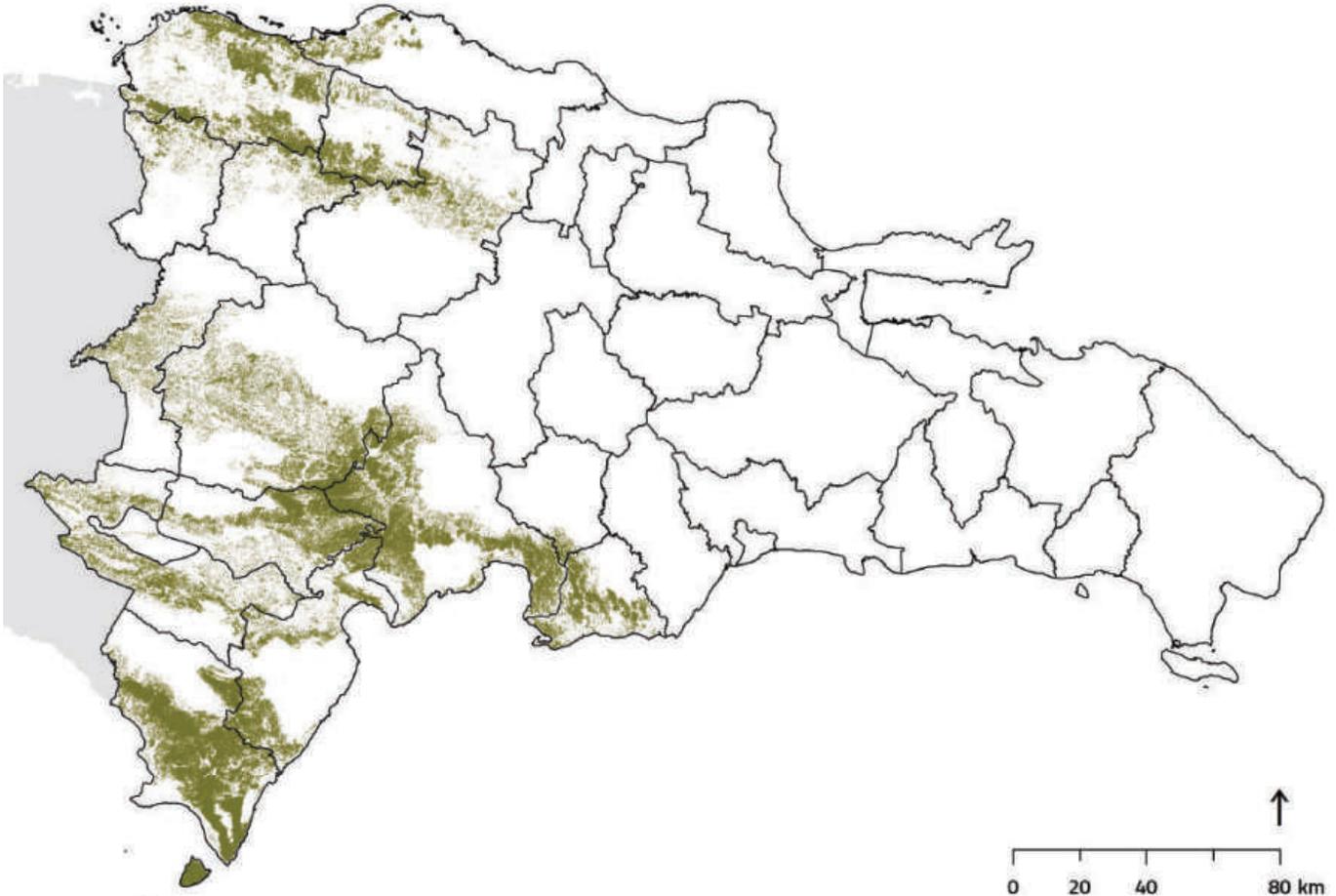
Los bosques secos son mayormente secundarios (en proceso de regeneración) a causa del impacto humano a que han sido sometidos durante siglos. Compuestos por especies de árboles semidecíduos, que crecen en zonas de menos de 600 msnm, con temperatura promedio de 26 a 28°C y precipitaciones promedio de 500 a 800 mm por año. La evapotranspiración potencial en bosque seco excede los niveles de precipitación durante 8 - 10 meses cada año.

Los bosques secos son los que reciben menor atención en términos de su tasa de desaparición, debido a que se consideran bosques con buena capacidad de regeneración espontánea (pasiva). No obstante estas tasas de recuperación hace algunos años es remarcada la tendencia hacia incrementar la composición de especies exóticas en las zonas de recuperación entre las que se encuentran *Hematoxylon campechianum* y *Prosopis juliflora*. Estudios como el de Roth (1999) sugieren que como parte del manejo para recuperar la riqueza original deben retirarse algunos ejemplares de especies exóticas de forma que

puedan recuperarse los elementos del bosque latifoliado húmedo. Algunas especies del bosque seco:

*Coccoloba diversifolia*  
*Randia aculeata*  
*Acacia skleroxila*  
*Ateleia gummifera*  
*Eugenia foetida*  
*Exostema caribeum*  
*Phyllostylon rhamnoides*  
*Pictetia sulcatia*  
*Savia sessilora*  
*Schaeffria frutescens*  
*Trichilia pallida*  
*Myrcia deflexa*  
*Myrcia splendens*  
*Inga fagifolia*  
*Prestolea acuminata*  
*Mora abottii*  
*Tabebuia bullata*  
*Baccharis myrsinites*  
*Clidemia umbellata*  
*Ocotea leucoxylon*  
*Brunellia comocladifolia*

Mapa 21.4 Bosques secos en la República Dominicana



Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la cobertura de usos de suelo del MMARENA, 2012

**Tabla 21.7**  
Valores Dasométricos

		Seco
<b>Árboles DAP +10cm</b>		
DAP (Diámetro Altura Pecho)	cm	14.7
DMC	cm	15.5
Altura	m	7.5
Cobertura Copa	m <sup>2</sup> /ha	64.5
Area Basal (AB)	m <sup>2</sup> /ha	6.6
Volumen	m <sup>3</sup> /ha	29.1
Biomasa	ton/ha	25.9
Carbono	ton/ha	13.0
CO <sub>2</sub>	ton/ha	47.5
<b>Árboles DAP 2a10 cm</b>		
DAP (Diámetro Altura Pecho)	cm	4.3
DMC	cm	4.7
Altura	m	4.4
Cobertura Copa	m <sup>2</sup> /ha	96.3
Area Basal (AB)	m <sup>2</sup> /ha	7.9
Volumen	m <sup>3</sup> /ha	22.2
Biomasa	ton/ha	24.1
Carbono	ton/ha	12.0
CO <sub>2</sub>	ton/ha	44.1
<b>Densidades</b>		
Árboles DAP +10cm	árboles/ha	328
Árboles DAP 2a10 cm		4 685
ALB (Arbustos, Lianas, Bambues)	ind/ha	7 259
UVH (Herbáceas)	ind/ha	51 265
RAN (Regeneración)	plantas/ha	32 623
<b>Especies (promedio)</b>		
Árboles DAP +10cm	ind	18
Árboles DAP 2a10 cm		7
ALB (Arbustos, Lianas, Bambues)		10
UVH (Herbáceas)		3
RAN (Regeneración)		1
Especies Arboreas (max)		4
Especies Habitat	#	32
<b>Stock CO<sub>2</sub>eq</b>		
Árboreo	ton/ha	1025.9
Raíces (arboreo x 0.27 IPCC 1997)		91.6
Hojarascas		24.7
Maderas muertas		2.1
Suelo		10.2
		897.3
Superficie (2016)	ha	
CO <sub>2</sub> eq fijado	ton	5 19 057 035

Fuente: Inventario Nacional Forestal en la República Dominicana 2018 (INF-RD)

## Bosque de humedales

En el estrato Bosque de mangle y drago, para los árboles mayores o iguales a 10 cm de DAP, se estiman valores medios de densidad de 453.7 árboles/ha, DAP de 16.6 cm, altura total de 10.0 m, área basal de 13.3 m<sup>2</sup>/ha y, existencias de volumen de 97.1 m<sup>3</sup>/ha y de CO<sub>2</sub> de 155.2 ton/ha.

Los manglares de la República Dominicana se conforman por tres de las cuatro especies que existen a nivel mundial. Albergan la mayor cantidad de carbono fijado como biomasa y en el suelo. Son sumamente importantes para el desarrollo de las pesquerías y como barreras frente a inundaciones en zonas costeras. También son una fuente de aprovechamiento maderable y contribuyen al saneamiento de las aguas superficiales.

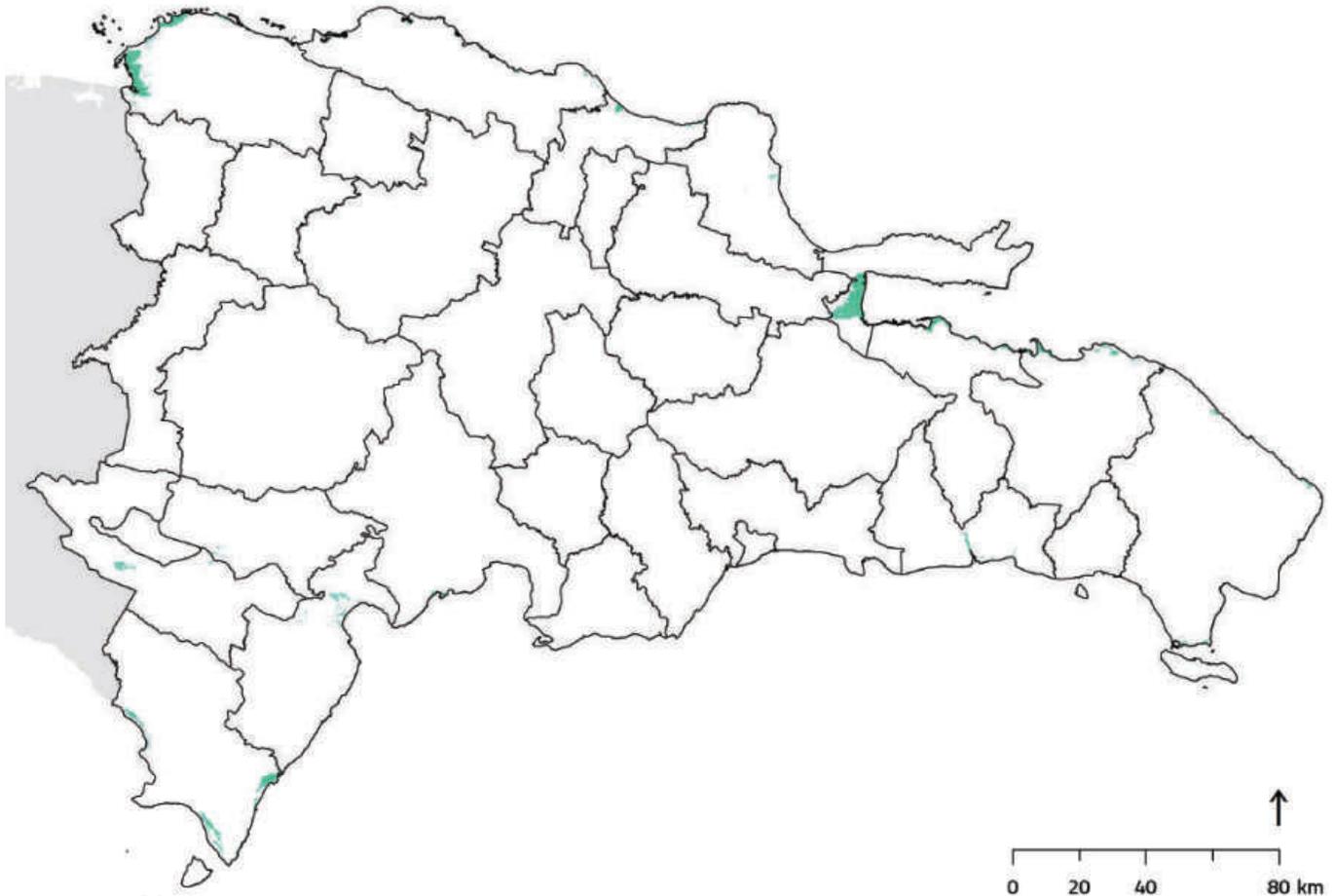
El manglar con mayor extensión se localiza en la Bahía Samaná, forma parte del parque nacional de los Haitises. Estos bosques son afectados por disturbios que difieren en escala, intensidad y frecuencia. Siendo el turismo la actividad con mayor impacto negativo.

En las regiones de Nagua, Samaná, Bajo Yuna, Sabana de la Mar, Miches y Nisibon se localizan los llamados Bosques de Drago compuestos por *Pterocarpus officinalis*. Son

bosques pantanosos y fértiles. Estos ecosistemas se encuentran amenazados por la expansión de cultivos de arroz o por la inclusión de ganadería.

Los Dragos tienden a asociarse con diferentes especies arbóreas tales como la *Anona glabra*, *Bucida buceras*, *Calophyllum calaba*, y *Coccoloba venosa* todas ellas adaptadas a terrenos inundables por lo que funcionan como barreras frente a inundaciones en las zonas costeras.

Mapa 21.4 Bosques de humedales en la República Dominicana



Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la cobertura de usos de suelo del MMARENA, 2012

**Tabla 21.8**  
Valores Dasométricos

		Humedales
<b>Árboles DAP +10cm</b>		
DAP (Diámetro Altura Pecho)	cm	16.6
DMC	cm	17.7
Altura	m	10.0
Cobertura Copa	m <sup>2</sup> /ha	59.4
Area Basal (AB)	m <sup>2</sup> /ha	13.3
Volumen	m <sup>3</sup> /ha	97.1
Biomasa	ton/ha	84.7
Carbono	ton/ha	42.3
CO <sub>2</sub>	ton/ha	155.2
<b>Árboles DAP 2a10 cm</b>		
DAP (Diámetro Altura Pecho)	cm	4.6
DMC	cm	4.9
Altura	m	4.8
Cobertura Copa	m <sup>2</sup> /ha	96.4
Area Basal (AB)	m <sup>2</sup> /ha	5.9
Volumen	m <sup>3</sup> /ha	16.6
Biomasa	ton/ha	19.3
Carbono	ton/ha	9.7
CO <sub>2</sub>	ton/ha	35.4
<b>Densidades</b>		
Árboles DAP +10cm	árboles/ha	454
Árboles DAP 2a10 cm		3 657
ALB (Arbustos, Lianas, Bambues)	ind/ha	2 571
UVH (Herbáceas)	ind/ha	2 571
RAN (Regeneración)	plantas/ha	52 233
<b>Especies (promedio)</b>		
Árboles DAP +10cm	ind	4
Árboles DAP 2a10 cm		2
ALB (Arbustos, Lianas, Bambues)		1
UVH (Herbáceas)		0.1
RAN (Regeneración)		1
Especies Arboreas (max)		14
Especies Habitat	#	37
<b>Stock CO<sub>2</sub>eq</b>		
Árboreo	ton/ha	1688.8
Raíces (arboreo x 0.27 IPCC 1997)		190.6
Hojarascas		51.5
Maderas muertas		0.9
Suelo		10.1
		1435.7
Superficie (2016)	ha	
CO <sub>2</sub> eq fijado	ton	49 974 785

Fuente: Inventario Nacional Forestal en la República Dominicana 2018 (INF-RD)

## 13. Deforestación y degradación de bosques

Para la preparación del proyecto REDD+ el Consorcio Sud-Austral Consulting SpA - Forest Finest realizó mediante un proceso participativo con actores claves un análisis de las causas que provocan la deforestación y degradación de los bosques en la República Dominicana.<sup>1</sup> Este análisis arrojó que las principales causas directas de la deforestación son: la ganadería comercial y la tala ilegal del bosque natural, ambas identificadas como de muy alta prioridad, seguido de la agricultura comercial y migratoria/subsistencia, catalogadas como causales de alta prioridad. Por su parte, las principales causas directas de la degradación de los bosques identificadas fueron: i) el pastoreo del ganado en el bosque, ii) la extracción de madera/leña/carbón, iii) los planes de manejo mal gestionados/mal ejecutados, todos considerados como de muy alta prioridad, iv) los incendios forestales de mediana y baja Intensidad, y v) la introducción especies exóticas/invasoras, ambas catalogadas como de alta prioridad. Por último, como principales causas indirectas de la deforestación y degradación de los bosques se encuentran: i) debilidad en las políticas públicas, ii) debilidad en la institucionalidad forestal, iii) débil educación a nivel nacional, consideradas todas como de muy alta prioridad, iv) informalidad en el mercado leña/carbón, v) dinámica migratoria, y vi) baja valoración económica de bosques, identificadas como de alta prioridad.

Finalmente, después de un amplio análisis de las principales causas, se realizaron un trabajo de homologación y priorización, resultando como principales causas directas de la deforestación y degradación de los bosques en la Republica Dominicana:

**a. Manejo y uso insostenible de las tierras para producción ganadera.** La ganadería constituye el principal factor de destrucción de los bosques del país, los pequeños productores hacen aclareos y deforestan, por medio de tumba y quema, convirtiendo las parcelas agrícolas en pastizal para venderlas a ganaderos. En la actualidad ante la dificultad de los campesinos para acceder al capital que les permita mejorar el rendimiento de sus tierras, el éxodo rural y la desaceleración del desarrollo agrícola han transformado la ganadería en el modo dominante de uso de la tierra en las áreas montañosas con vocación forestal aunado a su alta rentabilidad. La ganadería extensiva ocupa grandes territorios de pasto en donde el ganado se traslada periódicamente de un lugar a otro en busca de forraje nuevo. Según el mapa de uso y cobertura del suelo 2018 la superficie nacional de tierras dedicada a la ganadería asciende a 1.4M ha, lo que representa el 29% del territorio del país.

**b. Manejo y uso insostenible de las tierras para producción agrícola.** El proceso del reemplazo del bosque por la agricultura fue parte de las políticas de los Estados para proveer de alimento a la población y también en muchos casos como fuente de ingresos por la exportación de los mismos. Esta situación se mantuvo hasta mediados del Siglo XX, cuando fue evidente el impacto negativo que tuvo esta política en la reducción de la superficie de bosques. Según el mapa de uso y cobertura del suelo 2015 la superficie nacional de terrenos con uso agrícola asciende a 1,190,000 ha, lo que representa un 23% de la superficie nacional. Mientras que para 2018 se determinó que aproximadamente 84,000 ha de tierras con cultivos agrícolas estaban ubicadas en áreas protegidas, predominando los cultivos de café (27,000 ha), cacao (6,300 ha), coco (2,300 ha) y aproximadamente 47,000 ha con hortalizas y otro tipo de agricultura de subsistencia. El incremento de la agricultura migratoria, práctica que consiste en cultivar y abandonar reservas de vegetación natural como bosques y praderas tan pronto como nutrientes o agua se agotan, ocasiona presión sobre el uso de la tierra, degradación del suelo y destrucción de hábitats. Esto da como resultado el aumento de la degradación y deforestación de las cuencas hidrográficas, lo que provoca a su vez una disminución en las recargas hídricas.

**c. Manejo y uso insostenible de las tierras forestales.** La extracción de materias primas sin consideraciones desde el punto de vista ecosistémico y los requerimientos ecológicos necesarios para su conservación es la principal dinámica que sostenida en el tiempo lleva a la degradación o pérdida de los bosques. Esta consecuencia se debe principalmente a cortas ilegales, motivadas por el valor de productos como la madera, postes, lea y carbón, y a superficies intervenidas bajo un plan de manejo forestal en las que no ocurre una extracción sostenible de los bosques.

**d. Incendios forestales.** Según las estadísticas oficiales del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, durante el período 1995 al 2018 ocurrieron en el país 3,987 incendios forestales, los cuales afectaron 147,469 ha. La mayor parte de estos incendios ocurrieron entre 2007 a 2018 (agosto), pero con menor superficie afectada. Entre las causas principales de la ocurrencia de incendios forestales en el país están la propagación de fuego en labores de conuquismo (agricultura de tumba y quema), la

<sup>1</sup>Proyecto preparación para REDD+. 2019. Marco de gestión ambiental y social, 28-36 pp

- propagación de fuego en labores de adecuación y ampliación de pastos (ganadería extensiva), incendios, intencionales, descuido de usuarios del bosque, propagación de hogueras en áreas de camping, y descargas eléctricas. En este sentido, la mayoría de los incendios forestales son de carácter antropogénico.
- e. **Minería a cielo abierto.** En la República Dominicana todas las actividades mineras se realizan a cielo abierto y los daños de este tipo de minería pueden ser no sólo en los espacios donde se produce la extracción sino también en sus inmediaciones, ya sea por la degradación de la flora y la fauna y/o por la contaminación de aguas abajo. De acuerdo con el Catastro Minero Dominicano, existen actualmente registradas cuatro explotaciones mineras metálicas, localizadas en Monte Plata, Monseñor Nouel, La Vega, Pedernales y Sánchez Ramírez. Estas explotaciones ocupan una superficie de 34,502 ha. Además, existen otras 122 explotaciones mineras no-metálica distribuidos en todo el país, que abarcan 153,532 ha.
- f. **Plagas, enfermedades e introducción de especies invasoras.** Se reporta la presencia de 190 especies de plantas exóticas invasoras, entre ellas 6 de las especies ubicadas dentro de las 100 peores especies vegetales invasoras del mundo, el crecimiento descontrolado de estas especies constituye una gran amenaza para muchas de las especies nativas de los ecosistemas forestales del país. Con respecto a plagas que atacan al bosque de conífera, existe la presencia del *Ips calligraphus* también conocido como escarabajos de la corteza o descortezador. Este barrenador ataca principalmente al *Pinus occidentalis* (pino criollo) o bosque natural de conífera, registrado en los últimos años en las provincias de Santiago y Dajabón, donde se consideran estratégicos a nivel hídrico-forestal.
- g. **Expansión de infraestructura productiva de tipo urbana, vial e industrial.** En los últimos años se observa una expansión horizontal de las principales ciudades del país, lo que está reduciendo tanto la superficie agrícola disponible como la cobertura de la vegetación natural en los terrenos adyacentes a las ciudades, particularmente las ciudades de Santo Domingo, La Romana, Santiago, La Vega, Moca, San Francisco de Macorís, Punta Cana. La expansión urbana, vial e industrial se atribuye una porción de la deforestación, con unas 19,000 ha en los últimos 10 años que se pierde de manera permanente.
- h. **Desastres naturales: huracanes, sequía y deslizamientos.** Debido a su ubicación geográfica, el país está permanentemente expuesto a huracanes y lluvias torrenciales que provocan grandes daños a la vegetación y los demás recursos asociados. Entre los años 1930 y 2007 la República Dominicana fue afectada por 8 huracanes de alto impacto. El daño mecánico de los fuertes vientos de los huracanes ocasiona grandes destrozos a la vegetación y afectaciones directamente a la estructura y composición florística. De igual manera, las tormentas tropicales suelen afectar al país, dejando consigo grandes inundaciones. Asociado a esto están también los efectos de las escorrentías y deslizamientos de tierras a causa de la acción del agua. Adicionalmente, en las últimas décadas se han presenciado estaciones largas de sequía, las cuales tienden a cambiar paulatinamente el ecosistema y hábitat natural de especies endémicas, dando lugar a especies exóticas altamente invasoras que degradan el bosque.

## 14. Servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos son el conjunto de beneficio directos e indirectos que la naturaleza aporta a la sociedad. Estos servicios hacen posible la vida humana al proporcionar alimentos, agua limpia, funcionar como una barrera frente a enfermedades, apoyar la polinización de los cultivos, la formación de suelos y al ofrecer espacios para realizar actividades espirituales, culturales y recreativas<sup>2</sup>. Se diferencian cuatro tipos básicos de servicio ecosistémico, lo de apoyo o soporte, de regulación, de abastecimiento y los culturales.

Aunque todos los ecosistemas (bosques, playas, llanos, mares, etc.) producen servicios ecosistémicos, sus beneficios son mayores en paisajes sanos y heterogéneos. A menudo se piensa que solamente las regiones naturales proveen servicios ecosistémicos, sin embargo, los sistemas productivos agrícolas, silvícolas, forestales y otros, también proporcionan servicios ecosistémicos.<sup>3</sup>

Por ejemplo, la agricultura proporciona alimentos y crea paisajes con alto valor estético; así mismo los excrementos del ganado pueden ser una fuente importante de nutrientes, favorecer la dispersión de semillas y mantener la fertilidad del suelo en los ecosistemas de pastizales; asimismo las actividades silvícolas coadyuban a mejorar la

salud de los bosques al proveer espacios para la regeneración natural de los sitios. No obstante, todas estas actividades con un manejo inadecuado pueden tener efectos adversos sobre la biodiversidad y su funcionamiento.<sup>3</sup>

Los paisajes que entremezclan áreas boscosas con sistemas agroforestales y silvícolas sustentan una amplia gama de bienes y servicios necesarios para el bienestar humano. En estos paisajes se genera un mosaico intrincado de elementos naturales y actividades productivas con un profundo legado cultural; de forma que las medidas para su adecuado mantenimiento se deben basar en un manejo integral con visión territorial.<sup>4,5</sup>

En la República Dominicana el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales en conjunto con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura desarrollan una estrategia que integra el manejo de paisajes productivos cuyo eje central es el mejoramiento de los servicios ecosistémicos. En 2013, la valoración económica del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de la República Dominicana se estima en USD 2,549.3 millones divididos en: 5.9% regulación, 4.9% soporte, 89.2%, abastecimientos y 0.1 en culturales.

Figura. 21.3  
Tipos de servicios ecosistémicos<sup>1</sup>



<sup>2</sup> Organización de las Naciones Unidas. 2005. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Washington. 155pp.

<sup>3</sup> Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2021. Servicios ecosistémicos y biodiversidad

<sup>4</sup> Rodríguez G. L., Curetti G., Garegnani G., Grilli G., Pastorella F., Paletto A. 2016. La valoración de los servicios ecosistémicos en los ecosistemas forestales: un caso de estudio en Los Alpes Italianos. Bosque. 37:41-52.

<sup>5</sup> PNUD. 2019. Ministerio Medio Ambiente y PNUD implementan proyecto para manejo sostenible de paisajes productivos. [https://www.do.undp.org/content/dominican\\_republic/es/home/presscenter/articles/2019/ministerio-medio-ambiente-y-pnud-implementan-proyecto-para-manej.html](https://www.do.undp.org/content/dominican_republic/es/home/presscenter/articles/2019/ministerio-medio-ambiente-y-pnud-implementan-proyecto-para-manej.html)



### Servicios de apoyo

La República Dominicana es hábitat de numerosas especies, entre las que destacan las aves, la Isla forma parte de la ruta migratoria de al menos 150 especies, 32 especies endémicas y 306 especies residentes; los diversos bosques son el hábitat de 53 especies de mamíferos, 4 de ellos endémicos y 166 especies de reptiles. Lo respectivo a invertebrados se registran 7,030 especies, reconociendo que estos grupos son pobremente conocidos<sup>5</sup>. En relación a la flora se reportan alrededor de 5,600 especies de plantas de las cuales el 36% son endémicas.<sup>6</sup>

La biodiversidad se resguarda principalmente en 23 áreas protegidas, que representan el 25 % de la superficie nacional. Las Áreas Naturales Protegidas representan para las comunidades aledañas e incluso en su interior un acervo

natural y económico que sienta las bases del equilibrio de los ecosistemas en República Dominicana. Desafortunadamente las comunidades tienden a ver a las Áreas Protegidas como una amenaza para la producción, con lo que es necesario mejorar la relación de las personas y su interacción con estos espacios de protección.<sup>7</sup>

En contraparte a la biodiversidad nativa se han introducido especies para el aprovechamiento económico, las cuales han mejorado la calidad productiva de los sistemas agroforestales pero han desplazado el uso u conocimiento de las especies nativas, por lo que un reto para mejorar los servicios de apoyo consistirá en introducir el aprovechamiento de especies nativas para lograr su revalorización y mantener el flujo de genes en los paisajes fragmentados.

Figura 21.4

Imágenes de flora dominicana (especies en peligro). Fuente: <https://listindiario.com/la-vida/2017/08/03/476648/galeria-de-la-flora-dominicana>



<sup>6</sup> Ministerio de Medio Ambiente. 2020. Biodiversidad. <https://ambiente.gob.do/biodiversidad/>

<sup>7</sup> García R., Roersh C. 1996. Política de manejo y utilización de los recursos florísticos en la República Dominicana. *Journal of Ethnopharmacology*. 51(3):147-160.



### Servicios de regulación

Son aquellos beneficios obtenidos por la regulación de procesos ecosistémicos, entre los que se encuentran la conservación del agua (captura y almacenamiento), el filtrado de sustancias contaminantes, la protección del suelo, el mantenimiento de la fertilidad, la prevención de desastres y el secuestro de carbono.

Los programas de pago por servicios ambientales se centran en este tipo de servicios ecosistémicos. En la República Dominicana los programas de pago por servicios ambientales operan desde el año 2000, con un enfoque de la valorización de los Recursos Hídricos.<sup>8</sup> Mediante el cual se conservan las cuencas altas y se sanean las cuencas medias y bajas. A su vez, en 2010 surgió el Programa de Bosques Modelo que pretende contribuir a la conservación de manera equilibrada con el desarrollo económico de las personas. Dentro de este programa las acciones realizadas en Colinas Bajas han sido reconocidos como “Casos ejemplares de Manejo Forestal Sostenible en América Latina” por la FAO en 2011.

Asimismo, se implementan “Zonas de protección Hidrológica en las cuenca altas, bajo este enfoque se reforestan los márgenes de los ríos y arroyos en franjas de 30 m sobre todo en terrenos con inclinación mayor a 60 %. La iniciativa de pago por servicios ambientales en una primera etapa plantea la reforestación de áreas montañosas con miras en incrementar la capacidad de infiltración y de equilibrio hídrico de las cuencas. También

se establecen un pago de compensación para aquellos casos donde los terrenos se encuentran cubiertos por bosques con un alto gado de cobertura (>50%) y aquellos sistemas agroforestales tales como los cafetales de sombra. En las cuales se asigna un monto dependiendo de la superficie conservada (Tabla 21.9).

Los resultados de este tipo de proyectos han sido benéficos generando una conciencia positiva frente a los recursos naturales y mejorando el funcionamiento de los ecosistemas y sus beneficios pueden cuantificarse en términos económicos. Por ejemplo, como parte de la estrategia de resiliencia frente al cambio climático y con el compromiso de reducir las emisiones de carbono el Gobierno de la República Dominicana presentaron los niveles de referencia de las emisiones y los niveles de referencias forestales para el periodo 2006-2015 con lo que se estima una emisión de  $6\,534\,106 \pm 3\,830\,946$  ton CO<sub>2</sub>-e/año, siendo la principal fuente de emisión la deforestación y degradación de los bosques; lo cual deja en cara las necesidades de mejorar el estado de conservación forestal en el país.

**Tabla 21.9**

Montos por compensación de pago por servicios ambientales en la cuenca alta del río Yaque del Norte

Área (ha)	RD\$/ha/año	USD
1-10	2 220	44
10-20	2 146	42.5
20-30	2 072	41
30-40	1 998	40
40-50	1 924	38
50-100	1 850	37
>100	1 480	29

Fuente. REDDOM. 2019. Evaluación del proyecto piloto de PSA hídricos de la Cuenca río Yaque del Norte.

<sup>8</sup> Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2014. Elaboración de una Estrategia de Pago y/o Compensación por Servicios Ambientales en República Dominicana, incluyendo el Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Santo Domingo. 68 pp.



### Servicios de abastecimiento

Son los beneficios materiales que las personas obtienen de los ecosistemas, por ejemplo, el suministro de alimentos, agua, madera, fibras y combustibles. Tal como se señaló anteriormente los bosques son un activo económico importante en la República Dominicana, así como también lo es la agricultura y la ganadería.

En la República Dominicana el sector agropecuario está en franco crecimiento (Gráfica 21.1), el sistema de producción agropecuaria tiene una tendencia a integrarse a los programas de conservación de los servicios ecosistémicos mediante esquemas de reforestación que permitan incrementar el área boscosa para producir más agua y disminuir las emisiones de bióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero. Dentro de estos sistemas se incluyen cultivos de café, aguacate, cacao y mango.<sup>9</sup>

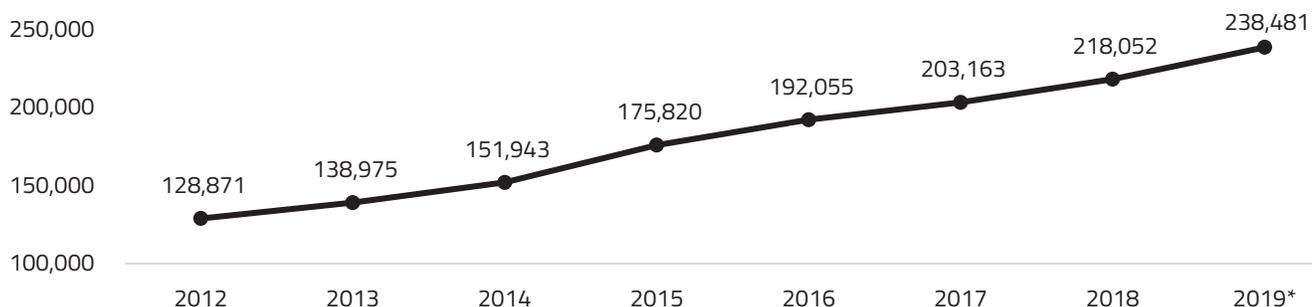
Además del aprovechamiento agropecuario, se registra un número importante de especies de plantas con uso medicinal y otras tantas que son utilizadas para la construcción, el aprovechamiento de fibras y como parte de la alimentación.

Entre los usos no maderables existe el aprovechamiento de hojas de palma para el techado, forrajes, apicultura, plantas medicinales y aromáticas, aprovechamiento de productos como fruta, caucho, taninos, aceite de palma y ecoturismo. En el caso de la provincia de San Cristóbal que ocupa a este estudio se tenía una superficie agropecuaria de 617.6 km<sup>2</sup> frente a 554.1 km<sup>2</sup> de cobertura boscosa.<sup>10</sup> No obstante se observan eventos de fragmentación del paisaje los cuales podrían poner en riesgo a la estabilidad de las comunidades boscosas naturales.

En lo respectivo al aprovechamiento ganadero las especies aprovechadas corresponden en su mayoría a ovinos y caprinos, por sobre todo en regiones en las que la lluvia actúa como una limitante. La forma de manejo incide en el pastoreo extensivo que ha conllevado a que en algunas regiones se disminuya la calidad de la vegetación primaria

Gráfica. 21.1

Valor agregado del sector agropecuario en la República Dominicana 2012-2019 (en millones de RD\$)



Fuente: Banco Central de la República Dominicana

<sup>9</sup>Ministerio de Agricultura. 2020. Desempeño del Sector Agropecuario de República Dominicana 2012-2020. <http://agricultura.gob.do/category/estadisticas-agropecuarias/documentos-de-analisis-estadisticos/>

<sup>10</sup>Ministerio de Medio Ambiente. Información provincial. <https://ambiente.gob.do/informacion-ambiental/informacion-provincial/san-cristobal/>

## II. Diseño Metodológico

En esta sección, se describen los enfoques de análisis para identificar la ubicación de los módulos de restauración y reforestación en la Provincia de San Cristóbal. La primera parte incluye las definiciones del enfoque de cuencas y la restauración ecológica los cuales son el marco bajo el cual se sustenta el diseño de los módulos de reforestación. El segundo apartado describe el proceso de análisis del territorio y sus diferentes fases de ejecución. Finalmente se describe el proceso técnico para llevar a cabo la selección de polígonos prioritarios y se enlista la serie de criterios de identificación mediante la utilización de técnicas de análisis geográfico. Mismas que podrán servir como modelo y ser replicables para otras regiones de la República Dominicana.

## 21. Manejo integrado de cuencas

Para obtener un planteamiento integral para el manejo de los bosques en la región de San Cristóbal se hace un planteamiento que adopta el enfoque de manejo integrado de cuencas que incorpora acciones encaminadas al aprovechamiento racional y diversificado de los recursos naturales, la conservación de ecosistemas clave y el incremento de la resiliencia socio-ambiental basadas en el mantenimiento del balance hídrico, favoreciendo la prestación de servicios ecosistémicos y el bienestar de poblaciones cercanas.

Los análisis con enfoque de cuenca<sup>1</sup> delimitan diferencias en el aprovechamiento del territorio en relación a la ubicación en la cuenca:

- **Alta (600+ m):** La cuenca alta corresponde a las áreas montañosas o cabeceras de los cerros, limitadas en su parte superior por los parteaguas o las divisorias de aguas.
- **Media (100 a 600 m):** La cuenca media es donde se juntan las aguas recogidas en las partes altas y en la que el río principal mantiene un cauce definido.
- **Baja (0 a 100 m):** En la cuenca baja el río desemboca a ríos mayores o en estuarios o humedales. Aquí prevalece el proceso de sedimentación.

Los movimientos de agua, suelos, nutrientes y contaminantes provenientes de distintas partes de una cuenca crean una conexión física entre poblaciones distantes. En ese sentido, el papel de los diferentes actores y sus actividades es disímil en relación con su posición, ya sea cuenca-arriba o cuenca-abajo.<sup>2</sup>

En principio, el enfoque de manejo de cuencas proponía soluciones técnicas directas sobre la protección y conservación de los recursos como el agua, el bosque y el suelo, más tarde evoluciona e incorpora el uso apropiado de los recursos naturales en función de la intervención humana y sus necesidades, evidenciando que el manejo de los recursos naturales es un tema complejo donde actividades parciales, puntuales o aisladas en ocasiones no permiten alcanzar los resultados esperados.

Una cuenca hidrográfica como sistema está conformado por cuatro subsistemas que varían de acuerdo con el medio en que se ubica y el nivel de intervención del factor humano:

- a. **Biológico.** Integrado esencialmente por la flora y la fauna, y los elementos cultivados por poblaciones humanas.
- b. **Físico.** Integrado por el suelo, subsuelo, geología, recursos hídricos y clima: temperatura, radicación, precipitación, evaporación.
- c. **Económico.** Se compone de las actividades productivas en agricultura, recursos naturales, ganadería, industria y servicios para satisfacer necesidades propias y de la sociedad en general.
- d. **Social.** Está integrado por elementos demográficos, culturales, organizacionales y políticos.<sup>3</sup>

Las cuencas como son un marco apropiado para mostrar las interrelaciones entre los diferentes subsistemas que la integran, la estrecha relación entre las actividades antropogénicas y la naturaleza, y el equilibrio o desequilibrio que puede existir entre sí; de tal forma que al afectarse uno, el resto se desbalancea poniendo en peligro la totalidad del sistema. Por ello, se considera que las cuencas son un medio pertinente para diseñar e instrumentar políticas y proyectos orientados al desarrollo rural y al manejo integral y sostenible de ecosistemas.<sup>4</sup>

El análisis de una cuenca hídrica implica comprender la estructura, funcionamiento y distribución de los ecosistemas que la conforman, un enfoque físico-geográfico que permite una visión integradora de todos los componentes naturales; incorporando la idea de fragilidad y vulnerabilidad ambiental ante las externalidades resultantes de diferentes usos de suelo y manejos de recursos, a la vez que posibilita el entendimiento de la cantidad, calidad y temporalidad del agua como eje integrador desde un punto de vista ecosistémico.<sup>5</sup>

La oferta de recursos, su calidad y distribución determinan posibilidades para comunidades y sus actividades, de ella depende su uso predominante, orientando la finalidad de las cuencas hacia diferentes vocaciones como la hídrica (comportamiento climático, generando importantes cantidades de lluvia y condiciones propicias para almacenar y retener agua), la forestal (condiciones ecológicas y potencial del sitio para el desarrollo de bosques y manejo silvicultural), la agrícola (potencial del suelo, pendientes, precipitación o disponibilidad de agua para riego), la pecuaria (potencial del pasto para pastos y forrajes,

<sup>1</sup> Una cuenca abarca un territorio mayor a 50 mil hectáreas, una subcuenca entre 5 y 50 mil hectáreas, y una microcuenca menos de 5 mil hectáreas.

<sup>2</sup> Cotler, H. (2007). El manejo integral de cuencas en México: Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología. Segunda edición. México. p. 12

<sup>3</sup> Vanegas López, M. (2016). Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias. CONAFOR, CONABIO, GEF-PNUD. México. p. 43

<sup>4</sup> Cotler, H. (2007). Óp. Cit. p. 88

<sup>5</sup> Faustino, J.; Jiménez, F. (2000). Manejo de Cuencas Hidrográficas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza; Área de Cuencas y Sistemas Agroforestales. Turrialba, Costa Rica. p. 10

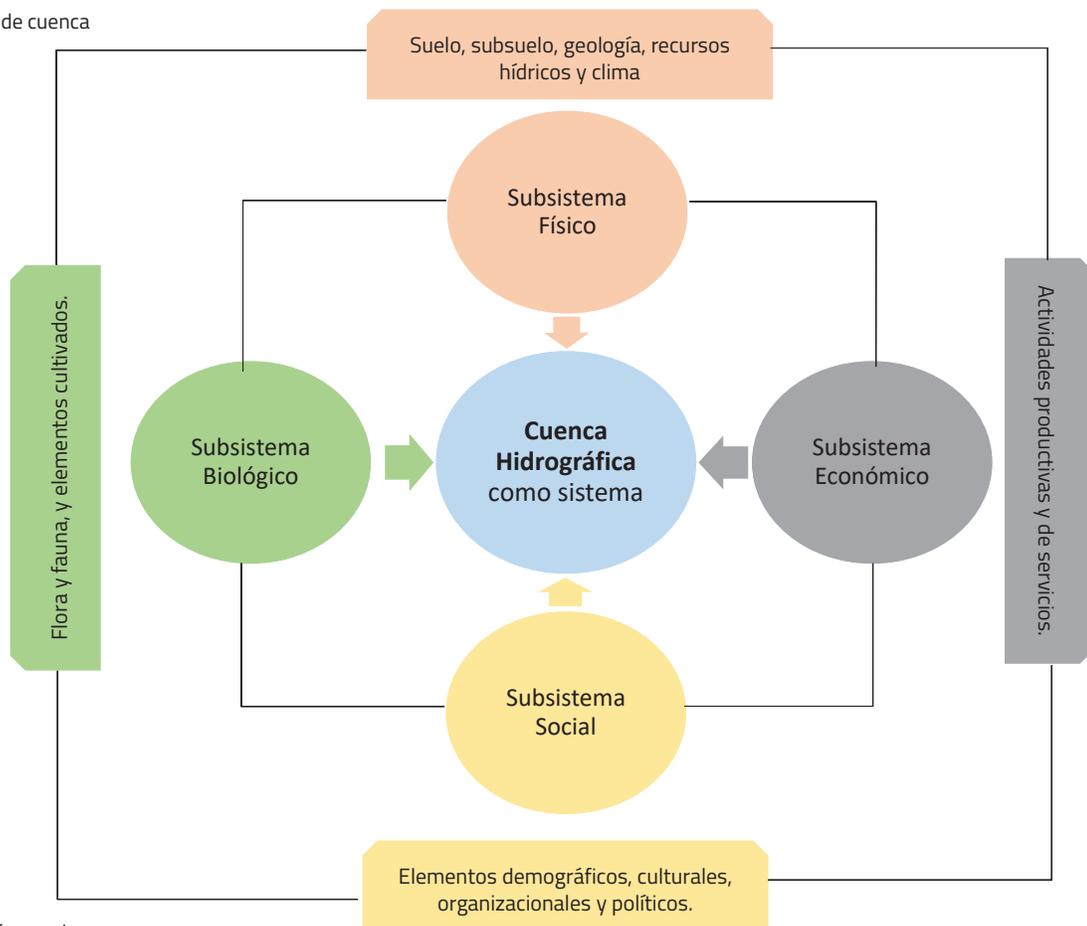
pendientes y clima), la recreativa (condiciones naturales de valores escénicos, sitios históricos, accesibilidad y ambiente seguro) o la vocación ecológica (condiciones naturales de valor biológico, biodiversidad, control ambiental). Potencial que debe ser analizado en función de los valores socioculturales y económicos que forman parte del contexto local en cada cuenca.

El propósito de manejar una cuenca de forma integral es evitar que los subsistemas que interactúan dentro de ella se degraden, eliminen o contaminen, y que las personas que en ella habitan puedan satisfacer sus necesidades en armonía con su ambiente. Debido a las interacciones que sostienen los subsistemas biofísicos, socioeconómicos y político-administrativos, se presentan características que hacen de las cuencas un territorio propicio para una alta participación social en la gestión sostenible de recursos naturales, fomentando la generación de un desarrollo creado desde adentro.<sup>6</sup> Diversos estudios<sup>7</sup> muestran que el manejo comunitario de tierras logra resultados positivos

en términos de conservación, impulso a la economía regional, desarrollo endógeno para la obtención de beneficios para las comunidades y fortalecimiento de la gobernabilidad local.

Experiencias de trabajo integral de cuencas<sup>8</sup>, han mostrado la necesidad de un modelo de planeación participativa como parte imprescindible del manejo de cuencas, el alcance de objetivos del plan planteado y la sostenibilidad de sus beneficios. En ese sentido, algunos logros que es posible obtener en esta materia es la concientización de la población, la aceptación y participación de las comunidades, la coordinación interinstitucional (gobiernos, universidades, empresas), y el desarrollo de organizaciones sociales.

Figura 22.1  
Manejo integrado de cuenca



Fuente: Elaboración propia

<sup>6</sup> Vanegas López, M. Óp. Cit. pp. 43-45

<sup>7</sup> Carabias, Julia; et al. Patrimonio natural de México. Cien casos de éxito. CONABIO. México. Citado en Vanegas López, M. (2016).

<sup>8</sup> Tres experiencias de manejo integral de cuencas en México en los estados de Guanajuato y Querétaro en Cotler, H. (2007).

## 22. Restauración ecológica

La *restauración ecológica* comprende redirigir el desarrollo de un ecosistema, que ha sido degradado, dañado o destruido, hacia su recuperación con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad para restaurar su estado original en cuanto a su estructura vegetal, composición de especies, funcionalidad y autosuficiencia, o bien, hacia una condición más favorable a partir de la intervención humana intencionada.

En años recientes se ha hecho énfasis en el manejo amplio de la integridad ecológica como un rango crítico en la variabilidad de la biodiversidad, procesos ecológicos y estructuras en un contexto regional e histórico. En particular, los procesos ecológicos son fundamentales para la restauración ecológica porque son los que sustentan los servicios ecosistémicos de un territorio:

- Procesos de colonización implicados en la llegada y establecimiento de seres vivos a nuevos hábitats.
- Procesos de polinización y dispersión de propágulos, frutos y semillas mediante vectores físicos o biológicos, claves en la dinámica de las comunidades vegetales.
- Procesos erosivos relacionados con el desgaste y destrucción de suelos y de rocas de la superficie terrestre.
- Procesos hidrogeomorfológicos que permiten el equilibrio entre los flujos de materia y energía, y que son imprescindibles para el mantenimiento del ecosistema.
- Procesos de reciclado de nutrientes en los que se produce un intercambio y transformación entre la materia orgánica e inorgánica: procesos clave, grado de degradación, causas y efectos de la degradación, facilitan el desarrollo y visualización del diagnóstico.<sup>9</sup>

De acuerdo con el Grupo de Restauración Ecológica (SER, por sus siglas en inglés) cualquier proyecto de restauración ecológica se propone en 13 pasos fundamentales como una forma flexible de organizar la complejidad conforme a las particularidades de los sitios, las escalas y los objetivos propuestos en cada proceso:

1. Definir el ecosistema de referencia: Sirve de modelo para planear un proyecto de restauración y su evaluación.
2. Evaluar el estado actual del ecosistema: Se hace un balance de las condiciones bióticas, abióticas y del paisaje, previas y actuales del ecosistema.
3. Definir las escalas y niveles de organización: Los proyectos de restauración ecológica abarcan diferentes niveles de organización, desde poblaciones de especies y comunidades a ecosistemas o paisajes.
4. Establecer las escalas y jerarquías de disturbio: La combinación de disturbios naturales y antrópicos

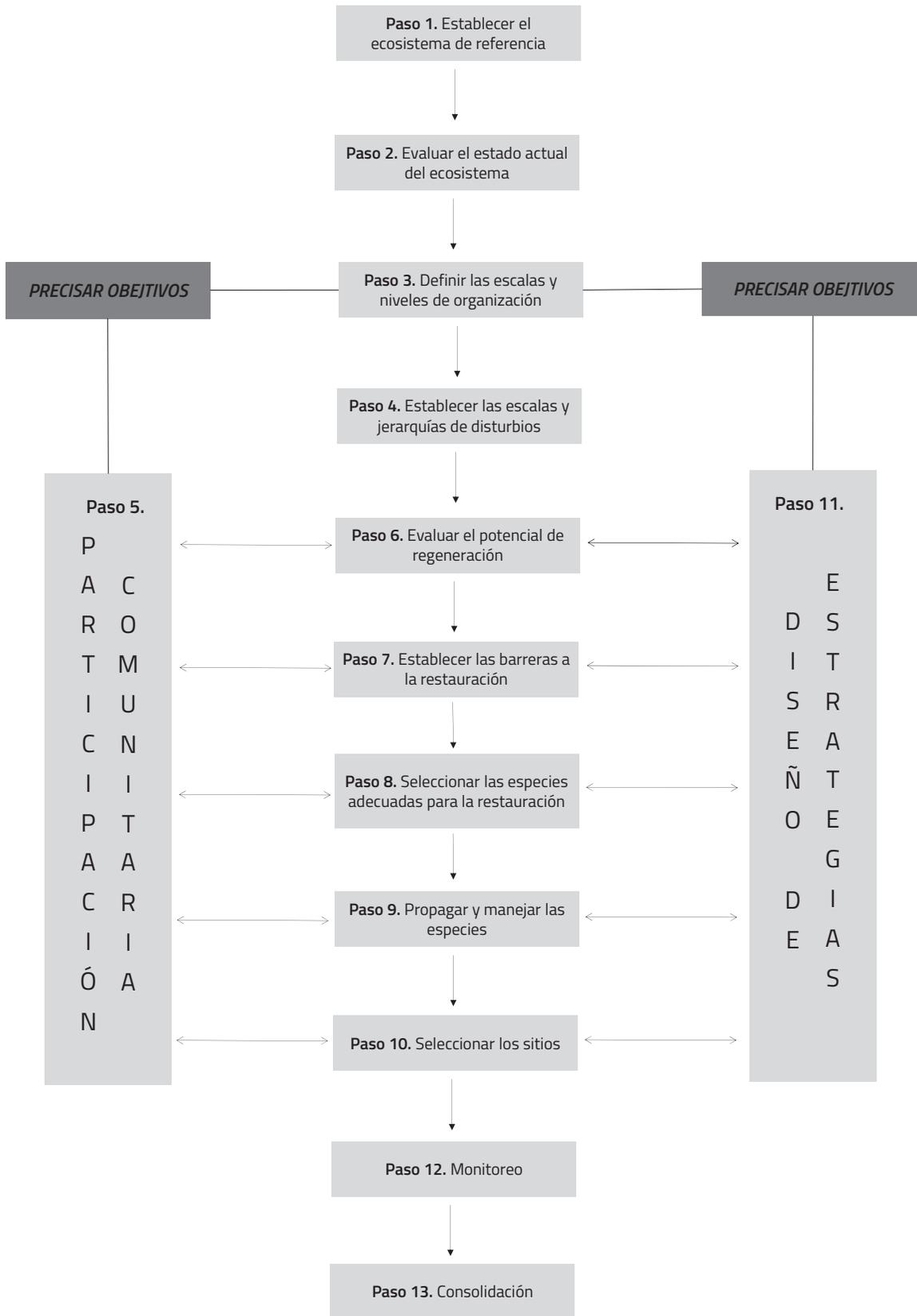
establece una dinámica temporal, espacial y de magnitud en los paisajes.

5. Consolidar la participación comunitaria: La pérdida de servicios ambientales de los ecosistemas es una preocupación de la gente en cualquier región y debe ser tomada en cuenta tanto el manejo regional como las necesidades de las comunidades locales. Por eso es muy importante que la gente participe activamente desde su formulación en los proyectos de restauración, lo que puede garantizar su continuidad y consolidación.
6. Evaluar el potencial de regeneración: El potencial de regeneración es el conjunto de especies nativas y trayectorias sucesionales que ofrece un paisaje, es decir, refiere a la disponibilidad de especies en la región, su ubicación, abundancia, su etapa sucesional.
7. Establecer los tensionantes para la restauración a diferentes escalas: Por tensionantes o barreras a la restauración ecológica se entiende todos aquellos factores que impiden, limitan o desvían la sucesión natural en áreas alteradas por disturbios naturales y antrópicos.
8. Seleccionar las especies adecuadas para la restauración: La selección de especies para la restauración es un aspecto muy importante, puesto que el éxito de los proyectos depende de la capacidad para dicha selección.
9. Propagar y manejar las especies: Una vez seleccionadas las especies se presenta el problema de la consecución de material, dado que muchas especies no se consiguen en viveros locales, o las cantidades no son suficientes para las necesidades del proyecto.
10. Seleccionar los sitios: Hace referencia principalmente a una combinación de factores abióticos, bióticos y las poblaciones humanas locales.
11. Diseñar estrategias para superar las barreras a la restauración: Se plantean cinco estrategias basadas en: la remoción y control de tensionantes leves, así como tensionantes severos, la adición de especies o materiales, la regulación de la tasa de procesos ecosistémicos, y regulación de fuentes de entrada de energía.
12. Monitorear el proceso de restauración: El monitoreo consiste en el seguimiento y evaluación continuos de los cambios que experimenta el ecosistema, bajo los diferentes tratamientos de restauración aplicados. Este monitoreo constante tiene como objetivo final asegurar el éxito de la restauración ecológica, porque brinda la información necesaria para evaluar y ajustar las prácticas de restauración.
13. Consolidar el proceso de restauración: Implica que se han superado casi todas las barreras a la restauración y que el ecosistema marcha de acuerdo a los objetivos planteados.<sup>10</sup>

<sup>9</sup> Mola, Iñaki; et al. (2018). Guía práctica de restauración ecológica. Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica. España. p. 33

<sup>10</sup> Vargas Ríos, Orlando (2011). Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. Acta Biológica Colombiana, Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, vol. 16, núm. 2. Bogotá, Colombia. pp. 224-242

Figura 22.2  
Pasos Restauración Ecológica



Fuente: Vargas, 2007. p. 21

Hay que señalar que la consolidación de la participación comunitaria y el diseño de estrategias para superar las barreras son elementos transversales que se presentan ante la restauración y se encuentran en prácticamente todo el proceso de la fase diagnóstica de los pasos 1 a 7 y la fase experimental de los pasos 5 al 11. Por lo tanto, el diseño de estrategias es retroalimentado constantemente por los conocimientos de los pasos 6 a 10, y deja clara la importancia de la difusión de los proyectos de restauración entre las comunidades locales y la participación de las personas, las cuales deben sumarse activamente desde el planteamiento de objetivos con base en sus expectativas y necesidades para que dichos proyectos tengan aceptación pública y relevancia social.

Los trece pasos señalados se pueden agrupar de acuerdo a cuatro categorías: 1. Fases (diagnóstica, experimental, monitoreo); 2. Escalas (regional, local, parcela); 3. Niveles (paisaje, comunidad, población, organismo); 4. Barreras ecológicas (dispersión, establecimiento, persistencia) como se muestra en el siguiente diagrama.

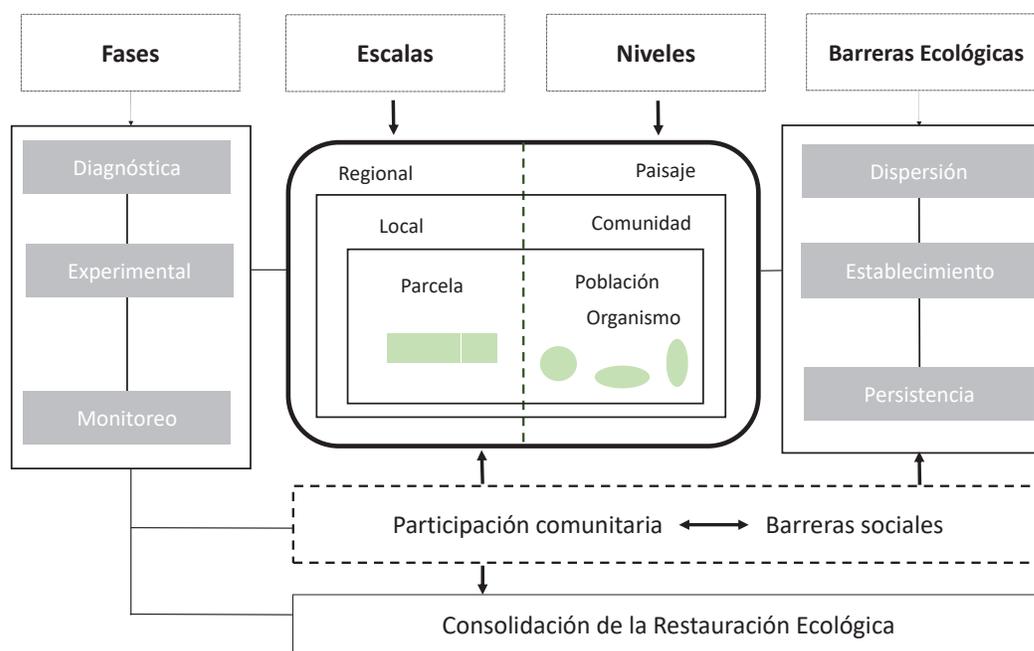
Al concluir el proceso señalado de restauración hasta la consolidación, se puede considerar la existencia de un ecosistema restaurado desde el punto de vista ecológico cuando: contiene suficientes elementos bióticos y abióticos para conservar su desarrollo sin actuaciones de mantenimiento continuado; se autorregula tanto estructural como funcionalmente; demuestra resiliencia bajo circunstancias normales de estrés ambiental y otras

perturbaciones; y se integra e interacciona a diferentes escalas con otros ecosistemas, estableciendo flujos bióticos, abióticos y/o culturales.<sup>11</sup>

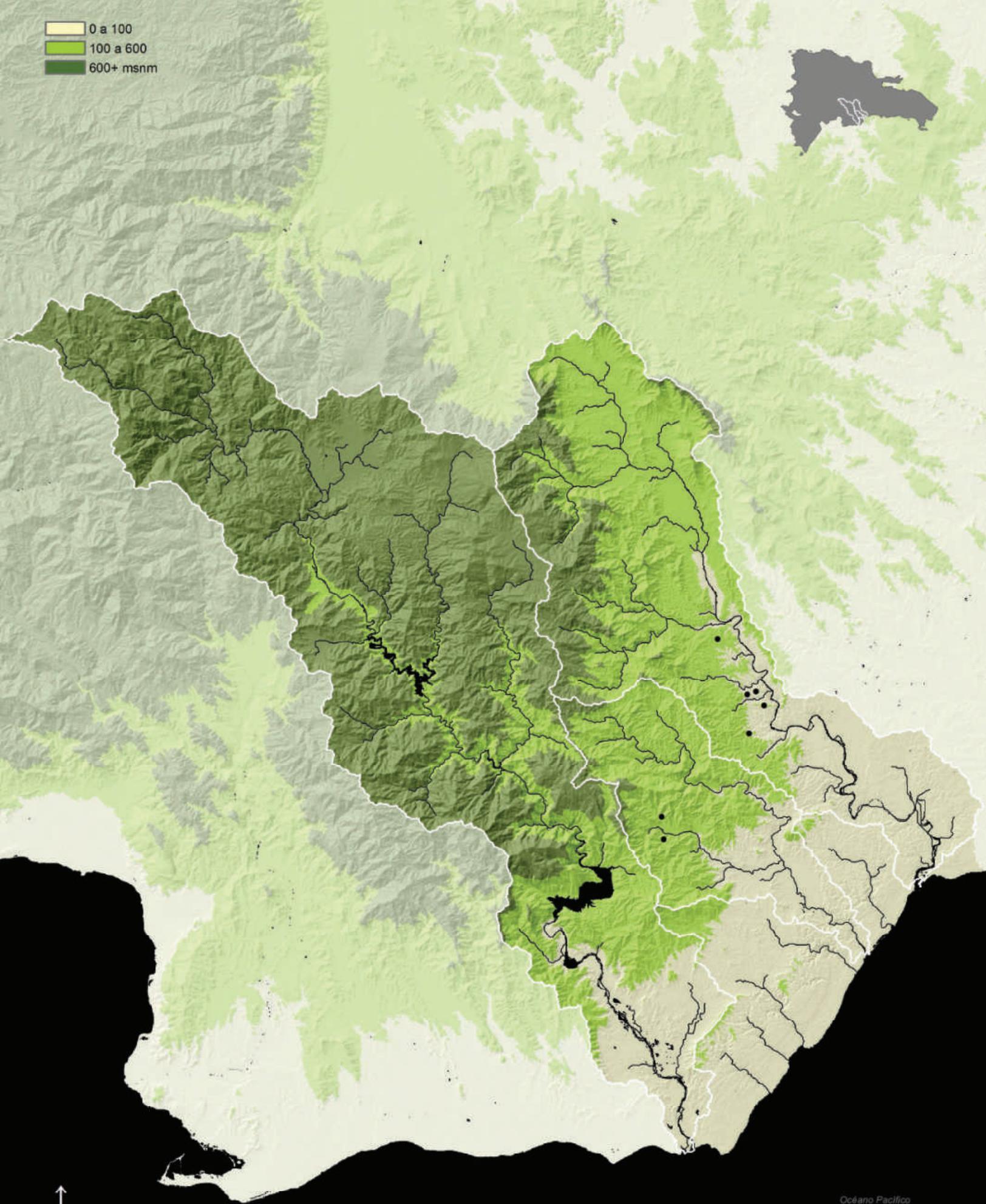
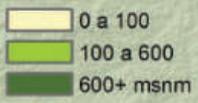
Para una región como San Cristóbal se hablaría entonces de una restauración forestal a nivel de paisaje, la cual, se centra en el restablecimiento de las funciones y procesos clave de los ecosistemas como totalidad, en lugar de restaurar pequeñas áreas de forma aislada. De esta forma la restauración se puede dirigir a un mosaico de áreas con diversos usos de suelo, incluyendo tierras agrícolas y diferentes tipos de bosque, en los cuales puede existir una mezcla equilibrada entre protección, manejo y restauración.

Analizar el predio donde se efectuarán actividades de restauración forestal en el contexto local de una cuenca es importante porque sus condiciones tendrán implicaciones en el proyecto. En función de su magnitud, la recuperación de las áreas forestales degradadas tendrá un efecto en la estabilización de la cuenca ante los mecanismos torrenciales a través del incremento de la infiltración y la reducción de la velocidad del escurrimiento superficial.

En definitiva, el enfoque de restauración que considera a la cuenca como unidad de estudio y al paisaje como rector de la composición y organización del ecosistema posee una visión que se preocupa por devolver a los bosques su estado original e intenta fortalecer la resiliencia de los paisaje forestales, manteniendo abiertas opciones futuras que permitan beneficiarse del bosque y sus productos.



<sup>11</sup> Mola, Iñaki; et al. (2018). Guía práctica de restauración ecológica. Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica. España. p. 33



Océano Pacífico

## 23. Marco metodológico general

Toda propuesta de acción en el territorio debe basarse en un diagnóstico integral que contemple al menos elementos físicos, ambientales, sociales y económicos. Por lo que la propuesta metodológica de este proyecto, se basa en el enfoque de manejo integrado de cuencas hidrológicas. Este enfoque considera como límites territoriales los parteaguas de las cuencas y microcuencas de un territorio y fundamenta la toma de decisiones sobre el manejo de los recursos naturales a partir de la preservación del ciclo del agua.

Es decir, incorpora un componente de conservación-protección de ecosistemas forestales, la protección de ecosistemas riparios, y acciones de aprovechamiento sostenible del territorio al interior de la cuenca.

El proceso se dividió en cuatro fases:

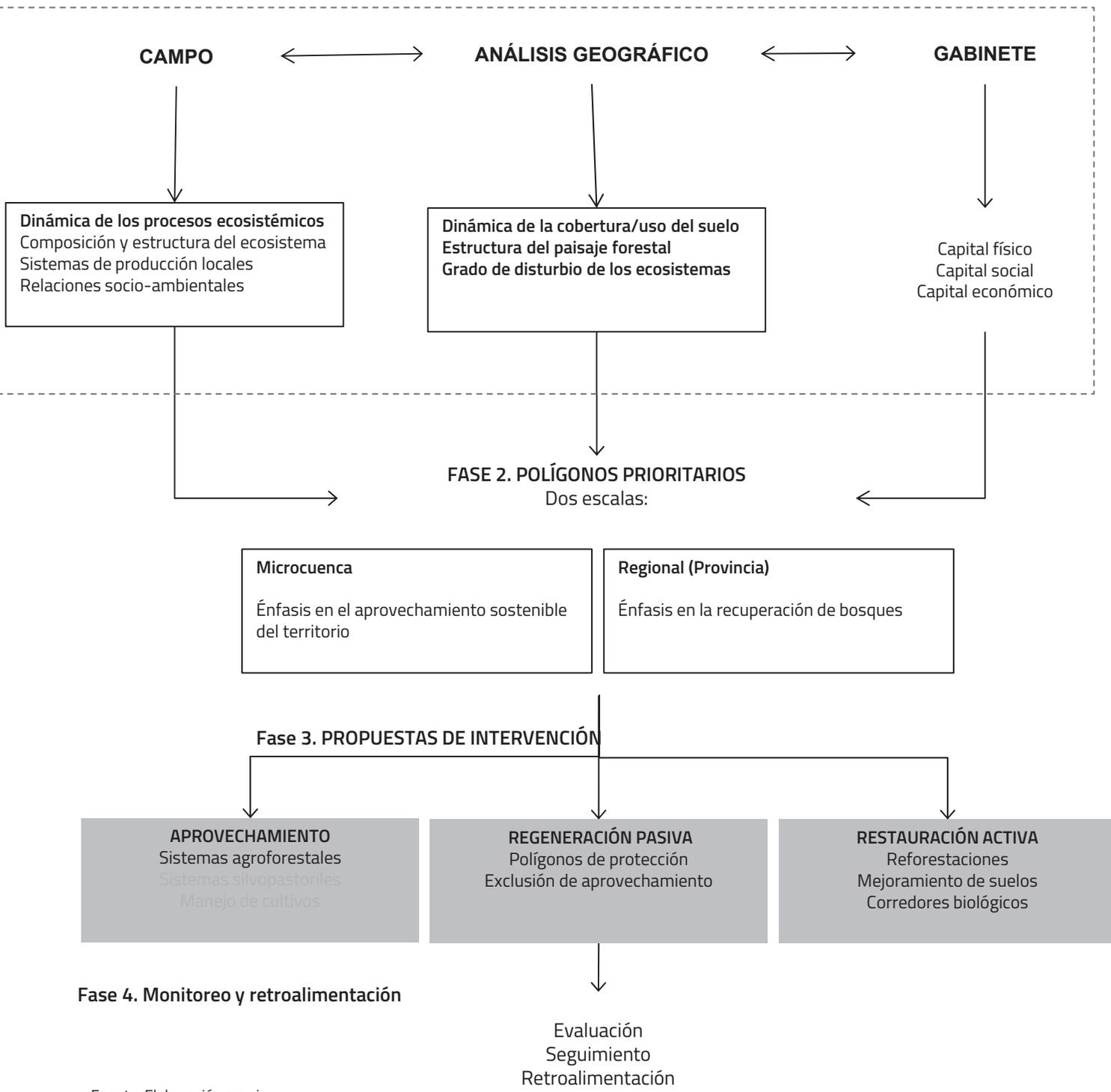
- **Fase 1. Diagnóstico.** Se generará información a partir de tres fuentes de información: Información de gabinete integrada por las características demográficas, culturales y sociales (Capital social), el acceso a la infraestructura y los servicios básicos (capital físico) y los giros económicos y sistemas de producción presentes en el área de estudio (capital económico), los datos de gabinete brindarán un contexto que dará certeza de la aplicabilidad del proyecto. La segunda fuente de información será el análisis geográfico utilizando imágenes de satélite con diferentes resoluciones y fotografías con Dron. Mediante el análisis de las imágenes se obtendrán datos de los cambios en la cobertura del suelo, en el nivel de perturbación de los bosques y las características estructurales del paisaje (grado de fragmentación y conectividad), a partir de estos análisis se definirán polígonos prioritarios de actuación enfocados en mejorar la estructura del paisaje. Con ello se asegurará el incremento en el préstamo de servicios ambientales de regulación y soporte principalmente. Finalmente será obtenida información de campo mediante encuestas e inventarios de vegetación con lo que se obtendrán datos detallados de los sistemas de producción locales, el grado de conocimiento y apropiación por los recursos naturales, con la información de campo será posible definir propuestas de manejo para la cuenca.
- **Fase 2. Identificación de polígonos de intervención prioritarios.** Con base en la integración del diagnóstico se desarrollará un análisis multicriterio a partir de la experiencia de un equipo multidisciplinario. El análisis multicriterio permitirá desarrollar un conjunto de

indicadores para delimitar de manera geográfica polígonos de intervención a partir de dos escalas de acción. La escala local (microcuenca) de las siete localidades de la provincia de San Cristóbal que cuentan con información de campo; en esta escala se dará prioridad a polígonos que permitan desarrollar esquemas de reforestación y (o) restauración de los sistemas productivos locales acercándolos al aprovechamiento sostenible. La segunda escala, analizará de manera holística la totalidad de la provincia de San Cristóbal, haciendo énfasis en revertir los procesos de deterioro de las áreas forestales, incrementar la conectividad estructural de las Áreas Protegidas e incrementar la superficie de hábitat para las especies de fauna.

- **Fase 3. Propuestas de Intervención y diseño de módulos.** Se consideran tres formas de manejo de los recursos naturales y por lo tanto el diseño de tres tipos de módulos de intervención:
  1. *Aprovechamiento sostenible* del territorio, que consistirá en fortalecer las actividades agropecuarias y silvícolas en la zona.
  2. Estrategias de *regeneración pasiva* que consisten en aprovechar el potencial de restablecimiento natural de los bosques mediante el establecimiento de áreas de exclusión de actividades de aprovechamiento.
  3. Para áreas con alto deterioro se prevén acciones de *restauración activa* que permitan acelerar los procesos de recuperación de los ecosistemas, entre los que se encuentran la reforestación, el enriquecimiento de suelos, la recuperación de la conectividad del paisaje entre otros.
- **Fase 4. Monitoreo y Retroalimentación.** En conjunto con las propuestas de intervención, se definirán indicadores y metas para la evaluación, seguimiento y retroalimentación de las propuestas.

Figura 22.3  
Esquema del Marco Metodológico General

**Fase 1. DIAGNÓSTICO**



Fuente: Elaboración propia

## 24. Selección de polígonos prioritarios

Los procesos de alteración y disturbio en los bosques son multifactoriales y el éxito en su recuperación se basa en la posibilidad de aminorar los fenómenos que generan perturbaciones y mantener la conectividad funcional de los ecosistemas. Por ello en este documento propone una estrategia integral de restauración ecológica. En la cuál además de reponer especies en las zonas con mayor deterioro se incluyen estrategias de aprovechamiento sostenible en las zonas agroforestales y frutícolas.

De acuerdo a los informes de campo los procesos de deforestación en de la provincia de San Cristóbal, se asocian al incremento de plantaciones de aguacate, así como al crecimiento poblacional. Por lo que se estima que deben considerarse medidas de manejo que mejoren las formas de producción locales, lo cual devendrá en menor presión sobre los bosques. Con ello se pretende hacer un uso racional y mixto del suelo en la Provincia de San Cristóbal, disminuyendo las superficies de monocultivos, disminuyendo las prácticas dañinas como el conuquismo, como ya se ha logrado en algunas de las comunidades de la provincia.

De tal forma que los polígonos prioritarios y el diseño de módulos de intervención se diseñarán aplicando estrategias que permiten conservar a la biodiversidad y lograr el desarrollo humano en un mismo plano.

Existen diferentes metodologías para modelar geográficamente escenarios deseables en el territorio una de ellas es la **Evaluación Multicriterio (EMC)** que consiste en definir una serie de criterios deseables en el espacio los cuales se definen de acuerdo a un escenario hipotético. Para desarrollar el EMC se realizó una suma aritmética utilizando el procedimiento de Sumatoria Lineal Ponderada. El método consiste en multiplicar el valor de cada criterio espacial por un porcentaje de importancia con la fórmula<sup>12</sup>:

$$r_i = \sum_{j=1}^n w_j v_{ij}$$

En la que  $r_i$  es el escenario deseable,  $w_j$  es el peso de cada criterio y  $v_{ij}$  es el valor ponderado de la alternativa.

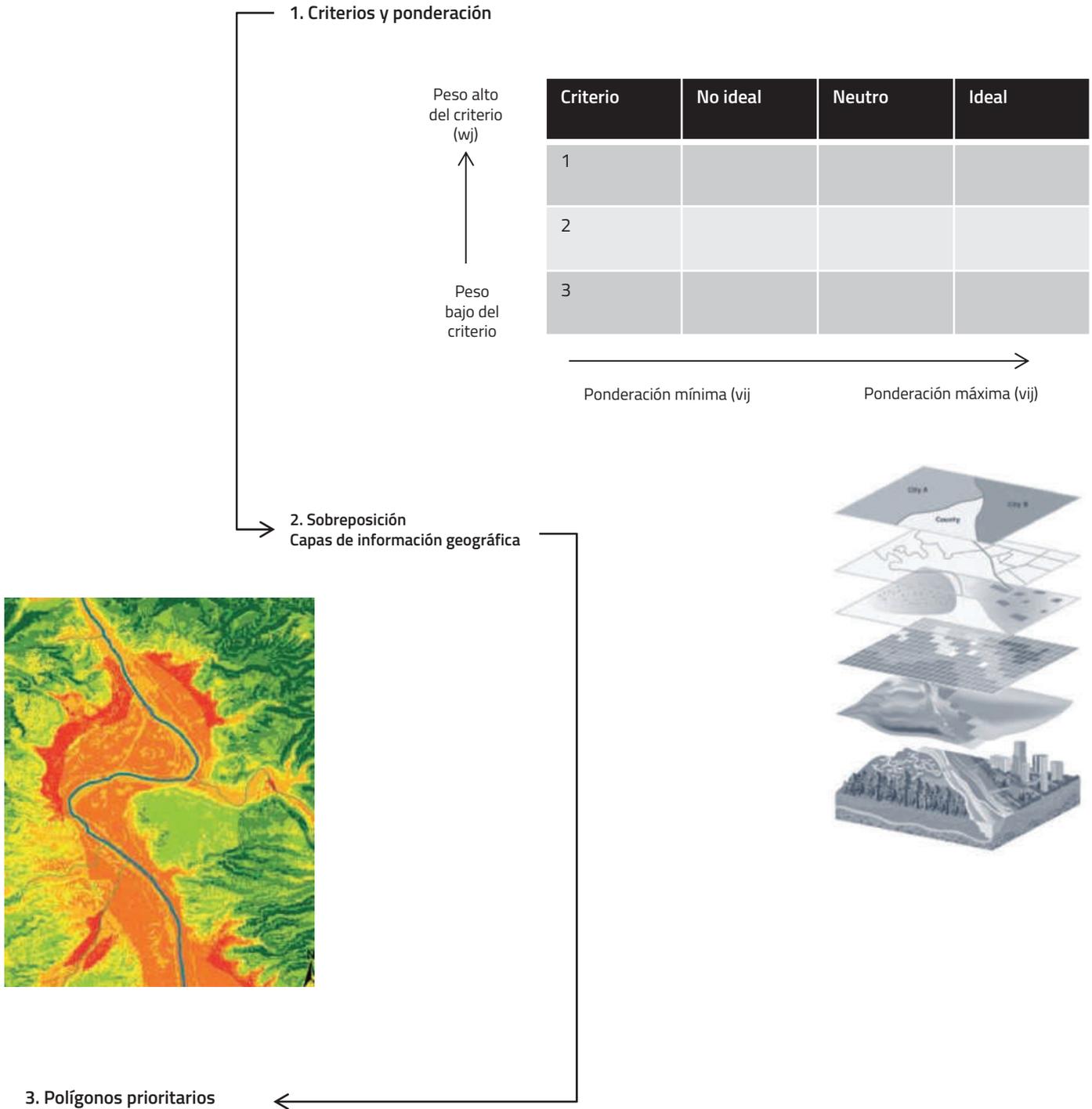
Para ponderar los criterios se asignan porcentajes de importancia a cada criterio de acuerdo a la valoración de un conjunto de especialistas. Y al final se suman los valores de cada criterio en el territorio para obtener un 100 %, donde los valores más cercanos a 100 serán los que cumplen con la condición prioritaria y los cercanos a cero aquellos que no cumplen con dichas condicionantes (Figura).

Una vez realizado esto se procede a analizar geográficamente los criterios y con ello se obtiene un mapa de polígonos con diferente grado de prioridad expresados en porcentajes.

---

<sup>12</sup>Sanabria T.H. 2010. Cuatro precisiones metodológicas para identificar la aptitud territorial. Bitácora 16. 79-88.

Figura 22.4  
Esquema de evaluación multicriterio



Fuente: Elaboración propia

## Priorización a escala regional

El objetivo de la restauración a escala de provincia se fundamenta principalmente en la dimensión biofísica del territorio y pretende mitigar los efectos de la fragmentación básicamente con cuatro acciones:

1. Incrementar la superficie de los fragmentos de bosque, sobre todo en aquellos casos en los que los rodales sean menores a 5 ha, siendo esta la superficie mínima para mantener poblaciones de especies de árboles viables, sin embargo para incorporar a la conservación de mamíferos y aves se consideran superficies mínimas de 10 ha<sup>13</sup>.
2. Asegurar la conectividad de las Áreas Protegidas mediante el establecimiento de corredores biológicos y *Stepping stones* (islas de especies nativas). Que permitan el libre desplazamiento de fauna.
3. Incrementar la permeabilidad del paisaje mediante el establecimiento de ecotonos los cuales disminuyen el contraste de bordes entre fragmentos forestales de diferentes tipos de vegetación y la siembra de árboles nativos en predios productivos que funcionen como islas de regeneración pasiva.
4. Prevenir el arrastre de sedimentos desde la cuenca alta hacia la cuenca baja, incrementando el grosor de la franja de vegetación riparia y garantizando la reforestación de zonas con pendientes mayores al 60%.

Se eligieron ocho criterios de priorización mediante un análisis multicriterio basado en la información del diagnóstico geográfico del territorio, entre los que se

incluyen el cambio de uso del suelo, análisis de fragmentación y conectividad del paisaje, hidrología, topografía y polígonos de áreas protegidas. Los cuales a su vez son los factores identificados como las mayores amenazas para la conservación de biodiversidad, de acuerdo a la comunidad científica internacional.

Para la priorización de los polígonos de intervención se consideraron cuatro niveles de priorización:

- *No prioritario*: Son aquellas regiones en las que los bosques tienen buen estado de conservación y por lo tanto no requieren de acciones de restauración.
- *Baja prioridad*: Son superficies forestales que presentan síntomas de degradación o aislamiento pero que mediante acciones de protección, el ecosistema puede revertirlos.
- *Prioritario*: Regiones que requieren acciones de restauración activa para recuperar sus condiciones originales de los ecosistemas pero cuyas funciones y servicios ecosistémicos no están en riesgo.
- *Altamente prioritario*: Son áreas con que requieren atención inmediata para mitigar los efectos de la fragmentación y (o) prevenir la sedimentación de los afluentes. El nivel de deterioro de estas áreas pone en riesgo a la salud de los ecosistemas.

Para el diseño de los polígonos de intervención se propone una superficie mínima de 5 ha, de manera que las plantaciones de árboles puedan ser exitosas<sup>14</sup>.

<sup>13</sup>Marçal D. Fernandes R.V. Reillon S. M.A. 2008. Corredores forestales que unen personas, hábitat y especies en el bosque Atlántico de Brasil. 57-76. En: González Espinosa, J.M. Rey-Benayas y N. Ramírez-Marcial (eds.). Restauración de Bosques en América Latina. FIRE.

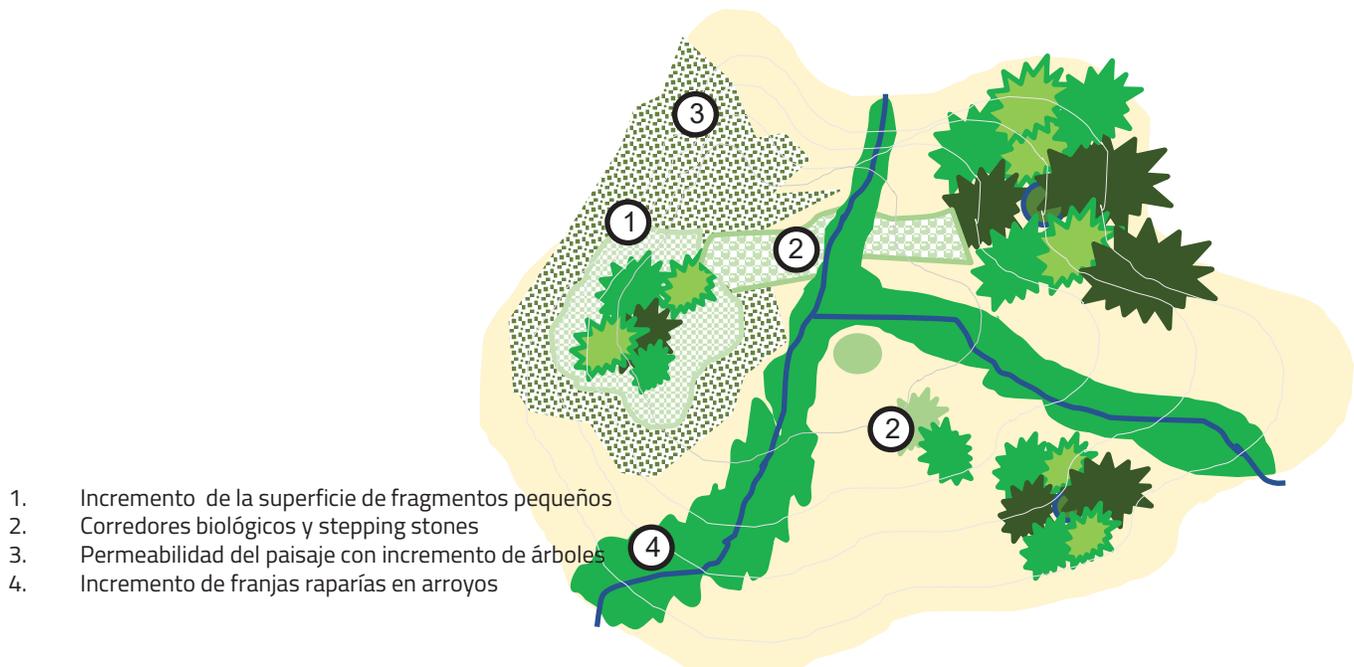
Baum K.A., Haynes K.J., Cronin J.T. 2004, The matrix enhances the effectiveness of corridors and stepping stones. Ecology 85(10): 2671-2676.

<sup>14</sup>Ochoa-Gaona S. González-Espinosa M., Meave J., Sorani-Dal B. 2004. Effect of forest fragmentation on the Woody flora of the highlands of Chiapas. México. Biod. Cons. 13:867-884.

**Tabla 22.1**  
Criterios para la priorización de polígonos de intervención, escala regional

Criterio	No prioritario	Restauración activa			
		Regeneración pasiva	Prioritario	Altamente prioritario	
		Baja prioridad			
1	Tamaño del núcleo de fragmento de bosque	> 500 ha	100-500 ha	10-100 ha	< 10 ha
2	Distancia entre fragmentos medianos de bosque (10-100 ha)	< 1 km	1 - 2.5 km	2.5 – 5 km	>5 km
3	Cobertura	Cobertura muy alta (>50%)	Cobertura alta (35-50 %)	Cobertura media (25-35 %)	Muy baja cobertura (10-25%)
4	Presencia de ríos y arroyos	Afluentes con franjas riparias > 60 m	Afluentes con franjas riparias 30-60 m	Afluentes con franjas riparias 10-30 m	Afluentes sin franjas riparias
5	Edad de los fragmentos de bosque	> 30 años	20-30 años	10-20 años	< 10 años
6	Pendiente del terreno	< 20 %	20-30%	30-60 %	> 60%
7	Ubicación en la cuenca	Cuenca baja	Cuenca media	Cuenca alta	
8	Áreas protegidas (AP)	> 1.5 km AP	1 – 1.5 km AP	0 - 1 km (adyacente)	Dentro de AP

**Figura 22.5.** Acciones de restauración activa en el paisaje, basadas en mitigar los efectos negativos de la fragmentación en el paisaje



Fuente: Elaboración propia

## Priorización a escala local

El objetivo de la restauración a escala local o de microcuenca se plantea a partir del mejoramiento de los sistemas y prácticas agrícolas presentes en las comunidades, fundamentado en el análisis y diagnóstico de las condicionantes físico-ambientales y sociales, buscando un mejor aprovechamiento del suelo.

La restauración a esta escala encuentra en los sistemas agroforestales (SAF) la mejor forma de consolidar un uso ambientalmente responsable y sostenible de los terrenos productivos, combinando varios cultivos y asociando diferentes tipos de plantas de manera ordenada. En estos sistemas, todas las especies, incluidos plantas, fauna, microorganismos y seres humanos, establecen relaciones para el beneficio de sus vidas.

Los objetivos particulares de estos polígonos son:

- Armonizar los sistemas de producción con la conservación de las áreas de bosque.
- Promover el uso de técnicas agroecológicas y el aprovechamiento sostenible de los terrenos.
- Mejorar la fertilidad de los suelos y su productividad.
- Transitar de la práctica del conuquismo hacia prácticas agroforestales.
- Incrementar los beneficios económicos de las familias productoras mediante la diversificación de cultivos y productos a lo largo del año.

La definición de los polígonos prioritarios a escala local resulta igualmente de un análisis multicriterio que en este caso, considera variables ambientales y sociales. Se eligieron siete criterios de priorización con base en la información del diagnóstico geográfico y socioeconómico del territorio, entre los que incluyen: tipo de suelo (edafología), pendientes, uso de suelo actual, asoleamiento, densidad de población, accesibilidad y/o cercanía a un núcleo de población y cobertura vegetal existente.

La priorización de los polígonos de intervención se define con base en cuatro niveles de intervención:

1. No Prioritario: En áreas bien conservadas, con suelos aptos para cultivo. Son terrenos que ya manejan prácticas agroforestales productivas, que cuentan con presencia de especies nativas y que no amenazan las áreas boscosas.
2. Prioridad Baja: Con buen grado de conservación del suelo y del estrato arbóreo, son terrenos en los que empiezan a incorporar técnicas y sistemas agroforestales, pero en donde hay presencia de

especies exóticas. Pueden ser también polígonos que den servicio a núcleos de población muy pequeños.

3. Prioridad Media: Presentan síntomas de degradación por el tipo de prácticas que se emplean y atienden núcleos de población mayores. Son susceptibles de transitar hacia la agroforestería pues manejan cultivos que son compatibles con este sistema.
4. Prioridad Alta: de atención inmediata, terrenos que demandan productividad sostenible debido a la población que depende de ellos o debido a su alto índice de degradación. Se deben implementar mejoras integrales de suelo, semillas, tecnología, capacitación, etc.

Para el diseño de los polígonos de intervención local se propone una superficie mínima de 1 ha (15.9 tareas), de manera que los cultivos rindan periódicamente suficiente utilidad a la par que se consoliden superficies importantes de arbolado que puedan interconectarse incidiendo en la continuidad del paisaje.

En todos los casos, la revisión de variables y criterios deberá sumarse al análisis de la vocación del suelo, para determinar la factibilidad de establecer cultivos agroforestales o en caso necesario, módulos forestales.

**Tabla 22.2**

Criterios para la priorización de polígonos de intervención, escala local

	<b>Criterio</b>	<b>No prioritario</b>	<b>Prioridad Baja</b>	<b>Prioridad Media</b>	<b>Prioridad Alta</b>
1	Tipo de suelo (textura, composición, estado)	<i>No erosionado Franco</i>	<i>Erosión menor puntual Franco-limoso Limoso</i>	<i>Erosión menor extensiva Franco-arenoso Franco-arcilloso</i>	<i>Erosionado Arenoso Arcilloso</i>
2	Pendientes	0-8%	8-15%	15-35%	Mayores a 35%
3	Uso de suelo	Agroforestal con presencia de especies nativas	Agroforestal con presencia de especies exóticas	Cultivos compatibles con agroforestería	Monocultivos
4	Asoleamiento	Ladera norte	Ladera Oeste	Ladera este	Ladera sur
5	Densidad de población	Muy baja	Baja	Media	Alta
6	Accesibilidad al núcleo de población	Nula	Baja	Media	Alta
7	Cobertura	Cobertura muy alta (>50%)	Cobertura alta (35-50 %)	Cobertura media (25-35 %)	Muy baja cobertura (10-25%)

Fuente: Elaboración propia

# III. Caracterización y diagnóstico

En esta sección, se hace una identificación de la información general del ámbito estudio, incluyendo las características naturales y los aspectos sociales.

Se empieza con un preámbulo de la Provincia de San Cristóbal sobre sus límites administrativos y datos básicos provenientes de la información oficial existente. Continúa, describiendo a escala de las cuencas que interceden la provincia: el clima y la temperatura, la precipitación, los tipos de suelos, la topografía, los usos de suelos y las áreas naturales protegidas (ANP). También se explica el potencial de la inclusión de diferentes imágenes satelitales al análisis, especialmente por la falta de información actualizada y a las escalas de trabajo requeridas para la definición de zonas de intervención. Además, se aplican índices y nuevos algoritmos en la identificación de zonas de bosque degradado y zonas arboladas productivas.

Por otro lado, a escala de las comunidades, las cuales a partir de una aproximación de microcuencas se agrupan en tres zonas, se describen sus características físico ambientales, sociales y sus principales cultivos, toda esta información deriva del trabajo de campo. Además, se presentan unas fichas de las especies identificadas en las comunidades, según las especies exóticas invasoras, las especies que son claves para su conservación, considerando en estas las incluidas en la Lista roja de especies en peligro de extinción, amenazadas o protegidas de República Dominicana.

Por último, se incluye resultados de la información obtenida a través de levantamientos con drones, no solo como validación de los análisis a partir de las imágenes satelitales, sino también como un muestro representativo de las diferentes comunidades en unidades de 300x300m.

## 31. Provincia de San Cristóbal

Según la división administrativa de la República Dominicana, la provincia de San Cristóbal forma parte de la Región Valdesia, cuenta con una superficie de 1,265.77 km<sup>2</sup>. Sus límites son: al norte por las provincias de Monseñor Nouel y Monte Plata, al Este por la provincia de Santo Domingo, al Oeste por las provincias de San José de Ocoa y Peravia, y al Sur por el Mar Caribe.

Esta provincia está constituida por 8 municipios y contiene 6 distritos municipales. Los municipios son: San Cristóbal, Sabana Grande de Palenque, Bajos de Haina, Cambita Garabitos, Villa Altagracia, Yaguata, San Gregorio de Nigua, y Los Cacaos. Los distritos municipales son: Hatillo, Hato Damas, El Carril, Cambita el Pueblecito, San José del Puerto, Medina, Doña Ana, Quita Sueño y La Cuchilla.

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda (2010 ONE) la provincia San Cristóbal contaba con una población de 569 930 habitantes, 51.9% urbana (295 529) y 48.1% rural (274 391). En 2020 se tiene previsto un crecimiento promedio anual de 694 682 hab, es decir un crecimiento promedio anual de unos 6mil personas. Con respecto a las viviendas en el 2010 contaba con unas 168 014, de las cuales el 86.2% eran casas independientes y el 4% eran apartamentos.

San Cristóbal es el municipio cabecera y capital de la Provincia San Cristóbal, se ubica en un valle al pie de la Cordillera Central, entre los ríos Nigua y Nizao. Según datos del Censo 2010, la cantidad de habitantes que contaba el municipio era de 232 769.

**Tabla 23.1**  
Población y viviendas, según municipios y distritos municipales, 2010

Municipios y distritos municipales	Población		Viviendas	
<b>Total</b>	<b>569 930</b>		<b>167938</b>	
<b>San Cristóbal</b>	<b>232 769</b>	41%	<b>67374</b>	40%
San Cristóbal <sup>1</sup>	216 875		63044	
Hato Damas (D.M.)	15 894		4330	
<b>Sabana Grande de Palenque</b>	<b>15 466</b>	3%	<b>4644</b>	3%
Sabana Grande de Palenque <sup>1</sup>	15 466		4644	
<b>Bajos de Haina</b>	<b>124 193</b>	22%	<b>37469</b>	22%
Bajos de Haina <sup>1</sup>	83 582		25144	
El Carril (D.M.)	40 611		12325	
<b>Cambita Garabitos</b>	<b>31 057</b>	5%	<b>8893</b>	5%
Cambita Garabitos <sup>1</sup>	20 655		6277	
Cambita el Pueblecito (D.M.)	10 402		2616	
<b>Villa Altagracia</b>	<b>84 312</b>	15%	<b>25990</b>	15%
Villa Altagracia <sup>1</sup>	53 576		15928	
San José del Puerto (D.M.)	14 493		4591	
Medina (D.M.)	7 066		2181	
La Cuchilla (D.M.)	9 177		3290	
<b>Yaguata</b>	<b>42 325</b>	7%	<b>11770</b>	7%
Yaguata <sup>1</sup>	42 325		11770	
<b>San Gregorio de Nigua</b>	<b>30 268</b>	5%	<b>9530</b>	6%
San Gregorio de Nigua <sup>1</sup>	30 268		9530	
<b>Los Cacaos</b>	<b>9 540</b>	2%	<b>2268</b>	1%
Los Cacaos <sup>1</sup>	9 540		2268	

<sup>1</sup>Corresponde al área del "municipio", donde no se contemplan los distritos municipales  
Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda, ONE 2010

Provincia de San Cristobal  
Municipios



Según el tercer Estudio Socioeconómico de Hogares 2018, empadronó en la provincia de San Cristóbal 460,620 personas las cuales se encuentran distribuidas en 144 127 hogares, equivalente a 3.2 personas por hogar. Del total de hogares 67% tiene jefatura femenina, mientras que el 32.1% tiene jefatura masculina. Los hogares de la provincia San Cristóbal se categorizaron de acuerdo al Índice de Calidad de Vida (ICV) en cuatro niveles: en el ICV 1 se encuentra el 3.9% de los hogares, correspondiente a 5,658; en ICV 2 fueron categorizados el 30.2%, equivalente a 43,537 hogares; el restante se encuentra en los niveles de ICV menos carenciados, representando el ICV 3 el 51.4% de los hogares y, por último, el ICV 4 el 14.4%. Este informe además arroja la siguiente información:

- **Materiales de la vivienda**

En la provincia San Cristóbal el material predominante de techo es el zinc con un 52.9%, por otro lado, el material predominante de la pared es el bloque o concreto, ladrillo con un 64.6% y, por último, el material predominante de piso de la vivienda es el cemento con un 75.6%.

- **Servicios Básicos**

El combustible más utilizado para cocinar fue el gas propano con un 89.5% de los hogares empadronados. El método de eliminación de la basura de los hogares de la provincia fue la recogida por parte del ayuntamiento en un 81.0%. El tipo de servicio sanitario utilizado por los hogares fue el Inodoro en un 70.3%. El 2.6% de los hogares no posee ningún tipo de servicio sanitario. Del total de hogares que utilizan para beber una fuente distinta al botellón de agua, el 87.5% agrega cloro como una forma de tratamiento, mientras que el 9.7% hierve el agua para tomarla.

- **Educación**

El 84.5% de las personas que habitan en la provincia sabe leer y escribir. El 61.5% de los niños y niñas no están inscritos en un centro educativo, el 37.5% está inscrito y asiste regularmente y el 1.1% está inscrito y no asiste. El 42.2% de las personas que habitan en esta provincia han completado la educación básica, el 32.5% han completado la educación media, el 9.6% la educación universitaria, mientras que el 10.2% aseguran no haber completado ningún nivel de escolaridad.

- **Empleo**

Del total de las personas de 15 años y más registradas por SIUBEN en la provincia, el 45.7% se encuentran inactivos, el 43.8% ocupados, mientras que el 7.4% y 3.2% se encuentran desocupados ampliados y desocupados abiertos, respectivamente.

Otra información importante a destacar es la que arroja el mapa de la Pobreza en la República Dominicana (octubre 2014), quién establece que en 2010 el nivel de pobreza general (moderada) en la provincia San Cristóbal era de 31.4%; esto es, 14.4 puntos porcentuales inferior al nivel reportado en 2002 (45.8%). Con respecto a la categoría de pobreza extrema, estimada mediante el método de pobreza multidimensional, en 2010 el nivel reportado en el Mapa de Pobreza para la provincia San Cristóbal era de 6.4%; esto es, 4 puntos porcentuales por debajo de la media de pobreza extrema reportada por la misma fuente para el 2012 a nivel nacional (10.4%).

En otro orden, el Índice de Desarrollo Humano Provincial (IDHp), calculado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), describe que San Cristóbal ocupa el décimo sexto lugar en el índice provincial, con un valor de 0.419, clasificándose con Desarrollo Humano Medio Bajo; esto es, situándose por debajo del IDH promedio nacional (0.513).<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo (MEPyD). 2017. Plan Para el desarrollo Económico Local San Cristóbal. pp.23



## 32. Regiones hidrográficas y cuencas

La República Dominicana está dividida en 6 regiones Hidrográficas, la provincia de San Cristóbal se encuentra en la región denominada Ozama-Nizao, quien esta formada por seis cuencas (ver tabla 23.2), de las cuales, las de Nizao, Haina y Nigua, impactan con la provincia de San Cristóbal.

Partiendo de lo anterior, el ámbito de estudio a escala regional se delimita de acuerdo a la aproximación de cuencas, por consiguiente, este ámbito se compone por los límites de las cuencas de los ríos Nizao, Nigua y Haina.

En total el ámbito regional tiene una superficie de 201,619 ha, lo que representa a un 34.7 % de la región hidrográfica Ozama-Nizao (581,725 ha).

Mapa 23.1  
Regiones hidrográficas de la República Dominicana



Fuente: Elaboración propia, en base al Plan Hidrológico Nacional. Instituto Nacional de Recursos Hídricos, 2012

**Tabla 23.2**  
Regiones, cuencas y ríos principales de la República Dominicana

No.	Regiones	Cuencas	Ríos principales	Ríos secundarios
1	Yaque del Norte	Yaque del Norte	Yaque del Norte	Mao, Amina, Cana, Gurabo, Guayubín, Maguaca, Manabao, Jimenoa, Bejucal, Bao
		Masacre Chacuey	Masacre Chacuey	Manatí
2	Yuna	Yuna	Yuna	Blanco, Masipetro, Yuboa, Maguaca, Chacuey, Payabo, Camú
			Camú	Liceo, Cenoví, Jaya, Guiza, Cuaba
3	Ozama-Nizao	<b>Nizao</b>	Nizao	Mahoma, Mahomita, Jiguey, Banilejo
		Baní	Baní	
		Ocoa	Ocoa	Banilejo, Limón
		<b>Haina</b>	Haina	Mana, Isa
		<b>Nigua</b>	Nigua	Yubaso
		Ozama	Ozama	Isabela, Guanajuma, Yamasá, Mijo, Guanuma, Savita, Boyá, Yabacao
4	Este	Cumayasa	Cumayasa	Arroyo Hondo, Arroyo Limón
		Brujuelas	Brujuelas	Tosa
		Higüamo	Higüamo	Casuí, Magua
		Soco	Soco	Margarín, Seybo, Anama
		Río Dulce	Río Dulce	
		Chavón	Chavón	Sanate, Quisibani
		Duey	Duey	
		Anamuya	Anamuya	
		Yonú	Yonú	
		Cuarón	Cuarón	Cedro
		Jovero	Jovero	
		Yeguada	Yeguada	
		Magua	Magua	
		Nisibón	Nisibón	
Maimón	Maimón	Río Yano		
5	Atlántica	Cedro	Cedro	
		Yabón	Yabón	Sano, Arroyo La Jagua, Manigua
		Bajabonico	Bajabonico	Canoabo, Río Grande, Cabía, Unifica
		Yásica	Yásica	Jamao, Sonador, Martinico, Veragua
		Río San Juan	Río San Juan	Arroyo Grande
		Río Baquí	Río Baquí	Caño Claro
		Río Boba	Río Boba	Jagua, Tiote, Córcobas
		Nagua	Nagua	
		Limón	Limón	Palmarito, Bonilla
		Vía	Vía	
6	Yaque del Sur	Jura	Jura	
		Tábara	Tábara	
		San Rafael	San Rafael	
		Pedernales	Pedernales	
		Artibonito	Artibonito	Macasías, Joca
		Nizaito	Nizaito	
		Yaque del Sur	Yaque del Sur	San Juan, Mijo, Las Cuevas, Grande del Medio, Los Baos

Fuente: Elaboración propia, en base al Plan Hidrológico Nacional. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, 2012

#### *Cuenca del Río Nizao*

La cuenca del río Nizao se ubica en la región sureste de la República Dominicana, con una superficie de 1,039.8 km<sup>2</sup>. Consta de 9 subcuencas distribuidas en 10 municipios que incluyen territorio de las provincias: La Vega, Peravia, San Cristóbal y San José de Ocoa.

Limita al norte con las cuencas de los ríos Yuna y Yaque del Norte, al este con las cuencas del río Haina y Nigua, hacia la porción oeste del con las cuencas de los ríos Ocoa y Baní, hacia la parte sur y sureste limita con la cuenca Arroyo Sainaguá y el Mar Caribe.

El río Nizao nace aproximadamente a 5 kms de la sección Rancho en Medio perteneciente a la provincia de La Vega. Presenta orografía principalmente montañosa, conformada por las subcuencas de los ríos: Banilejo, Arroyo Bonito, Arroyo Cazuela, Arroyo Copey, Arroyo Jagüey, Mahoma., Mahomita, malo y Mucha Agua.

#### *Cuenca del Río Haina*

La cuenca del río Haina tiene una superficie de 564.15 km<sup>2</sup>. En lo referente a su distribución espacial tenemos que el 83.2% está dentro de la provincia San Cristóbal, concentrándose casi en su totalidad en el municipio de Villa Altagracia y una pequeña proporción en el municipio Bajo de Haina y en parte de la cabecera de esta provincia. El 16.8% restante del territorio de la cuenca esta dentro de provincia Santo Domingo, incluyéndose parte de los municipios: Pedro Brand, Los Alcarrizos y Santo Domingo Oeste. Tiene como cuencas colindantes, al norte la del río Yuna, al oeste la de los ríos Nizao y Nigua y al este la del río Ozama.

La temperatura varía según la ubicación de las áreas, las biotemperatura media anual es de 24°C y la evapotranspiración potencial puede estimarse, en promedio en un 60% menor a la precipitación media total anual.

La de bosque húmedo Subtropical ocupa 217.8 km<sup>2</sup> (38.61%), presente en la parte media y baja de la cuenca, caracterizada por presentar un patrón de lluvia desde 1000 a 2000 mm. que se incrementa en la zona de montaña. La temperatura media anual es de 23°C a 24°C y evapotranspiración potencial estimada en un 20% menor que la precipitación media total anual.

El río Haina nace en la loma Zumbador con altura de 1,260 msnm. localizada en la porción noroeste del municipio de Villa Altagracia. Los principales afluentes que drenan

directamente al cauce desde la parte alta están los ríos: Isa, Duey, Guanano y Básima, que nacen en la loma arroyo grande a los 1,286 msnm. y ante de drenar sus aguas al río Haina le confluyen los ríos: Mana, Maiboa y Joa. Otras afluentes de importancia son los arroyos: Carabajal, Seco, Caballo, Sosúa y Francisco.

#### *Cuenca del Río Nigua*

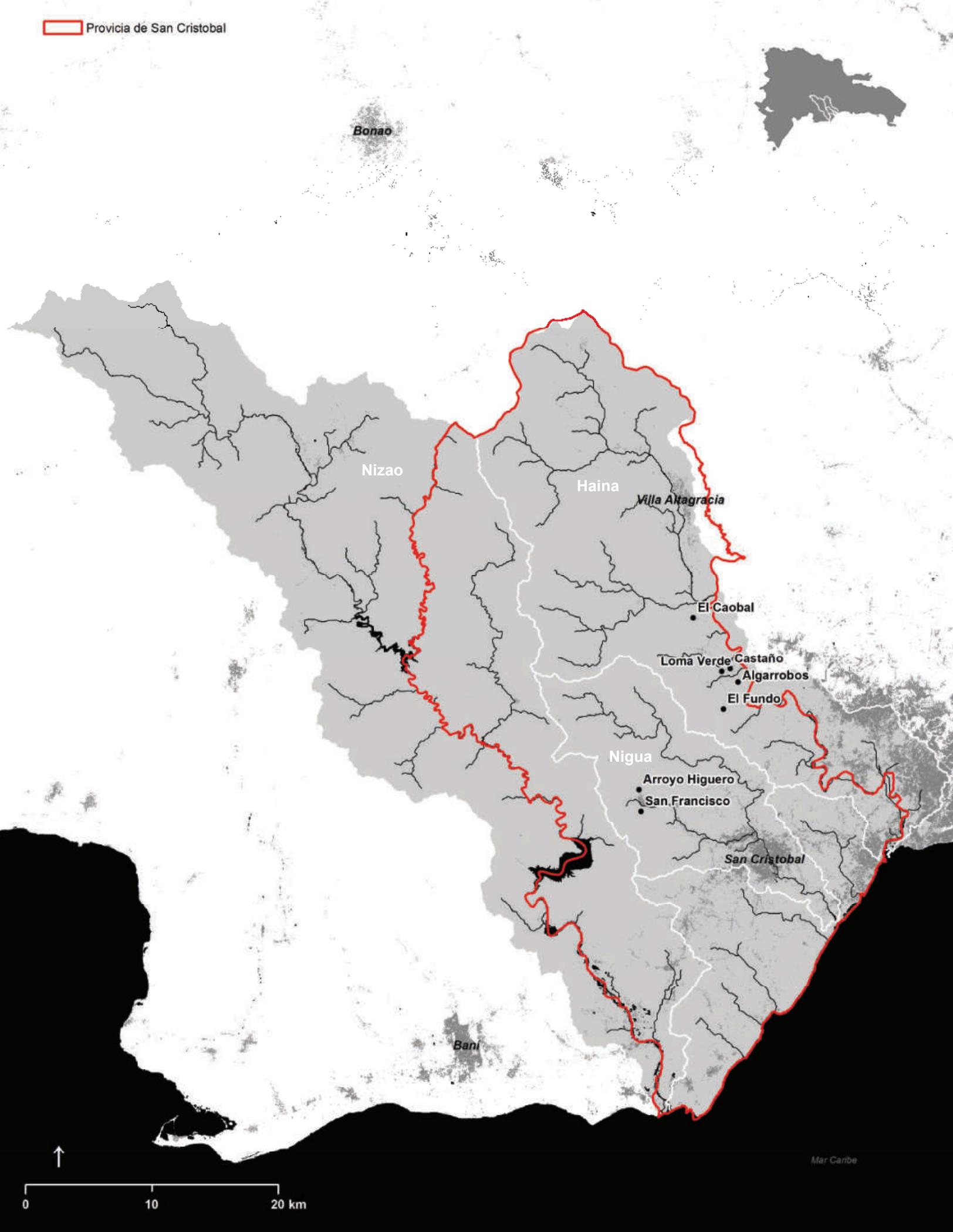
La cuenca del Nigua constituye, una de las redes hidrológicas más importantes de la provincia de San Cristóbal por su capacidad de generación de agua y productora de diversos rubros agrícolas y agregados áridos para la construcción. La cuenca está conformada por el río Nigua, sus afluentes y su área de influencia.

Este territorio comprende la comunidad de Las Tres Veredas, el Municipio de Cambita Garabito, el Distrito Municipal de Hato Damas y algunos barrios de la parte norte del Municipio de San Cristóbal, entre los cuales se destacan: Sabana Toro, Moscú, Puerto Rico, Fundación, Cinco de Abril y Los Molina.

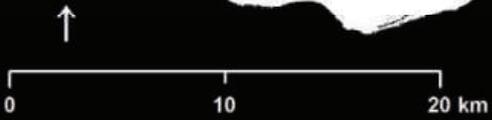
La franja que comprende la parte Alta y Media de la cuenca, sobresale por su sistema hídrico y su sistema montañoso con un alto potencial para los cultivos como el cacao, el café, el aguacate, el zapote y los cítricos.

Esta cuenca hidrográfica está conformada por manantiales, cañadas, arroyos, y otros ríos, todos denominados afluentes de la Cuenca del Río Nigua. Dentro de estos los más importantes son: el río Yubazo o río Blanco, y el Arroyo de Madre Vieja. Aunque por sus altos niveles de degradación esta cuenca hidrográfica parece muy vieja la verdad que este ecosistema es de reciente formación. (Casilla, 2013).

Provincia de San Cristobal



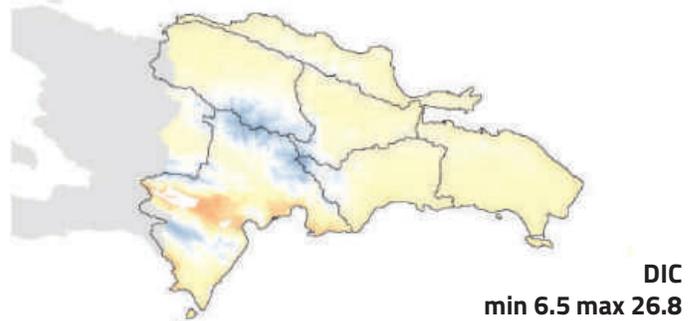
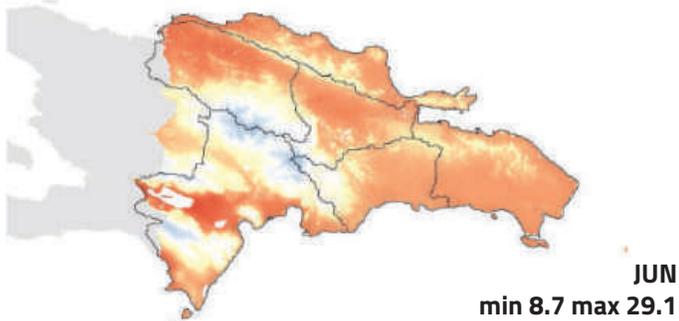
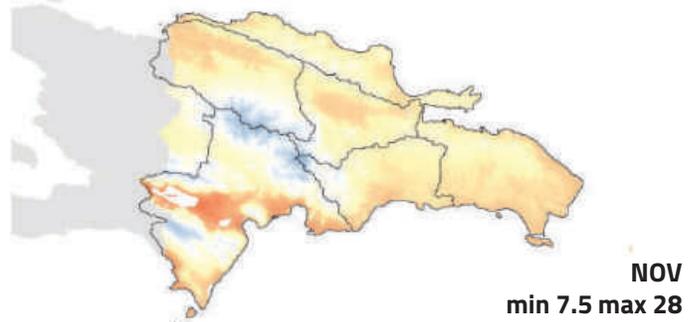
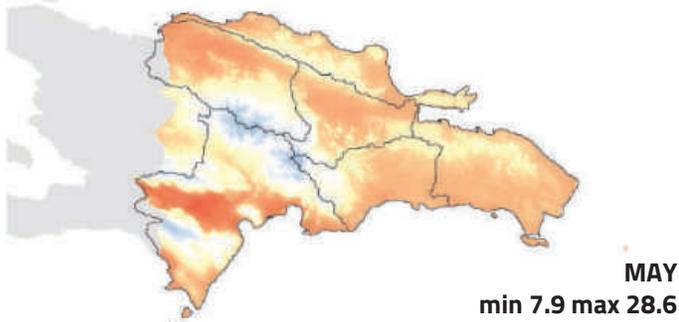
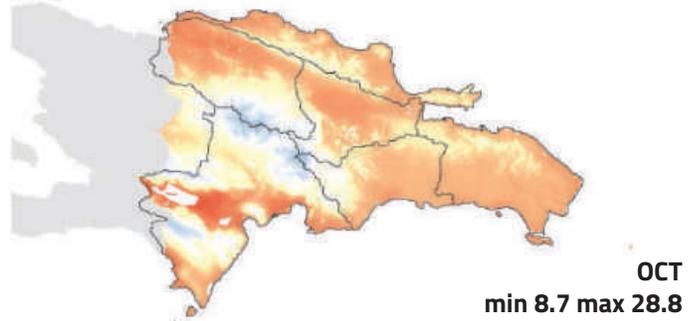
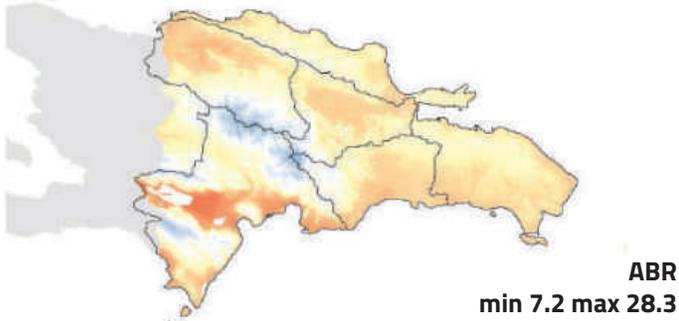
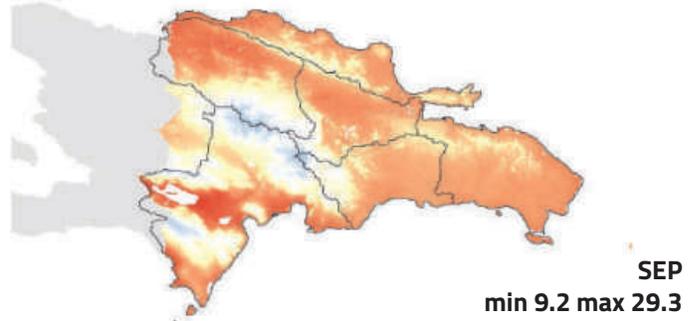
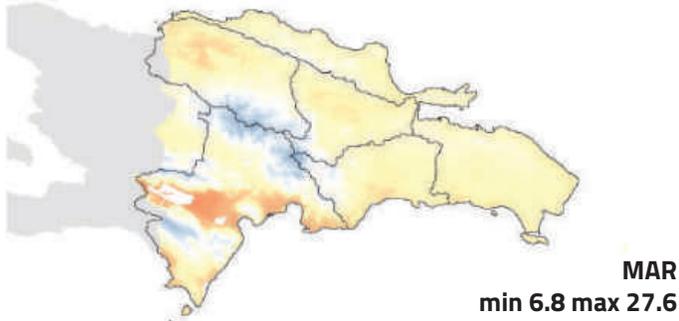
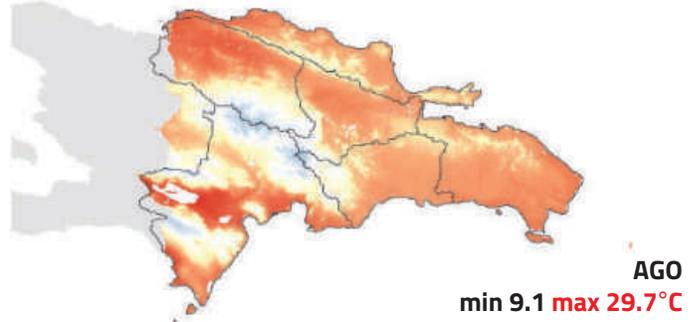
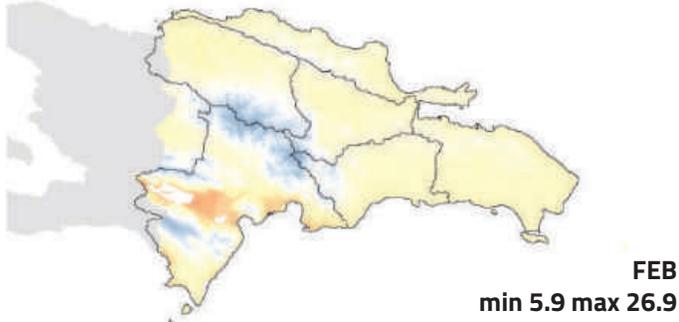
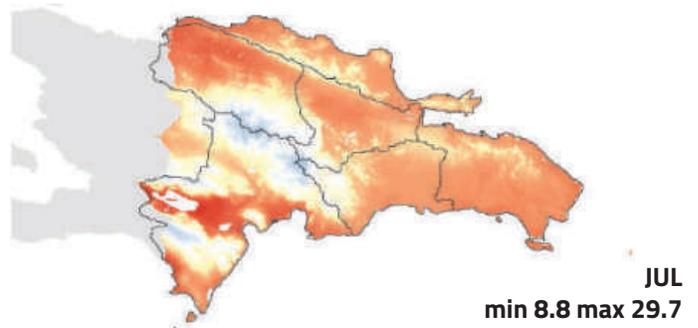
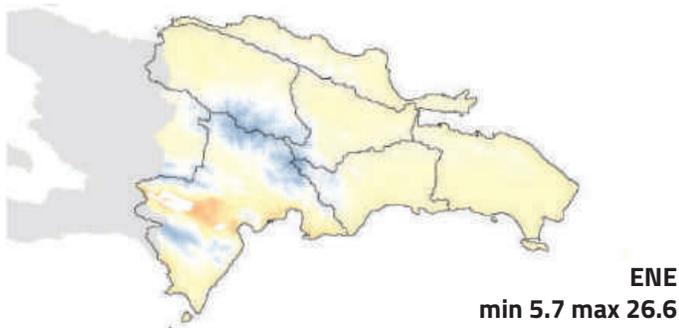
Mar Caribe



## Clima y temperatura

El clima de la República Dominicana se caracteriza por tener temperaturas cálidas durante todo el año. Como estaciones propiamente dichas no se puede distinguir entre verano e invierno, pero si entre dos estaciones bien definidas y condicionadas por los vientos alisios y las corrientes marinas: la lluviosa o ciclónica y la seca. El clima es tropical, generalmente húmedo y cálido, aunque las numerosas montañas y cordilleras que tiene la isla favorecen una diversidad de climas y microclimas durante todo el año. Las temperaturas son altas durante todo el año, registrándose una temperatura media anual de 25°C sin cambios pronunciados durante las estaciones del año.

La temperatura media mensual de la región **Ozama-Nizao** es de 25.7°C, con oscilación de unos 3°C y con incremento del oeste al este, disminuyendo hacia las zonas montañosas.



## Precipitación

En el país, las lluvias son relativamente abundantes y promedian 1,500 milímetros por año. Su distribución es desuniforme en todo el territorio. Se distinguen tres temporadas de lluvias:

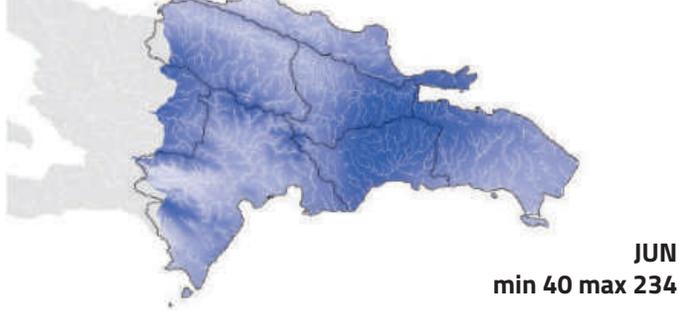
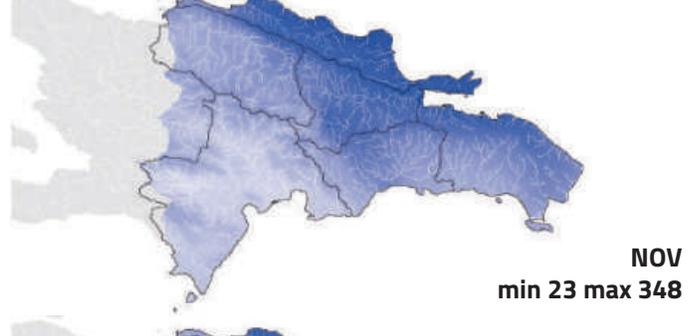
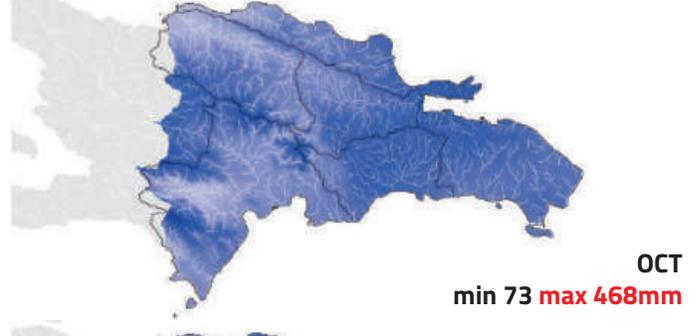
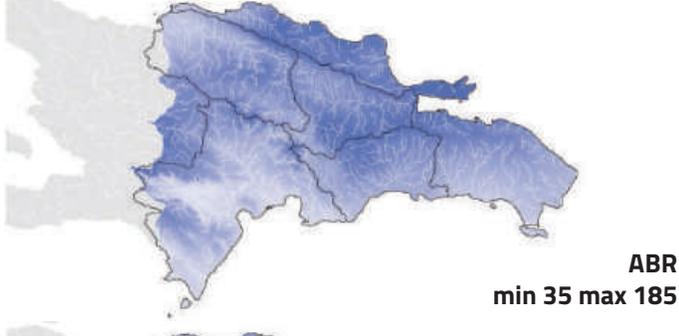
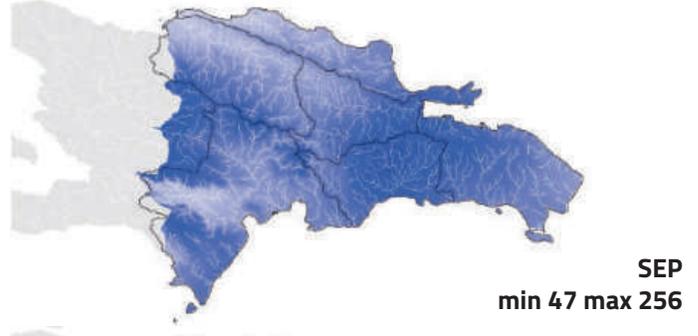
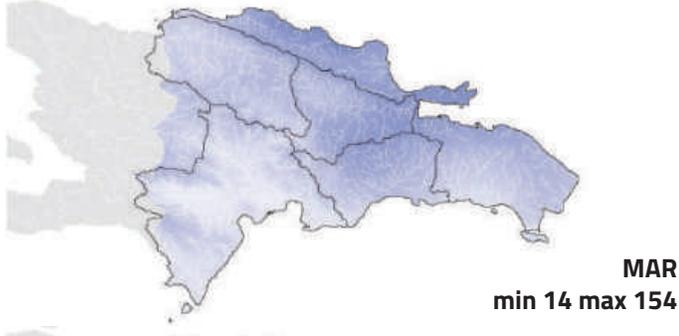
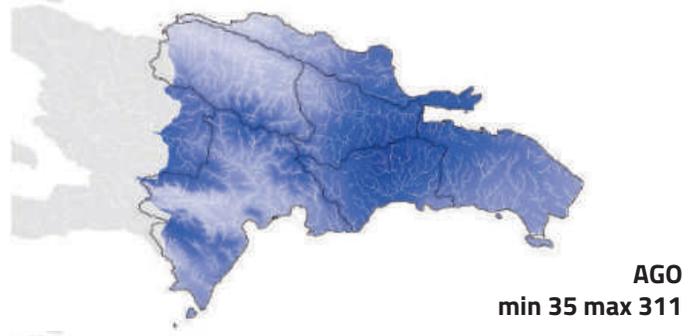
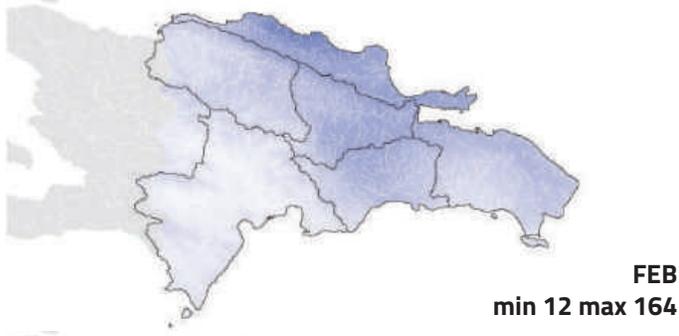
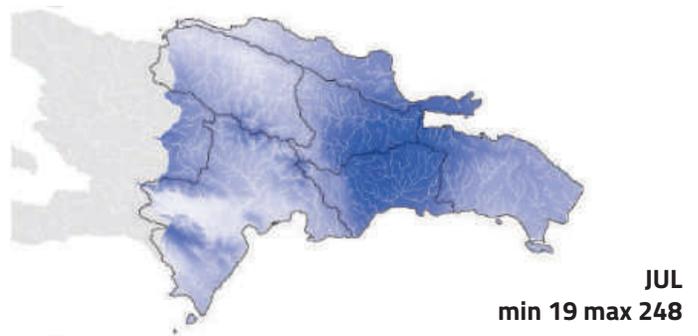
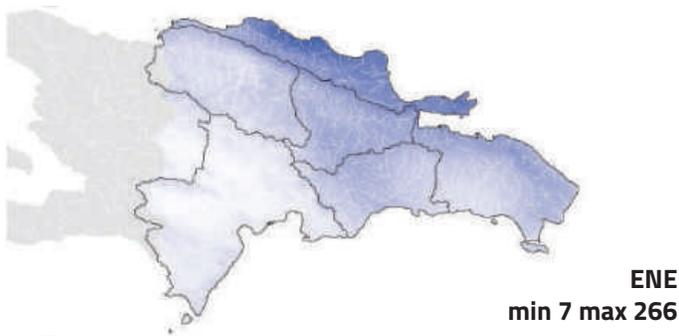
- Temporada Frontal (noviembre-abril)
- Temporada Convectiva (mayo-julio)
- Temporada Ciclónica (agosto-octubre)

Las mayores precipitaciones se registran durante la temporada ciclónica. El mes donde más llueve es mayo y marzo donde menos llueve.

Las zonas de alta precipitación están altamente influidas por los vientos alisios cargados de humedad sobre el océano atlántico que llegan al país por el nordeste, produciendo las llamadas lluvias orográficas. Esto ocurre primero en la Cordillera Septentrional, la Sierra de Yamasá y luego en la Cordillera Central. Los valores anuales de estas zonas fluctúan entre 1,800 a 2,500 mm, con excepciones en la zona kárstica de Los Haitises, donde se han registrado por encima de 3,000 mm al año.

En general, más de la mitad del país goza de más de 100 días de lluvia anual (días en que llueve 0.5 mm o más), con variaciones que van desde 31 días en Pedernales y 265 días en San Cristóbal.

Cada año llueven alrededor de 66,825M m<sup>3</sup> (millones de metros cúbicos) sobre la República Dominicana de los cuales el 70% se evapotranspiran y el 27% escurre superficialmente, generando un caudal medio de 615 m<sup>3</sup>/s.



Temporada Ciclónica

## Suelos

En República Dominicana el estudio de clasificación de los suelos de acuerdo a su capacidad productiva se realizó en 1967, formando parte del proyecto "Reconocimiento y Evaluación de los Recursos Naturales de la República Dominicana", auspiciado por la Organización de los Estados Americanos (OEA).

Según esta clasificación, se determinaron ocho Clases de Capacidad Productiva y Uso Potencial:

- I. Suelos cultivables, aptos para el riego, con topografía llana y sin factores limitantes de importancia; productividad alta con buen manejo
- II. Suelos cultivables, aptos para el riego, con topografía llana, ondulada o suavemente alomada, y con factores limitantes no severos. Productividad alta con buen manejo
- III. Suelos cultivables, aptos para el riego, sólo con cultivos muy rentables, presentan topografía llana, alomada o suavemente alomada y con factores limitantes de alguna severidad. Productividad mediana con prácticas intensivas de manejo
- IV. Suelos limitados para cultivos y no aptos para el riego, salvo con cultivos muy rentables; presentan limitantes severas y requieren prácticas intensivas de manejo.
- V. Suelos aptos para pastos y cultivos de arroz, con limitantes de drenaje; productividad alta para pastos o para arroz con prácticas de manejo.
- VI. Suelos aptos para bosques, pastos y cultivos de montaña, con limitantes muy severas de topografía, profundidad y rocosidad.
- VII. Incluye terrenos escabrosos de montaña, con topografía accidentada, no cultivables, aptos para fines de explotación forestal.
- VIII. Terrenos no aptos para el cultivo, destinados solamente para parques nacionales, vida silvestre y recreación.

Su comportamiento en el territorio se resume de la siguiente forma:

- Los suelos Clase I ocupan la menor superficie del territorio nacional, concentrando su localización en parte del valle del Cibao y una pequeña porción en el valle de San Juan y en la provincia Elías Piña.
- La Clase II se localiza en las márgenes de los ríos Yaque del Norte, Yaque del Sur, Yuna, Bajabonico, Macasías e Isabela.
- Las Clases III y IV están distribuidas en su gran mayoría en parte del litoral sur y en las regiones suroeste y

norroeste. La Clase V ocupa áreas planas de la Llanura Costera del Caribe en la región este, en el Valle del Cibao, en San Juan y en la Hoya de Enriquillo.

- La Clase VI ocupa áreas de la Llanura Costera del Atlántico, del Caribe, de la Península de Barahona y de la Hoya de Enriquillo.
- La Clase VII ocupa la mayor extensión del país. Comprende la mayor parte de las Cordilleras Central y Septentrional, así como las Sierras de Bahoruco y Neiba, y los montes del Seibo. También incluye partes muy rocosas, muy poco profundas y, en algunos casos, alomadas, de las plataformas de caliza de arrecife del suroeste de Barahona y del sur de Higüey, así como de la extensa plataforma kárstica de Los Haitises.
- La Clase VIII ocupa parte de la Llanura Costera de Miches, de la Llanura Costera del Atlántico, de la Cordillera Septentrional y de la Hoya de Enriquillo.

En la provincia de San Cristóbal el 5.28% de los suelos corresponden a la clase II, el 9.35% clase III, el 9.69% a la clase IV, el 2.89% a la clase V, el 4.35% a la clase VI y el 68.43% a la clase VII, esta última, como se menciona anteriormente es apta para fines de explotación forestal.

### *Cuenca Río Haina*

Los suelos más representativos que existen en esta cuenca están agrupados en más de un 55% por la asociación de terrenos definitivamente montañosos, en áreas que corresponden a la región de la cordillera central. Son de topografía muy accidentada un factor predominante en este grupo de suelos, que por lo general, presentan pendientes mayores del 100%, de poca profundidad efectiva y muy rocosa. Le siguen en superficie ocupada los suelos correspondientes a la asociación Guanuma Elmhurst cubriendo el 21.34%, que incluyen zonas de valle intramontano de la Cordillera Central.

En parte correspondiente a la Llanura costera del Caribe están incluido suelos de las asociaciones Hicotea-Pimentel-Palmarejo que ocupa el 7.45%, la asociación Jalonga,- Marmolejos- Caliche, que represente un 7.35%, así como de suelos considerados como aluviales recientes con una superficie que representa alrededor de un 4% del área de la cuenca. Otros suelos corresponden a las asociaciones: Martí y Matanza-Jalonga.

De acuerdo al mapa de capacidad productiva (OEA), 1967, se determinó que alrededor del 72% de los suelos de la cuenca del río Haina son de vocación Forestal, y en algunos casos para cultivos perennes como cacao y café distribuido de forma homogénea en toda el área de la cuenca. Corresponden a la clase VII, que presentan limitantes severas de topografía, pedregosidad y profundidad efectiva.

En cuanto a los terrenos aptos para cultivos anuales se incluyen las clases II y III que representan un 17%. Para un aprovechamiento óptimo de estos suelos se hace necesario implementar prácticas moderadas a intensivas de manejo para los cultivos posibles. Por otro, tenemos que el restante 11% son principalmente aptos para pastos y arroz, presentando factores limitantes de drenajes interno y externo, lo que limita considerablemente la siembra de otros rubros agrícolas.

#### *Cuenca Río Nizao*

Según el mapa de Asociaciones de Suelos de la República Dominicana (OEA, 1967), en la cuenca del río Nizao se identificaron 7 asociaciones de suelos. Correspondiendo la mayor superficie a terrenos escabrosos de montañas con el 81%, seguido por la asociación de suelo Las Lavas (6.10 %), y Suelos Calcáreos de Valles Intramontanos (3.86 %), el 10% restante la comparten los Suelos Aluviales Recientes y las asociaciones Yaguata, Valle Nuevo y San Jose-Pizarrete.

Los terrenos escabrosos de montaña agrupan suelos con topografía muy accidentada con pendientes mayores del 100 por ciento. Estos suelos son poco profundos de fertilidad inherente baja y susceptible a la erosión.

Los terrenos de origen aluviales de la cuenca se ubican a todo lo largo del cauce del río Nizao específicamente en la parte baja, formados por materiales no consolidados, de deposición reciente del cuaternario.

De acuerdo al mapa de capacidad productiva (OEA), 1967, en la cuenca el 85.50 % de los suelos son aptos para bosques que incluyen las clases VII, de topografía accidentada, pedregosidad y profundidad. Por otra parte, los terrenos aptos para cultivos perennes de montaña y pastos (clases VI), tan solo representan un 1.50%, con limitantes de topografía, profundidad y rocosidad.

Considerados para cultivo de arroz y pastos (clase V), existen un 2.84%, siendo su limitante principal el drenaje interno y superficial deficiente, requieren prácticas de manejo. En cuanto a los terrenos apropiados para cultivos

anuales intensivos (Clases I hasta IV) existen el 10.18% del área de la cuenca.

#### **Degradación de los suelos**

Los principales procesos de degradación de los suelos que afectan la República Dominicana, corresponden a erosión, salinización, compactación y contaminación. La erosión se genera en suelos con diferentes grados de pendientes, sometidos a un uso intensivo, sin prácticas de conservación y por desmonte de la cobertura vegetal para diferentes usos. Según distintos estudios realizados sobre el tema, las áreas donde se localizan los suelos más expuestos al fenómeno de erosión son Valle Nuevo, en Constanza (región Cibao Sur), puntos específicos de las regiones del Valle y Enriquillo, como la Sierra de Neyba, Duvergé y Barahona; la cuenca media del río Yaque del Norte, que abarca partes de las regiones Cibao Norte y Cibao Noroeste; las cuencas de los ríos Nizao y Nizaíto (dentro de las regiones Valdesia y Enriquillo, respectivamente); y la cuenca alta del río Ocoa (dentro de la región Valdesia), esta última una de las más degradadas de la República Dominicana, donde se pierden anualmente cerca de 500 toneladas de material de suelo por hectárea.<sup>3</sup>

Las causas principales de la salinización en el país son las prácticas inadecuadas de riego (uso de agua con alto nivel de salinidad, reciclaje de agua de riego, uso excesivo de agua y otros) y problemas de drenaje. Se presentan procesos de salinización importantes en Bahoruco, valle de Neyba e Independencia, en la región Enriquillo; Monte Cristi y parte baja del Yaque del Norte, en la región Noroeste; y en la llanura de Azua, en la región Valdesia. En las regiones Enriquillo, Noroeste, El Valle y Valdesia, también se presenta una situación de desertificación por efecto de deforestación. La contaminación de suelos viene de diferentes fuentes y problemas que existen en el país, como son: vertederos a cielo abierto, incendios forestales, muelles, puertos, uso excesivo de agroquímicos, fertilizaciones inadecuadas y la minería a cielo abierto.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Programa de acción nacional de lucha contra la desertificación y sequía.

<sup>4</sup> Documento de Consulta Plan de Ordenamiento Territorial 203. Versión: 19.11.2015

## Topografía

El relieve del territorio República Dominicana es muy variado y con una composición morfológica muy particular. Tiene elevaciones que superan los 3,000 metros de altura, extensos valles, llanos costeros y zonas como la Hoya de Enriquillo, situada a 46 metros por debajo del nivel del mar, particularidad que influye en las condiciones climáticas del país, gobernadas por los efectos de los vientos alisios, que determinan los patrones de distribución de las lluvias en el territorio.

Fisiográficamente la República Dominicana consiste de cuatro cadenas de montañas casi paralelas con orientación este sudeste a oeste noroeste y están relacionadas con la parte oriental y central de Cuba y las montañas de Puerto Rico. Asimismo se intercalan cinco cuencas de deposición y llanuras comprendiendo los suelos más fértiles de la República Dominicana.

Estas cadenas de montañas así como las cuencas de deposición y llanuras son las siguientes:

### Cordilleras

- Central
- Septentrional
- Oriental

### Sierras

- Samaná
- Bahoruco
- Neiba
- Martín
- García
- Yamasá

### Cuencas y Llanuras

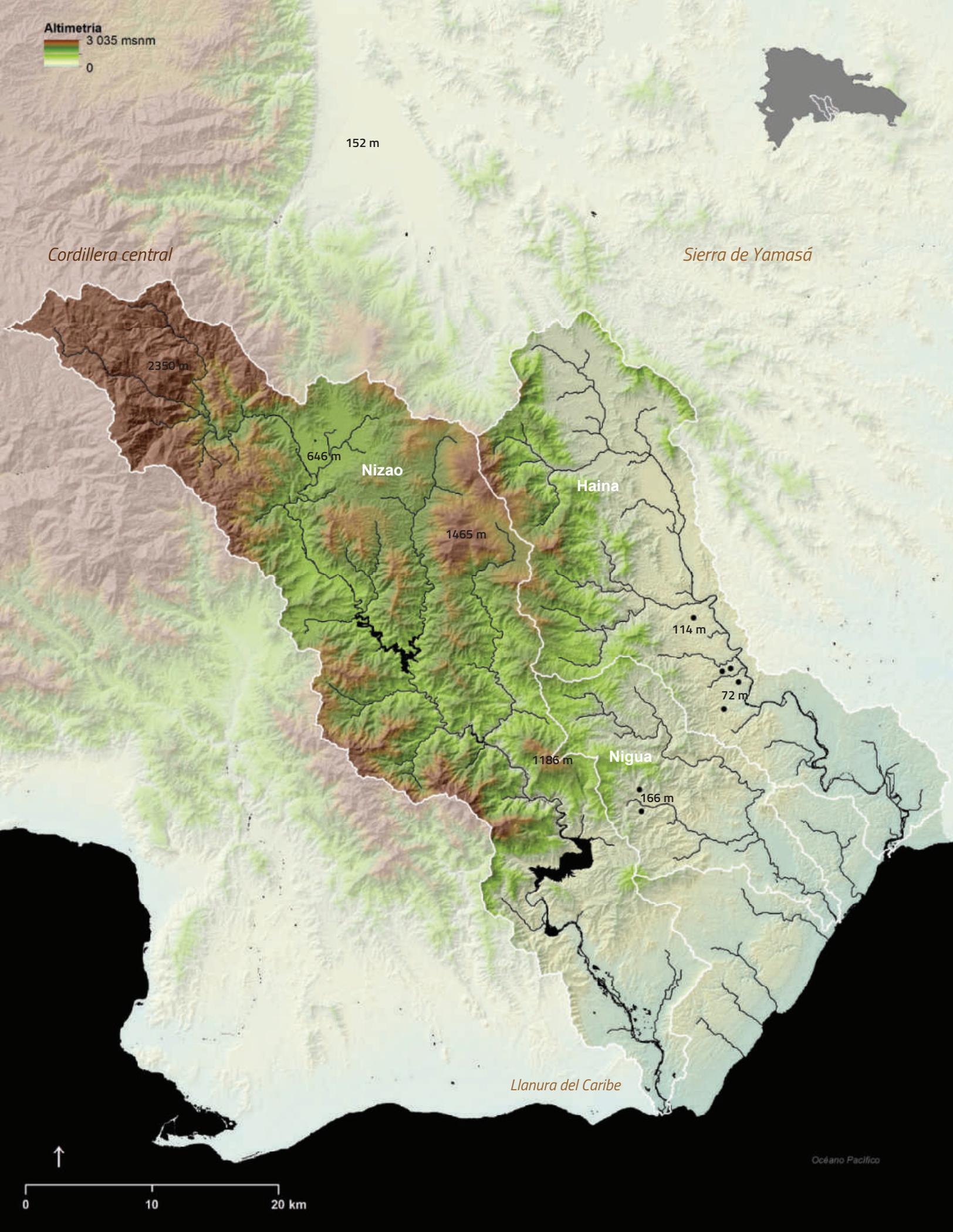
- Valle del Cibao
- Valle de San Juan
- Llanura de Azua
- Hoya de Enriquillo
- Llanura Costera del Caribe
- Llanura de la Península de Barahona

Estrabaciones de la Cordillera Central se encuentran ocupando gran parte de la provincia, sobre todo en el norte y el oeste. En la frontera con la provincia Monte Plata se encuentra la Sierra de Yamasá. Además existen otras elevaciones pequeñas hacia el este y en el sur, como las Lomas de Duveaux, al sur de Yaguate.

---

<sup>5</sup> Documento de Consulta Plan de Ordenamiento Territorial 203. Versión: 19.11.2015

Altimetria  
3 035 msnm  
0



*Cordillera central*

*Sierra de Yamasá*

2350 m

152 m

646 m

**Nizao**

1465 m

**Haina**

114 m

72 m

1186 m

**Nigua**

166 m

*Llanura del Caribe*

Océano Pacífico



El territorio se ha zonificado en seis (6) rangos de pendiente:

1. Pendiente de 0-4%, conformada por suelos clase I, II, III, V y VIII, que ocupan una superficie de 12.9 mil km<sup>2</sup>, equivalente al 26% del territorio nacional;
2. Pendiente de 4-8%, conformada por suelos clases II y III, que ocupan una superficie de 8,436.42 km<sup>2</sup>, equivalente al 18% del territorio nacional;
3. Pendiente de 8-16%, conformada por suelos clase IV, que ocupan una superficie 7,560.01 km<sup>2</sup>, equivalente al 16% del territorio nacional;
4. Pendiente de 16-32%, conformada por suelos clase VI, con una superficie de 9,578.59 km<sup>2</sup>, equivalente al 20% del territorio nacional;
5. Pendiente 32-64%, conformada por suelos clase VII, con una superficie de 8,190.28 km<sup>2</sup>, equivalente al 17% del territorio nacional; y
6. Pendiente mayor de 64%, conformada por suelos clase VII y VIII, que ocupan una superficie de 1,485.76 km<sup>2</sup>, equivalente al 3% del territorio nacional.

En el mapa de la siguiente página se puede identificar las zonas de la cuenca baja presentan pendientes suaves y es donde se encuentran las zonas poblacionales. Mientras que las localidades se encuentran en las partes de la cuenca media y las partes bajas de las cuencas altas.

**Pendiente (%)**

- 0 - 15
- 15 - 35
- 35+



Nizao

Haina

Nigua

Océano Pacífico



0 10 20 km

## Bosques

Según el estudio de usos de suelo (MMARN 2012), los bosques ocupan el 46.2% de las cuencas con 83,625 ha. Predomina el Bosque Latifoliado Húmedo con 45,167 ha (24.9%) y el Bosque de Conífera Disperso con 22,753 ha (12.6%).

### *Cuenda del Río Nizao*

En la cuenca la cobertura boscosa representa el 48.6% con 50,4340ha. Donde el Bosque de conífera ocupa 19.1%, el de latifoliadas 28.8% con 29,932 ha, que incluye los bosques latifoliados húmedo, semihúmedo y nublado presente en la cuenca alta y media. El bosque seco ocupa el 0.7% con 707ha presente en la parte baja críticas.

### *Cuenda del Río Haina*

En la cuenca del río Haina alrededor de un 49.2% presenta cobertura de bosques con predominio de bosque latifoliado con 24,788 ha (44.3%). Donde se incluye la categorías de bosque nublado, localizado específicamente en el extremo noroeste de la cuenca en las lomas el Alto de la Paloma, La Lagunita, y alto del Mogote, donde se ubica la cabecera del río Guanarito. Bosque latifoliado húmedo, presente en casi todo el área de la cuenca y el Bosque latifoliado semihúmedo, que presenta en pequeña cantidad en la parte baja de la cuenca. El Bosque de conífera está ubicado en la parte alta y media de la cuenca con 2,756ha (4.9%).

### *Cuenda del Río Nigua*

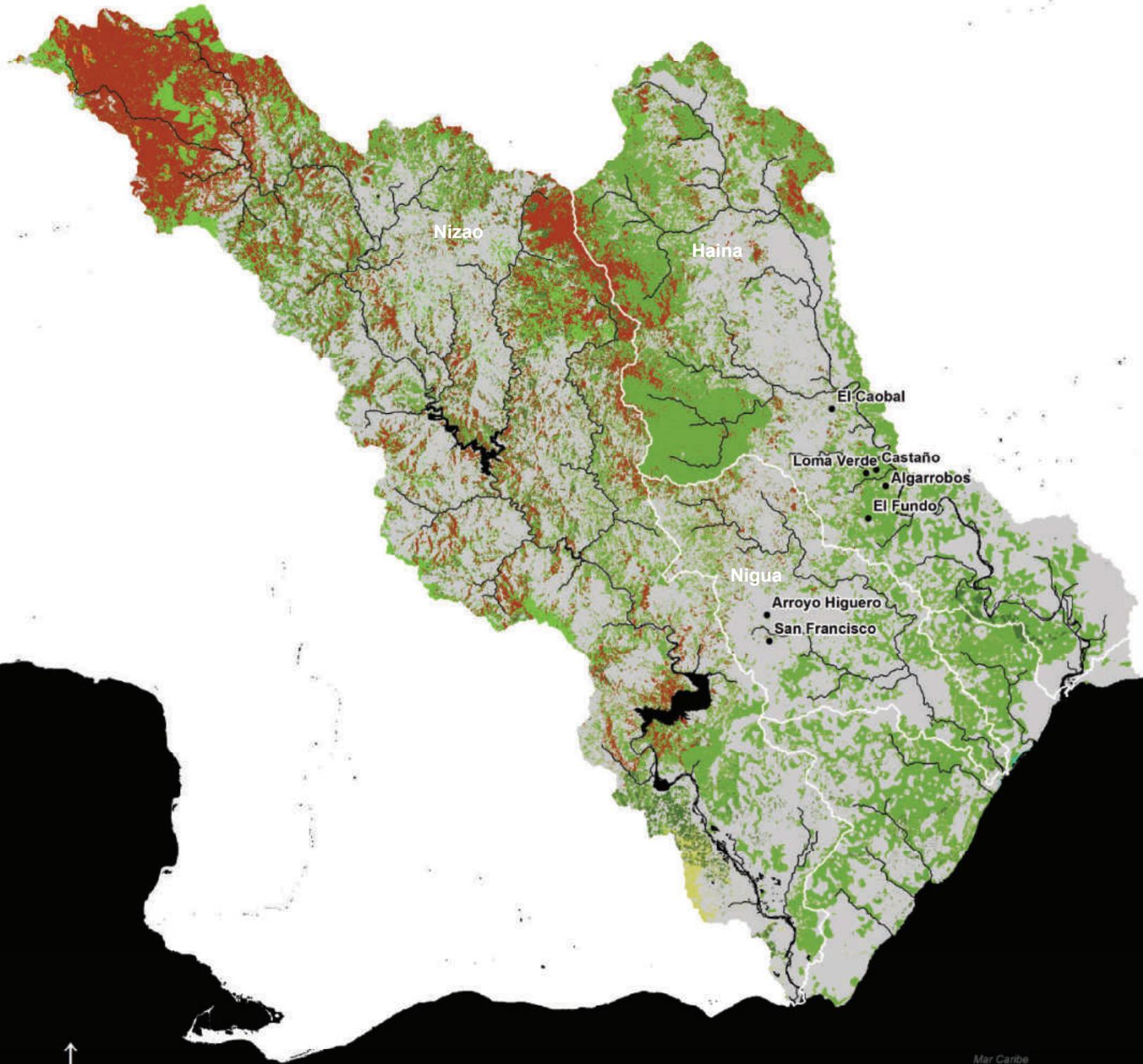
Los Bosques cubren el 26.4% de la cuenca con 5,641ha. Predomina el Bosque Latifoliado Húmedo con 5,010 ha (23.5%) , el Bosque Latifoliado Semi Húmedo con 253 ha (1.2%) y el Bosque de Conífera Denso de manera dispersa en la parte alta de la cuenca con 376 ha.

**Tabla 23.4**  
Bosques 2012 por cuencas

	Nizao		Haina		Nigua	
<b>Bosques</b>	<b>50,439.9</b>	<b>48.6%</b>	<b>27,544.3</b>	<b>49.2%</b>	<b>5,641.3</b>	<b>26.4%</b>
Bosque Conífera Denso	19,621.9		2,756.3		375.7	
Bosque Conífera Disperso	178.5					
Bosque Latifoliado Humedo	16,606.5		23,550.9		5,009.9	
Bosque Latifoliado Nublado	6,594.3		275.5		2.3	
Bosque Latifoliado Semi Humedo	6,730.9		961.1		253.2	
Bosque Seco	706.5					
Mangles	1.3		0.5		0.1	

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MMARN)

-  s/n
-  Bosque Conifera Denso
-  Bosque Conifera Disperso
-  Bosque Latifoliado Humedo
-  Bosque Latifoliado Nublado
-  Bosque Latifoliado Semi Humedo
-  Bosque Seco
-  Mangles



Nizao

Haina

El Caobal

Loma Verde  
Castaño  
Algarrobos  
El Fundos

Nigua

Arroyo Higuero  
San Francisco

Mar Caribe



## Cultivos

Estos incluyen aquellos usos relacionados con actividades productivas ya sean de carácter estacional, como cultivos intensivos, pastos y caña, y de tipo perennes como café, cacao, cítricos y aguacate. Representan el 33.9% de las cuencas con 61,355 ha.

### *Cuenca del Río Nizao*

Los cultivos suman el 31.8% de la superficie total de la cuenca con 33 mil hectáreas. Esto incluye zonas con cultivos de carácter intensivo y caña con 3,892ha (3.9%). Los cultivos de café se encuentran distribuidos en casi toda la parte media de la cuenca, que abarca el territorio de los distritos municipales de Nizao y La Cienega, que ocupan 16,747ha (16.1%). Existe una pequeña zona de aguacate al norte de la Presa de Valdiesa que tiene 633ha. La superficie de pastos representa el 26.9% con 11,472ha.

### *Cuenca del Río Haina*

Los terrenos con uso agrícola representan un 29.4% del área con 16,428 hectáreas. Los terrenos con agricultura y pastos dedicados a la crianza de ganado vacuno representan el 14.3%, son cultivos extensivos de ciclo corto implementados en la época de lluvia, concentrándose la mayor porción en la cuenca baja. En relación con los cultivos perennes el cacao es el más relevante ubicado en los municipios de Villa Altagracia y de San Cristóbal con 3,959 ha (7.1%). La mayor superficie de cítrico corresponde a la parte norte de la cuenca con 2,665 ha (4.8%).

### *Cuenca del Río Nigua*

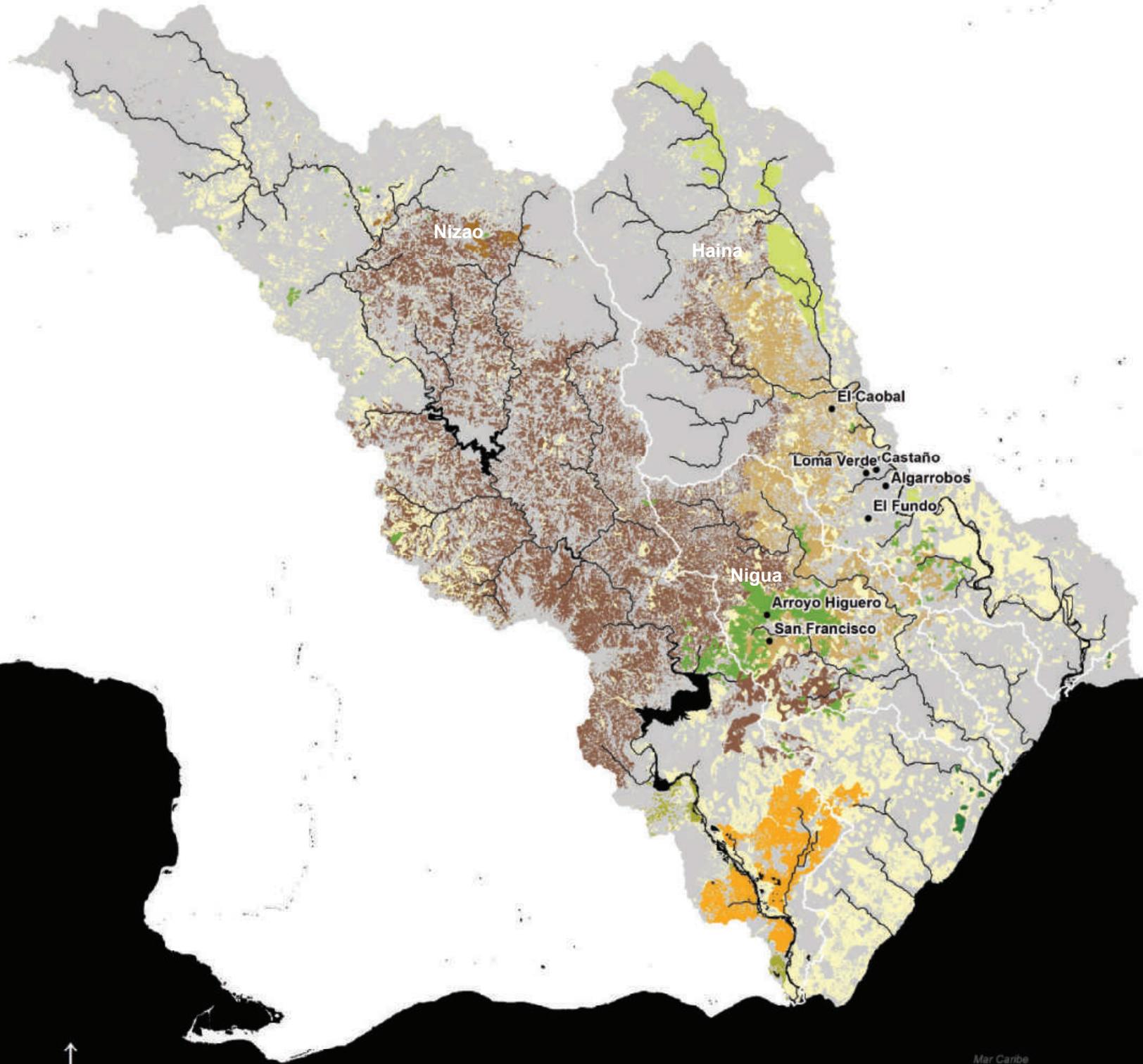
De los 21,351ha de la cuenca, los cultivos representa el 55.9% con 11,926 ha. Predomina el cultivo de cacao con 3,415ha (16.0%) y café con 2,996ha (14.0%). También hay una zona importante de aguacate con 2,017 ha (9.4%). Existen algunas plantaciones de coco en la comunidad de Hato Dama en la parte baja de la cuenca.

**Tabla 23.5**  
Cultivos 2012 por cuencas

	<b>Nizao</b>		<b>Haina</b>		<b>Nigua</b>	
<b>Agropecuario</b>	<b>33,000.4</b>	<b>31.8%</b>	<b>16,428.7</b>	<b>29.4%</b>	<b>11,925.9</b>	<b>55.9%</b>
Agricultura / Pasto	11,471.5		7,984.3		3,454.7	
Aguacate	633.2		342.5		2,016.5	
Caña	3,433.4					
Cacao			3,959.2		3,414.7	
Café	16,746.8		1,478.0		2,995.5	
Café sin sombra	256.5					
Cítrico			2,664.8		5.8	
Coco					38.8	
Cultivos Intensivos	458.9					

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MMARN)

- s/n
- Agricultura / Pasto
- Aguacate
- Arroz
- Cacao
- Cafe
- Cafe sin sombra
- Caña
- Citrico
- Coco
- Cultivos Intensivos
- Mangos
- Musaceas



Mar Caribe

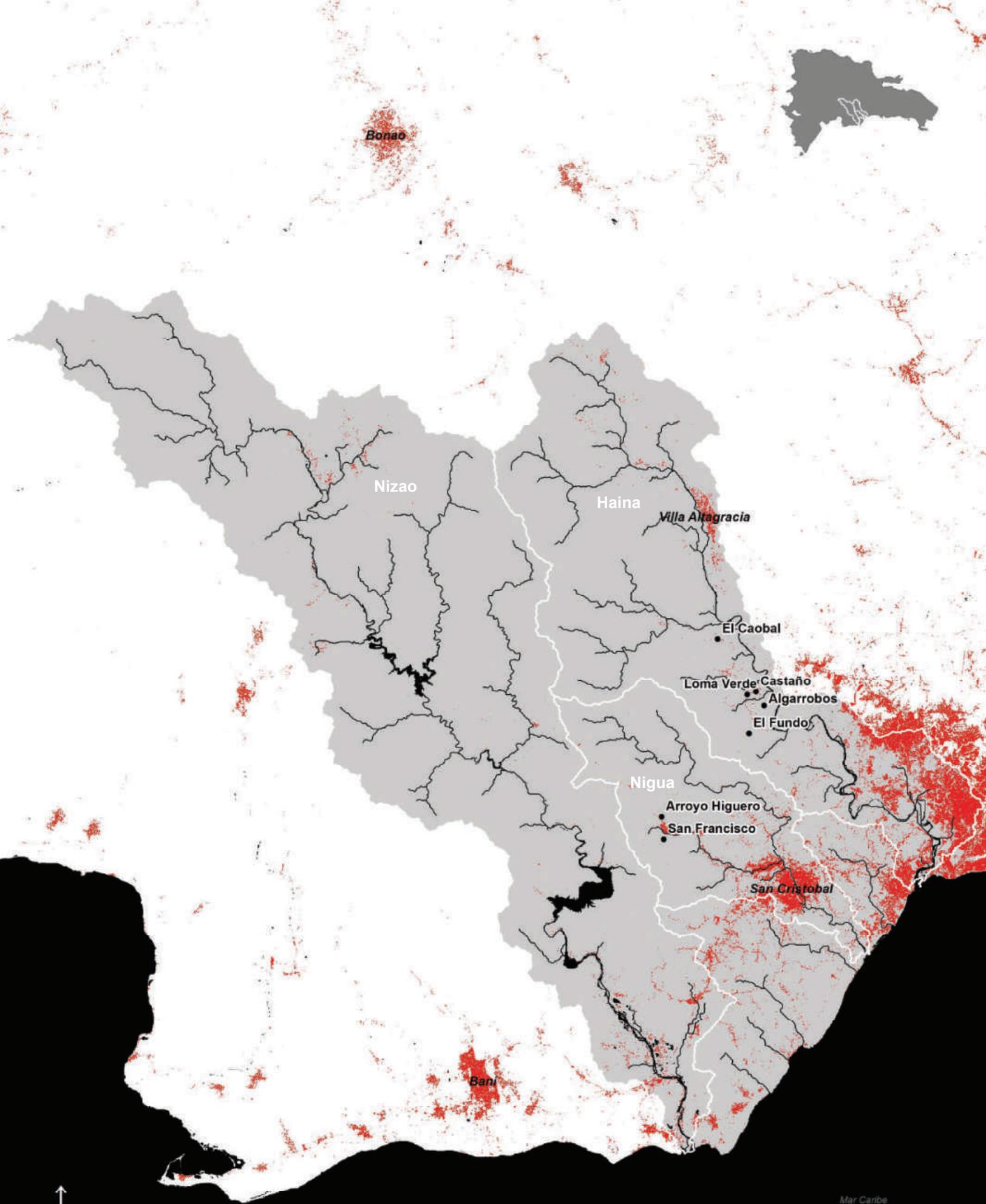


## Suelo artificializado

Las tres cuencas tienen 7 049 ha de suelo artificializado, que representa el 3.9% de la superficie de las cuencas (181,051 ha), distribuidos en 929 ha la cuenca de Nizao (0.9%), 4 327 ha en la cuenca de Haina (7.7%) y 1 839 ha en la cuenca de Nigua (8.6%).

La población en las cuencas es de alrededor 871 mil habitantes; 83 mil en Nizao, 615 mil en Haina y 173 mil en Nigua. Haina es la más poblada por incluir la zona oeste de Santo Domingo, mientras que Nigua incluye la ciudad de San Cristobal.

Los grandes centros de población se encuentran en las partes baja de las cuencas, mientras que las localidades se encuentran en las partes medias y alta de ellas.



Bonao

Nizao

Haina

Villa Altigracia

El Caobal

Loma Verde

Castaño

Algarrobos

El Fundo

Nigua

Arroyo Higuero

San Francisco

San Cristobal

Bani

Mar Caribe



# Áreas Naturales Protegidas

Ley 202-04, Decreto 571-09

Como parte de las políticas nacionales de conservación de la biodiversidad, la República Dominicana cuenta con un Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) conformado por 127 unidades de conservación, clasificadas en seis categorías y trece subcategorías de manejo. El conjunto de 127 unidades establecidas cubre una superficie terrestre de 12,085.04 km<sup>2</sup>, equivalentes al 25.07% del territorio nacional. El Sistema incluye además una superficie marina de 45,904.39 km<sup>2</sup>.<sup>1</sup>

La longitud de costa del país (incluyendo las islas adyacentes), es de 1,668 km, de los cuales 1,251.7 kilómetros, es decir el 75% está bajo protección. En estas unidades de conservación están protegidas muestras representativas de gran parte de los principales ecosistemas, y más del 90% de las especies de flora y fauna endémicas reportadas en el país.<sup>2</sup>

De acuerdo con la Ley de Medio Ambiente 64-00 (art. 35) los objetivos de establecer Áreas Protegidas en el país son:

- 1) Salvar, conocer, conservar y usar, conforme a su categoría de manejo, la biodiversidad y los ecosistemas bajo régimen de protección que conforman el patrimonio natural de la república;
- 2) Mantener en estado natural las muestras representativas de comunidades bióticas, zonas de vida, regiones fisiográficas, unidades biogeográficas, recursos genéticos y especies de vida silvestre amenazadas, en peligro o en vías de extinción, para facilitar la investigación científica, el mantenimiento de la diversidad biológica, asegurar la estabilidad ecológica, promover las actividades recreativas y de turismo sostenible y para favorecer la educación ambiental, la investigación científica y el estudio de los ecosistemas;
- 3) Promover y fomentar la conservación, recuperación y uso sostenible de los recursos naturales;
- 4) Garantizar los servicios ambientales que se deriven de las áreas protegidas, tales como fijación de carbono, disminución del efecto invernadero, contribución a la estabilización del clima y aprovechamiento sostenible de la energía;
- 5) Conservar y recuperar las fuentes de producción de agua y ejecutar acciones que permitan su control efectivo, a fin de evitar la erosión y la sedimentación.

La provincia de San Cristóbal cuenta con ocho áreas naturales protegidas, ocupando una superficie de 272.6 km<sup>2</sup> lo que corresponde aproximadamente al 22% del área total de la provincia. Estas se agrupan en cinco categorías de manejo:

## I. Reserva Científica, Loma Barbacoa, 1,381 ha

### *Área de Protección Estricta*

La Reserva Científica Loma Barbacoa está localizada en las estribaciones del sur de la Cordillera Central, entre las provincias de Peravia, San José de Ocoa y San Cristóbal, con una altura máxima de 175 msnm. Es una zona de alta precipitación y con régimen hídrico relevante, cuencas de ríos importantes del país, de significativa incidencia para las actividades productivas de la región en el sector agrícola. La principal función del área protegida es la conservación del agua. La declaratoria de la Loma Barbacoa como reserva científica está asociada a la necesidad de conservación de cuencas hidrográficas y nacimientos de arroyos y fuente de acuíferos. El Nizao, uno de los ríos más caudalosos del país, tiene parte de su curso en esta reserva.

Además, tiene una gran relevancia en el campo botánico con la presencia de 32 géneros de helechos y 30 especies de orquídeas, de las cuales seis son endémicas. Dentro de esta área protegida se han reportado 11 especies de plantas consideradas en vías de extinción, entre ellas, seis orquídeas y dos helechos arborescentes. Las especies más comunes son palo de viento (*Didymopanax tremulus*), manacla (*Prestoea montana*) y ébano verde (*Magnolia domingensis*).

El grupo faunístico mejor representado son las aves, reportando 65 especies entre las que se pueden citar la cotorra (*Amazona ventralis*) y el perico (*Aratinga chloroptera*). Del total de aves endémicas reportadas para el país se han localizado alrededor de 50% de las especies dentro del área protegida. Entre muchas especies de aves se puede encontrar ejemplares de Zorzal de la selle (*Turdus swalesi*), carrao (*Aramus guarauna*) y papagayo (*Priotelus roseigaster*). En cuanto a los mamíferos sólo se ha reportado para esta reserva la presencia del murciélago (*Monophyllus redmani*).<sup>3</sup>

## II. Montaña la Humeadora, 30,552 ha

### *Parque Nacional*

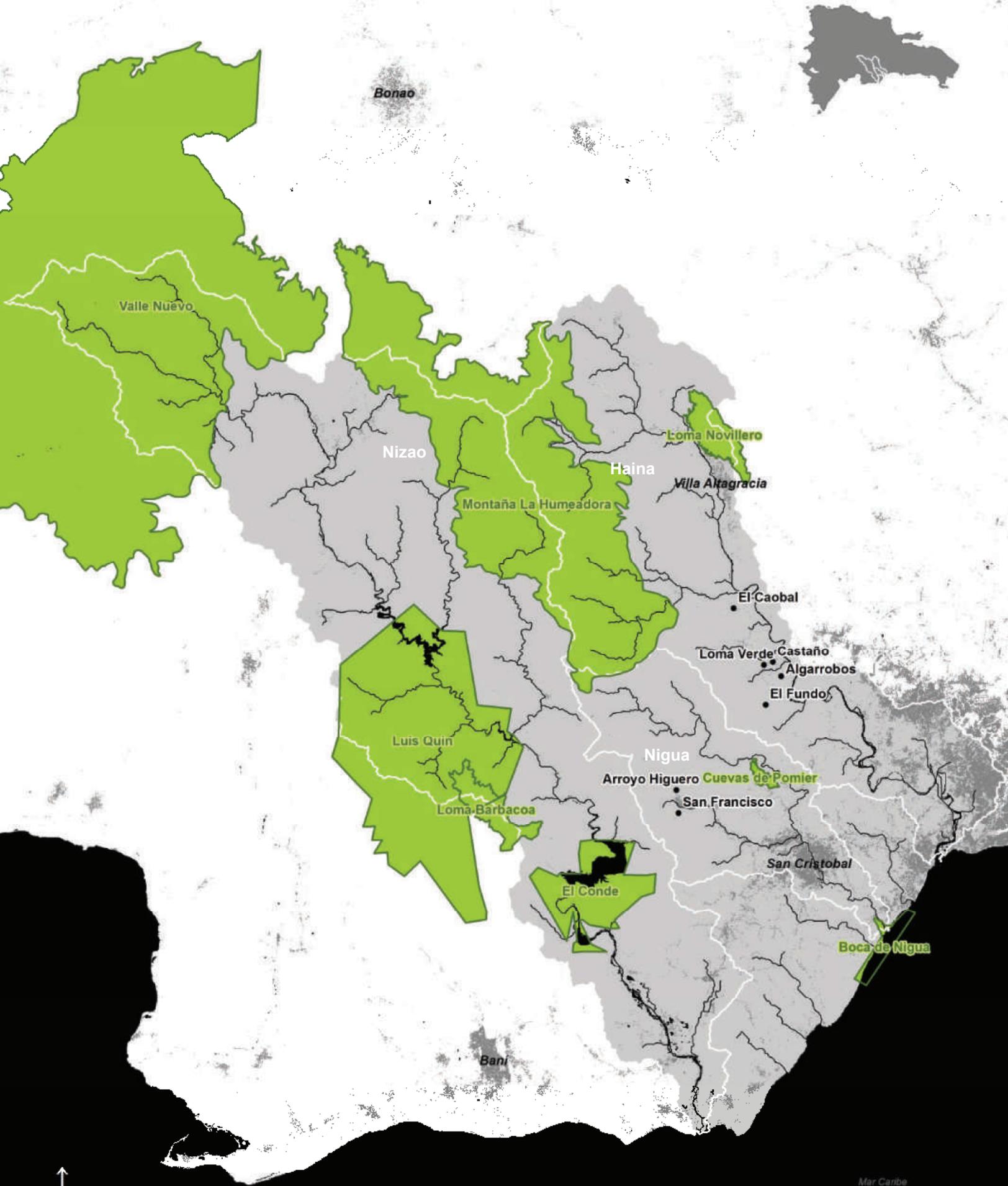
La Humeadora está localizada en la vertiente sureste de la Cordillera Central, a unos 10 km al suroeste del Municipio de Villa Altigracia, y al noreste de la ciudad de San Cristóbal. Forma parte de uno de los sistemas montañosos más antiguos e importantes de las Antillas, debido a su diversidad ecológica y fisiográfica. Su ubicación es privilegiada y su topografía compleja; la loma tiene una extensión de aproximadamente 84 km<sup>2</sup>, alrededor de la cual se levanta un conjunto de lomas de menor altura.

<sup>1</sup> Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Gobierno de la República Dominicana <https://ambiente.gob.do/areas-prottegidas/> (consultado el 20-feb-2021)

<sup>2</sup> Ibídem.

<sup>3</sup> Juan Modesto Rodríguez. Reserva Científica Loma Barbacoa. Econo-notas. <https://econo-notas1.blogspot.com/2014/04/reserva-cientifica-loma-barbacoa.html> (consultado el 22-feb-2021)

Áreas protegidas



Valle Nuevo

Bonao

Nizao

Haina

Loma Novillero

Villa Altigracia

Montaña La Humeadora

El Caobal

Loma Verde

Castaño

Algarrobos

El Fundo

Luis Quin

Nigua

Arroyo Higuero

Cuevas de Pomier

San Francisco

Loma Barbacoa

San Cristobal

El Conde

Boca de Nigua

Bani

Mar Caribe



La Loma La Humeadora forma parte de la unidad fitogeográfica compuesta por las lomas Los Rodríguez-Manaclar, Barbacoa, Casabito-La Sal, Suardí-Alto de Sonador. Esta zona es un Área Importante para la Conservación de las Aves (IBA, por sus siglas en inglés) y también posee gran importancia hídrica, ya que en ella nacen numerosos ríos y arroyos cuya agua es utilizada en actividades agrícolas, en la producción de energía eléctrica y para abastecer los acueductos de los focos urbanos de la región. Entre los ríos que se originan en el seno de la Loma La Humeadora se encuentran el Isa, Mana, Duey y el Maiboa, todos afluentes importantes del Río Haina. Además, esta zona se encuentra entre las más lluviosas de la Isla La Española, con una precipitación promedio anual de 2,300 mm.<sup>4</sup>

### III. Luís Quín, 19,367 ha

#### *Parque Nacional*

El Parque Nacional Luis Quin fue creado para proteger y aprovechar el potencial y la gama inmensa de recursos naturales que atesora la loma La Tachuela y su entorno oriental, la segunda de mayor altura (1,545 msnm) del extremo oriental de la Cordillera Central, así como los múltiples cursos y saltos de agua que allí se originan, dominados por el río Baní al sur y el Arroyo Jigüey al norte, incluyendo las presas de Jigüey y Aguacate (en el curso medio del Río Nizao), más sus ambientes y ecosistemas asociados, que van desde el bosque seco hasta el bosque nublado, manaclares y bosques ribereños. El Parque Nacional posee una composición que va desde bosque seco, pasando por bosque de transición a bosque húmedo y muy húmedo, con muestra representativa de bosque nublado en su altura máxima que alcanza los 1,500 metros sobre el nivel del mar.<sup>5</sup>

### IV. El Conde (Máximo Gómez) , 3,959 ha

#### *Parque Nacional*

El Parque Nacional integra parte Sur-oriental de la Cordillera Central. Ubicado en Yaguatero, San Cristóbal con una altura que oscila entre los 200 y 500 msnm. El Parque Nacional Máximo Gómez, anteriormente llamado Parque Nacional El Conde, fue creado con el propósito de conservar la geología y el relieve del curso medio del Riachuelo, así como los extraordinarios paisajes de la Presa de Valdesia y su entorno, donde se conjuga el relieve abrupto de las extremidades orientales de la Cordillera Central con muestras representativas del bosque transicional seco – húmedo que se desarrolla en la cuenca media – baja del Río Nizao, lugar donde éste divide en dos la cadena de montañas que forman la garganta que permitió construir el muro que encierra el vaso de la presa.

La vegetación consiste principalmente de bosques semi-húmedos muy densos con una alta diversidad de árboles. Algunas especies predominantes son la Caya Colora (*Sideroxylon salicifolium*), el Córban (Pseudoalbizia berteriana), el Palo de Hacha (*Lunania buchii*), la Guávana (*Cupania americana*), y el Guayabón (*Marcia subulatus*).

La avifauna es variada debido a que parte de la misma está asociada al agua dulce como el Zaramagullón (*Podilymbus podiceps*), las garzas y gallaretas. En los bosques se puede observar una amplia diversidad de aves endémicas de la isla como son el Cuatro Ojos (*Phaenicophilus palorum*), la Ciguita Colaverde (*Microigea palustres*), el Pájaro Bobo (*Coccyzus longirostris*) y el Barrancolís (*Todus subulatus*).

El Parque Nacional Máximo Gómez contiene cavernas que presentan arte rupestre prehispánico. Se han localizado gran cantidad de petroglifos y algunos bajorrelieves. Solamente en la cueva Las Caritas se conservan 86 petroglifos y dos bajorrelieves, algunos de los cuales representan importantes figuras mitológicas.<sup>6</sup>

### V. Cuevas de Borbón o Pomier, 179 ha

#### *Monumento Natural*

Este Monumento Natural es una Reserva Antropológica localizada en las estribaciones de la Cordillera Central constituyendo un paisaje donde el bosque semi-húmedo crece en laderas montañosas. En el área se identifican cinco ecosistemas: bosque húmedo secundario, bosques ribereños, potreros o pastizales, cultivos (maíz, guandul, yuca, plátano, batata) y cavernas; los cuales se desarrollan sobre la litología cárstica que se localiza en la zona. La vegetación crece sobre suelos de origen marino de agua poco profunda, en algunas áreas pedregosas y en las dolinas, donde en su fondo existen depósitos de humus.

La característica más importante es el relieve cárstico que da lugar a la aparición de numerosas cavernas. Las cavernas se encuentran en buena parte dentro de dolinas. Alrededor de las cavernas, en las zonas no antropizadas, crece un bosque húmedo tropical. Dentro del área protegida se encuentran 29 cavernas, de las cuales 15 son simas verticales con posterior desarrollo horizontal, 13 son cuevas horizontales y 1 es un abrigo profundo. Hasta el año 2015 se reportaron 17 cavidades que contienen arte rupestre: 1033 pinturas contabilizadas y 103 petroglifos.

El foco más interesante de esta unidad de conservación lo constituyen las cavernas con toda su fauna asociada y en especial los murciélagos. Estos mamíferos controlan las poblaciones de insectos y la variedad frugívora disemina

<sup>4</sup> BirdLife International. Important Bird Areas factsheet: Parque Nacional Montaña La Humeadora. <http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/parque-nacional-monta%C3%B1a-la-humeadora-iba-dominican-republic/text> (consultado el 23-feb-2021)

<sup>5</sup> Foro Nacional de Áreas Protegidas. Parque Nacional Luis Quin. <https://foronacionaldeareasprotegidas.blogspot.com/2019/02/> (consultado el 23-feb-2021)

<sup>6</sup> Juan Modesto Rodríguez. Parque Nacional Máximo Gómez. Econo-notas. <https://econo-notas1.blogspot.com/2016/01/parque-nacional-maximo-gomez.html> (consultado el 23-feb-2021)

durante su vuelo las semillas de los frutos que consumen por todos los rincones de los bosques.

El Monumento Natural está formado por calizas muy porosas, por ello no hay muchas corrientes de agua superficiales, dado que el agua de lluvia se dirige hacia el subsuelo por los abundantes sumideros del relieve cárstico, generando un importante nivel freático. Entre las corrientes fluviales que se encuentra dentro de sus límites destacan el río Nigua y el arroyo Caña Seca.<sup>7</sup>

## **VI. Loma Novillero 1,299 ha**

### *Reserva Natural*

Por sus aptitudes las Reservas Forestales cumplen con la función de proteger suelos y agua, o poseen un evidente potencial energético para producir de manera sostenible madera, leña, carbón y otros productos forestales. Su manejo requiere estar primordialmente orientado a la conservación o uso y aprovechamiento sostenible, o hacia la protección de un recurso natural de especial importancia como el agua (Ley No. 202-04).

La zona de Loma Novillero es limítrofe con Yamasá, en ella nacen aproximadamente 20 ríos y arroyos, entre los que están el Río Ozama, Río Isabela, Río Verde, entre otros arroyos que nutren el acueducto de Yamasá y La Isabela. En Loma Novillero se condensan para la formación de lluvias, los vientos alisios que son aportados por el océano Atlántico a través de la reserva de Los Haitises, y forma parte de la cuenca del río Haina, que surte de agua los acueductos de Villa Altigracia y la capital.

## **VII. Boca de Nigua (recreo), 697 ha**

### *Paisaje Protegido*

De acuerdo con el Decreto 571-09 se crea esta Área Nacional de Recreo como un paisaje protegido para aprovechar el potencial recreativo y ecoturístico de la Playa Los Charcos, con casi 7 kilómetros de longitud, la biodiversidad y el conjunto de valores naturales asociados y representados por el delta del Río Nigua, dunas, humedales, manglares, lagunas, aves acuáticas, vegetación ribereña y sus recursos culturales asociados como las ruinas de los ingenios coloniales de Boca de Nigua y Bachiller Belosa, el antiguo Leprocomio y la Casa de Trujillo.<sup>8</sup>

## **VIII. Autopista Duarte y 6 de Noviembre**

### *Corredor Ecológico*

Como parte de la categoría de paisajes protegidos el objetivo de la Autopista 6 de noviembre es mantener paisajes característicos de una interacción armónica entre

poblaciones humanas y la naturaleza, conservar el patrimonio natural y cultural y de las condiciones del paisaje original con alta diversidad biológica, así como proporcionar beneficios económicos derivados de actividades y usos tradicionales sostenibles y del ecoturismo. Evitando la proliferación de establecimientos comerciales y brindando protección adecuada al impacto del crecimiento poblacional al establecer en el Sistema de Corredores Ecológicos de Las Autopistas Duarte, Autopista 6 de Noviembre y la Autopista Juan Bosch una franja de 40 metros de ancho a ambos lados de la vía, así como las zonas divisorias, isletas de separación intravial, áreas verdes conexas y zonas de amortiguamiento (Ley No. 174-09).

En suma, las Áreas Protegidas aportan valiosos beneficios al país en general y a las comunidades de la subregión de San Cristóbal en particular, tales como: estabilización de las funciones hidrológicas, protección de suelos, estabilidad del clima, conservación de recursos renovables, protección de recursos genéticos para posibilitar el mejoramiento de cultivos, preservación de pies de cría y reservorios poblacionales, promoción del turismo sobre la base del patrimonio natural y cultural, generación de fuentes de empleo, provisión de facilidades para la investigación y el control ambiental, y la preservación de valores tradicionales y culturales.

<sup>7</sup> Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Monumento Natural Reserva Antropológica Cuevas de Borbón o Pomier. Plan de Manejo 2015-2020. PNUD; GEF; SINAP. Febrero 2015. pp. 25-28

<sup>8</sup> Decreto No. 571-09. Artículo 32. [https://ecohis.jmarcano.com/wp-content/uploads/sites/3/2020/06/decreto\\_571\\_09.pdf](https://ecohis.jmarcano.com/wp-content/uploads/sites/3/2020/06/decreto_571_09.pdf)

<sup>9</sup> Marvin Melgar Ceballos. Construyendo una visión de desarrollo del Parque Nacional Juan Bautista Pérez Rancier y del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de República Dominicana. Escuela de Planificación Orgánico Evolutiva (EPOE). Diciembre 2005. p. 96

## 32. Imágenes satelitales

A continuación se explican algunos conceptos que ayudarán a entender mejor el uso y la aplicación de las imágenes satelitales. Uno de los conceptos más importante que se deben entender es que las imágenes multiespectrales se captan mediante un sensor digital que mide la reflectancia en muchas bandas. Cada banda según sus características ofrece ventajas para el reconocimiento de determinados objetos de la superficie en función al comportamiento espectral de los mismos: La firma espectral obedece a la composición y estructura misma de los objetos. Por ejemplo, la vegetación está asociada a la absorción por la clorofila, el contenido de agua, entre otros.

Por otro lado, la técnica para su interpretación es la percepción remota, la cual se define como la medición de un objeto a distancia, sin necesidad de contacto físico con él. La vista es un modo de teledetección. Cuando el ojo ve un objeto, registra la radiación electromagnética (la luz reflejada) de la superficie del objeto. La radiación contiene información sobre la superficie, y vemos el color y la forma. Un escáner en un satélite también registra radiación electromagnética.

Una superficie blanca refleja cantidades iguales de radiación de todas las longitudes de onda de luz visible, mientras que una hoja verde refleja menos radiación en las partes roja y azul del espectro en la parte verde. Ello ofrece un exceso de luz verde (en comparación con la azul y la roja), por lo que la hoja parece verde. La composición de la reflexión electromagnética, la firma espectral, nos ofrece información sobre la superficie que emite o refleja la radiación.

La capacidad de los satélites de distinguir entre varias firmas espectrales es vital para su uso en cartografía, donde es esencial la distinción entre los distintos tipos de superficie y de área. El ojo humano sólo puede percibir radiaciones de una gama limitada del espectro electromagnético. Por eso, los instrumentos para teledetección fuera de las longitudes de onda visibles representan realmente una extensión de nuestro campo visual y proporcionan acceso a información adicional sobre el mundo físico que nos rodea.

Otros conceptos que se deben manejar son: La resolución espacial, la cual cuantifica el tamaño del pixel, mínima unidad de medida del territorio, que es capaz de definir la lectura de las bandas del sensor. Y la resolución espectral, que indica el número y anchura de las bandas que puede tener un sensor.

La combinación de imágenes satélites nos permiten analizar elementos específicos de la superficie terrestre en función de su espectro de emisión. Gracias a las distintas bandas multiespectrales de operación de los satélites podemos interpretar aspectos como la vegetación, los usos del suelo o las masas de agua. Combinaciones específicas RGB (rojo, verde y azul) nos mostrarán y discriminarán los elementos de nuestras imágenes satélite de forma rápida.

La creación de estas imágenes parte del paso de bandas a través de tres canales: rojo, verde y azul. El paso de cada banda por un canal u otro permitirá la pigmentación de los elementos que ofrezcan mayor o menor reflexión de longitudes de onda. Así, por ejemplo, la vegetación refleja en la zona del infrarrojo y absorbe en la zona visible del rojo.

El juego cromático de estas bandas nos ayudará a elaborar mapas específicos de vegetación. Los pasos de bandas por los tres canales RGB dará, como resultado, la combinación de imágenes satélite para formar una imagen a color natural o a falso color, realzando elementos muy concretos para su posterior estudio y análisis. Podremos realizar estas combinaciones siempre y cuando conozcamos el rango de trabajo en el que operan las bandas del satélite seleccionado y el comportamiento de reflexión de los elementos objeto de estudio. Conociendo estos datos sabremos las bandas a utilizar en función del tipo de estudio planteado.

Si se tiene un ráster de una sola banda y los agrega a su pantalla, lo predeterminado es cuando se mostrarán como imágenes en blanco y negro. Esto se debe a que para las imágenes multiespectrales, las bandas se recolectan individualmente. Cada banda individual es su propia imagen en una longitud de onda particular. Si desea mostrarlos en color verdadero, deberá combinar las bandas roja, verde y azul.

## Postproceso

La metodología aplicada en la preparación de la imagen Landsat limpia y homogénea para todo el ámbito de estudio, se desarrolla en cuatro pasos:

1. Selección y descarga de las imágenes a procesar, se descargan imágenes de diferentes periodos en un rango aproximado de 18 meses de la fecha requerida,
2. Corrección atmosférica utilizando el algoritmo Landsat Ecosystem Disturbance Adaptive Processing System (LEDAPS),
3. Eliminación de nubes, sombra, agua y nieve, a través del algoritmo CFMASK y
4. Elaboración del mosaico completo el ámbito de trabajo y mosaicos recortados en una cuadrícula de 100 x 100 km.

Una vez realizados los procesos de corrección y limpieza de las imágenes se procede a generar un mosaico único, para todo el ámbito de trabajo.

Las variaciones estacionales también representan una preocupación crítica para los datos multitemporales. En su mayoría, la vegetación muestra un importante variabilidad a lo largo del tiempo, de hecho, la vegetación caducifolia, por ejemplo, o las tierras de cultivo proporcionan una respuesta espectral realmente diferente dependiendo de las estaciones.

Tal asunto también afecta la precisión de clasificación de la cobertura terrestre. Por lo tanto, antes de combinar imágenes tomado en diferentes períodos de tiempo, además de la corrección atmosférica, el efecto estacional se debe ajustar para reducir el brillo diferencias y obtener imágenes compuestas más consistentes.

El método empleado para corregir el efecto de brillo de múltiples fechas se basa en un enfoque estadístico, que espera ajuste la reflectancia de una imagen, dependiendo de una imagen de referencia (principal). Significa que teniendo en cuenta dos imágenes, una imagen principal y una imagen secundaria, y suponiendo que no hay diferencia fonológica significativa, la reflectancia de la imagen secundaria se ajusta a la primaria en función de la media y la desviación estándar de ambas imágenes.

Una vez obtenida una imagen limpia esta se utilizan para calcular diferentes índices mediante la combinación de sus bandas, con estas combinaciones podemos analizar cambios en los cultivos, zonas urbanas, masas de agua, etc.

Para el ámbito territorial (cuencas hidrográficas que

interceptan la provincia de SC) se procesaron las siguientes imágenes satelitales:

- Imagen Landsat 30m/pixel de los años 2000, 2010 y 2020
- Imagen Sentinel de los años 2018, 2019 y 2020
- Imagen Planet de los años 2019 y 2020

## 30m Landsat: 2000, 2010 y 2020

Aunque hoy día existen diferentes programas de observación de la tierra basados en plataformas espaciales, los satélites Landsat (NASA EE.UU.) son el sistema de más larga duración, en términos temporales, que proporciona información multiespectral (óptica y térmica) sobre la superficie de la Tierra.

Unas de las imágenes que a nivel mundial tienen mayor uso, es sin duda, las imágenes Landsat. Sus fortalezas son: su disponibilidad, su resolución espacial (30m / 15m), sus bandas espectrales y multi temporalidad. Actualmente el satélite Landsat 8 ofrece 9 bandas espectrales con una resolución espacial de 30 metros para las bandas de 1 a 7 y 9. Una banda nueva (1) útil para estudios costeros y aerosoles. La nueva banda (9) es útil para la detección de nubes cirrus. La resolución para la banda 8 (pancromática) es de 15 metros. Dos bandas térmicas 10 y 11 útiles para proporcionar temperaturas más precisas de la superficie con una resolución de 100 metros.

Aunque hoy día existen diferentes programas de observación de la tierra basados en plataformas espaciales, los satélites Landsat (NASA EE.UU.) son el sistema de más larga duración, en términos temporales, que proporciona información multiespectral (óptica y térmica) sobre la superficie de la Tierra.

La misión Landsat cuenta con ocho misiones consecutivas (en realidad, sólo siete satélites han sido lanzados con éxito, ya que, Landsat 6, lanzado en octubre de 1993 no logró llegar a la órbita), de las que el satélite Landsat 1 fue lanzado en 1972; Landsat 2, lanzado en 1975 finalizó en 1981; Landsat 3 de 1978 a 1983; Landsat 4 de 1982 hasta 1993; mientras Landsat 5, lanzado en 1984 permaneció en función hasta 2012. El Landsat 7 se lanza en 1999 con mejoras notables con respecto a los satélites anteriores, y todavía está funcionando, aunque un fallo técnico ocurrió en 2003 lo que causó (desde esa fecha) la toma de imágenes con importante falta de información. Finalmente, en febrero de 2013 se lanzó Landsat 8, que actualmente proporciona imágenes con mejoras notables con respecto a todos los anteriores, aun así siendo comparable en términos de observación de la tierra. Todos los satélites Landsat siguen una órbita circular (repetitiva) sincronizada con el sol, y permite escenas cuadradas en torno a 185 kilómetros de ancho.

Por otro lado, los satélites Landsat del 1 al 5, fueron equipados con un escáner de resolución moderada, denominado Sistema de Escáner Multiespectral (MSS) capaz de adquirir imágenes a una resolución temporal de 18 días, en cuatro bandas espectrales de entre 0.50 y 1.11  $\mu\text{m}$  (verde, rojo, y dos de infrarrojo cercano), y una resolución espacial de 60 metros. En Landsat 3, el sensor MSS fue equipado con una banda adicional de infrarrojo térmico.

A partir de Landsat 4 y 5 los satélites fueron equipados con dos cámaras: el MSS (al igual que los anteriores satélites) y un nuevo sensor denominado Thematic Mapper (TM). Ambos satélites tienen una resolución temporal de 16 días, a una altitud de 705 km de la superficie terrestre (en lugar de los 900 kilómetros de Landsat 1 a 3). Landsat TM proporciona imágenes multiespectrales con una resolución de 30 metros, con base a seis bandas que van desde 0.45 a 2.35 micrómetros, es decir, de la porción visible hasta el infrarrojo de ondas cortas del espectro electromagnético. Además, el sensor TM proporciona una banda de infrarrojo térmico con una resolución espacial de 120 metros, y entre 10.40 y 12.50  $\mu\text{m}$ . En términos de resolución radiométrica el sensor TM proporciona imágenes en 8 bits.

Landsat 7 lleva un sensor mejorado denominado Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+). Este sensor, que sin embargo, mantiene el legado de la misión Landsat basado en imágenes de resolución moderada, también proporciona imágenes multiespectrales a 30 metros en seis bandas con longitudes de onda aproximadamente similares al sensor TM. Además, también se mantiene la misma resolución temporal (16 días), y resolución radiométrica (8 bits). Por otra parte, dos mejoras principales se producen para el sensor ETM+: la presencia de dos imágenes térmicas (en lugar de una) con una resolución espacial de 60 metros; y una imagen pancromática de resolución espacial de 15 metros, que a menudo se emplea para mejorar la interpretación de la información multiespectral, utilizando varios procedimientos de mejora de imagen (pansharpening). La altitud del satélite se mantiene a 705 km con una escena de 183 km.

El satélite Landsat 8 (2013), está equipado con dos nuevos sensores, el Operational Land Imager (OLI) y un sensor infrarrojo térmico (TIRS). La imagen multiespectral de Landsat 8 OLI consta de nueve bandas con una resolución espacial de 30 metros para las bandas de 1 a 7 y 9, y una longitud de onda de entre 0.43 y 2.30  $\mu\text{m}$ ; mientras que la banda 8 (pancromática) tiene una resolución de 15 metros y longitud de onda entre 0.50 y 0.680  $\mu\text{m}$ . El sensor TIRS consiste de dos bandas térmicas con una resolución espacial de 100 metros (re-muestreados a 30) y longitud de onda entre 10.30 a 12.50  $\mu\text{m}$ . El satélite recoge imágenes de la Tierra con un ciclo de repetición de 16 días y una escena de cerca 183 km.

Además de su temporalidad, otra gran ventaja que presentan las imágenes Landsat es que están disponibles de forma gratuita. Estas imágenes desde la década de los setenta a la fecha han proporcionado un extraordinario valor para el análisis y el estudio de los distintos fenómenos ocurridos en el territorio y sus ciudades.

Por lo anterior se decide utilizar las imágenes Landsat como soporte a la definición de las zonas prioritarias a reforestar, dando también la posibilidad a que con el transcurso de los años puedan ser actualizados, y además sean un elemento de monitoreo, control y evaluación.

A continuación se explican algunos conceptos que ayudarán a entender mejor el uso y la aplicación de las imágenes satelitales.

Uno de los conceptos más importante que se deben entender es que las imágenes multispectrales se captan mediante un sensor digital que mide la reflectancia en muchas bandas. Cada banda según sus características ofrece ventajas para el reconocimiento de determinados objetos de la superficie en función al comportamiento espectral de los mismos: La firma espectral obedece a la composición y estructura misma de los objetos. Por ejemplo, la vegetación está asociada a la absorción por la clorofila, el contenido de agua, entre otros.

Por otro lado, la técnica para su interpretación es la teledetección, la cual se define como la medición de un objeto a distancia, sin necesidad de contacto físico con él. La vista es un modo de teledetección. Cuando el ojo ve un objeto, registra la radiación electromagnética (la luz reflejada) de la superficie del objeto. La radiación contiene información sobre la superficie, y vemos el color y la forma. Un escáner en un satélite también registra radiación electromagnética.

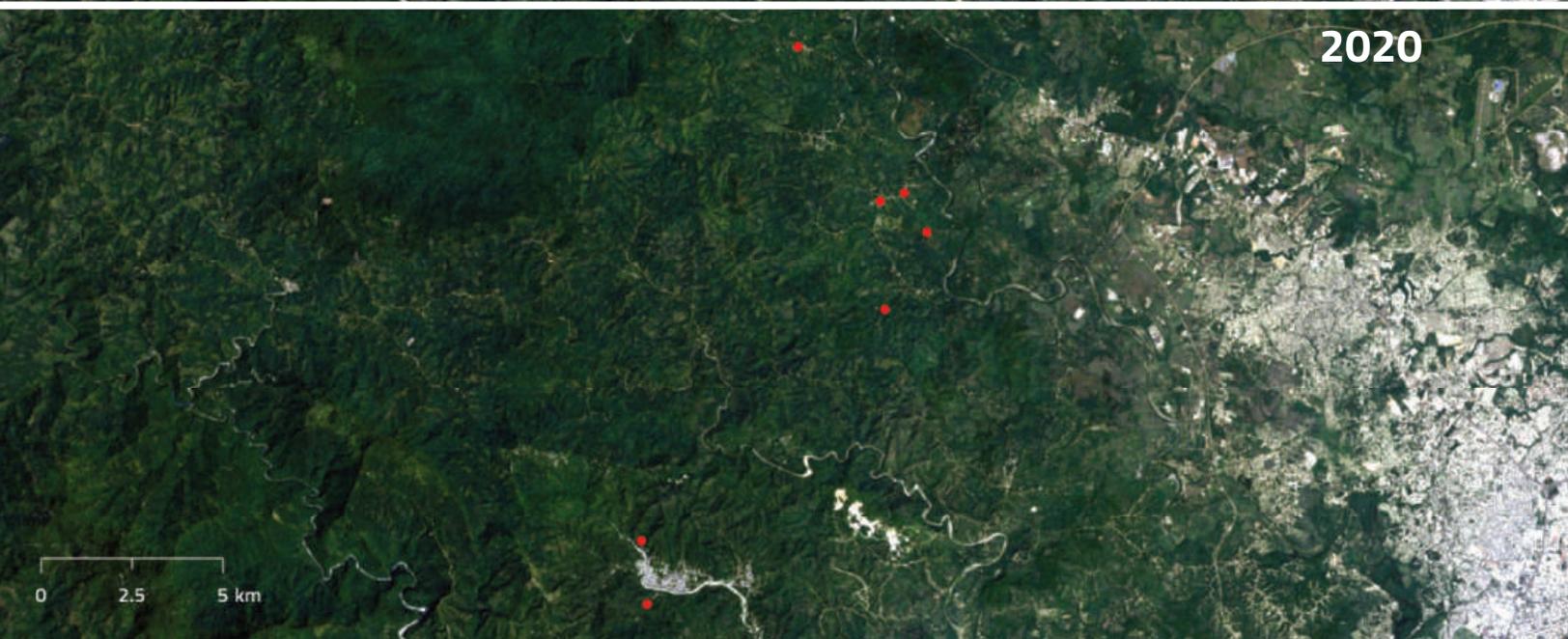
Una superficie blanca refleja cantidades iguales de radiación de todas las longitudes de onda de luz visible, mientras que una hoja verde refleja menos radiación en las partes roja y azul del espectro en la parte verde. Ello ofrece un exceso de luz verde (en comparación con la azul y la roja), por lo que la hoja parece verde. La composición de la reflexión electromagnética, la firma espectral, nos ofrece información sobre la superficie que emite o refleja la radiación.

La capacidad de los satélites de distinguir entre varias firmas espectrales es vital para su uso en cartografía, donde es esencial la distinción entre los distintos tipos de superficie y de área. El ojo humano sólo puede percibir radiaciones de una gama limitada del espectro electromagnético. Por eso, los instrumentos para teledetección fuera de las longitudes de onda visibles representan realmente una extensión de nuestro campo visual y proporcionan acceso a información adicional sobre el mundo físico que nos rodea.

Otros conceptos que se deben manejar son: La resolución espacial, la cual cuantifica el tamaño del pixel, mínima unidad de medida del territorio, que es capaz de definir la lectura de las bandas del sensor. Y la resolución espectral, que indica el número y anchura de las bandas que puede tener un sensor.

En la siguiente tabla se describen la resolución espacial del sensor TTM del Landsat 7 y del OLI y TIRS del Landsat 8.

Landsat-7 ETM+Bands (µm)			Landsat-8 OLI and TIRS Band (µm)		
Banda	Ancho (µm)	Resolución (m)	Banda	Ancho (µm)	Resolución (m)
Band 1 Blue	0.45 – 0.52	30	Band 1 Ultra Blue (coastal/aerosol)	0.43 – 0.45	30
Band 2 Green	0.52 – 0.60	30	Band 2 Blue	0.45 – 0.51	30
Band 3 Red	0.63 – 0.69	30	Band 3 Green	0.53 – 0.59	30
Band 4 Near Infrared NIR	0.77 – 0.90	30	Band 4 Red	0.64 – 0.67	30
Band 5 Shortwave Infrared SWIR1	1.55 – 1.75	30	Band 5 Near Infrared NIR	0.85 – 0.88	30
Band 6 Thermal TIR	10.40 – 12.50	30/60	Band 6 Shortwave Infrared SWIR1	1.57 – 1.65	30
Band 7 Shortwave Infrared SWIR2	2.09 – 2.35	30	Band 10 Thermal Infrared TIRS1	10.6 – 11.19	100
Band 8 Panchromatic	0.52 – 0.90	15	Band 11 Thermal Infrared TIRS2	11.5 – 12.51	
			Band 7 Shortwave Infrared SWIR 2	2.11 – 2.29	30
			Band 8 Panchromatic	0.50 – 0.68	15
			Band 9 Cirrus	1.36 – 1.38	30



La combinación de imágenes satélites nos permiten analizar elementos específicos de la superficie terrestre en función de su espectro de emisión. Gracias a las distintas bandas multispectrales de operación de los satélites podemos interpretar aspectos como la vegetación, los usos del suelo o las masas de agua. Combinaciones específicas RGB (rojo, verde y azul) nos mostrarán y discriminarán los elementos de nuestras imágenes satélite de forma rápida.

La creación de estas imágenes parte del paso de bandas a través de tres canales: rojo, verde y azul. El paso de cada banda por un canal u otro permitirá la pigmentación de los elementos que ofrezcan mayor o menor reflexión de longitudes de onda. Así, por ejemplo, la vegetación refleja en la zona del infrarrojo y absorbe en la zona visible del rojo.

El juego cromático de estas bandas nos ayudará a elaborar mapas específicos de vegetación. Los pasos de bandas por los tres canales RGB dará, como resultado, la combinación de imágenes satélite para formar una imagen a color natural o a falso color, realzando elementos muy concretos para su posterior estudio y análisis. Podremos realizar estas combinaciones siempre y cuando conozcamos el rango de trabajo en el que operan las bandas del satélite seleccionado y el comportamiento de reflexión de los elementos objeto de estudio. Conociendo estos datos sabremos las bandas a utilizar en función del tipo de estudio planteado.

Si se tiene un ráster de una sola banda y los agrega a su pantalla, lo predeterminado es cuando se mostrarán como imágenes en blanco y negro. Esto se debe a que para las imágenes multispectrales, las bandas se recolectan individualmente. Cada banda individual es su propia imagen en una longitud de onda particular. Si desea mostrarlos en color verdadero, deberá combinar las bandas roja, verde y azul.

En el territorio algunas categorías de coberturas de suelo que se pueden identificar mediante las combinaciones de bandas son:

Cuerpos de agua. En general, refleja alto en el espectro visible, sin embargo, el agua más clara tiene menos reflectancia que el agua turbia. En las regiones NIR y SWIR, el agua absorbe cada vez más la luz y la hace más oscura. Esto depende de la profundidad del agua y la longitud de onda. Cantidades crecientes de materiales inorgánicos disueltos en cuerpos de agua tienden a desplazar el pico de reflectancia visible hacia la región roja desde la región verde (agua más clara) del espectro.

Suelo. Las latitudes del norte tienen suelos negros y las regiones tropicales tienen suelos rojos. La reflectancia del suelo disminuye a medida que aumenta la materia orgánica. A medida que aumenta la humedad del suelo, la reflectancia del suelo disminuye en todas las longitudes de onda. La textura del suelo provocará una mayor reflectancia con un tamaño de partícula reducido, es decir, las partículas más grandes (rocas, arena y suelos) básicamente proyectan una mayor sombra.

Vegetación. La reflectancia espectral se basa en la absorción de clorofila y agua en la hoja, el agua tiene una respuesta más oscura que las hojas. Habrá varios tonos de vegetación basados en el tipo, la estructura de la hoja, el contenido de humedad y la salud de la planta.

Materiales (hechos por el hombre). El concreto y el asfalto muestran curvas espectrales que generalmente aumentan desde lo visible a través de las regiones NIR y SWIR. Sin embargo, a medida que el hormigón envejece, se vuelve más oscuro y a medida que el asfalto envejece se vuelve más ligero.

Nieve y hielo. La nieve vieja puede desarrollar una corteza compactada y el contenido de humedad aumenta, lo que lo hace menos reflectante en la región de infrarrojo cercano y medio infrarrojo. Es posible comparar nieve vieja y nueva por su reflectancia Media-IR.

Algunas de las combinaciones más comúnmente utilizadas con las imágenes Landsat 7 y 8 son:

	Landsat 8	Landsat 7
Color natural	4 3 2	3 2 1
Falso color (para zonas urbanas)	7 6 4	7 5 3
Infrarrojo (para vegetación)	5 4 3	4 3 2
Agricultura	6 5 2	5 4 1
Usos del suelo/masas de agua	5 6 4	4 5 3
Análisis de vegetación	6 5 4	5 4 3
Análisis de vegetación sana	5 6 2	4 5 1
Índice NDVI	$(5-4)/(5+4)$	$(4-3)/(4+3)$
Índice NDWI	$(3-5)/(3+5)$	$(2-4)/(2+4)$
Índice NDSI	$(3-6)/(3+6)$	$(2-5)/(2+5)$

Combinaciones: 432 (L7) | 543 (L8).

El compuesto estándar de "falso color". La vegetación aparece en tonos de rojo, las áreas urbanas son azul cian y los suelos varían de marrón oscuro a marrón claro. El hielo, la nieve y las nubes son blancos o cian claros. Los árboles coníferos aparecerán más oscuros que las maderas duras. Esta es una combinación de bandas muy popular y es útil para estudios de vegetación, monitoreo de drenaje y patrones de suelo y varias etapas de crecimiento de cultivos. En general, los tonos rojos profundos indican una amplia vegetación de hoja y / o más saludable, mientras que los rojos más claros significan pastizales o áreas escasamente cubiertas de vegetación. Las áreas urbanas densamente pobladas se muestran en azul claro.



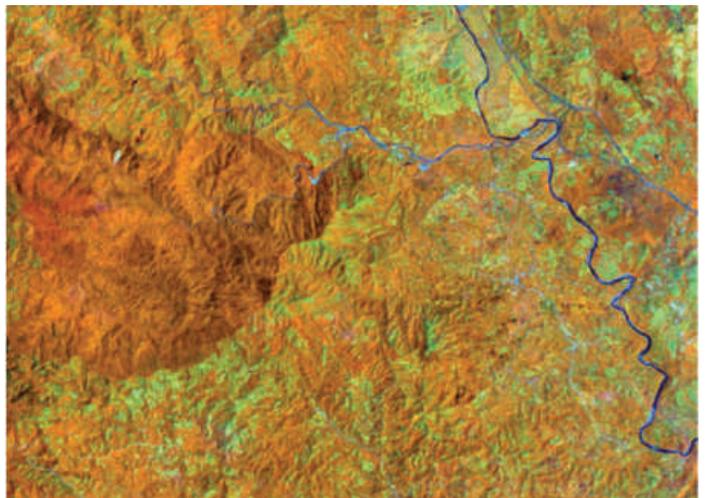
Combinaciones: 321 (L7) | 432 (L8).

La combinación de las bandas de "color natural". Debido a que las bandas visibles se usan en esta combinación, las características del suelo aparecen en colores similares a su apariencia para el sistema visual humano, la vegetación sana es verde, los campos despejados recientemente son muy livianos, la vegetación insalubre es marrón y amarilla, los caminos son grises y las costas son blancos. Esta combinación de bandas proporciona la mayor penetración de agua y una información superior sobre sedimentos y batimetría. También se usa para estudios urbanos. Las áreas despejadas y escasamente con vegetación no se detectan tan fácilmente aquí como en la combinación 451 o 432. Las nubes y la nieve aparecen blancas y son difíciles de distinguir. También hay que tener en cuenta que los tipos de vegetación no se distinguen tan fácilmente como la combinación 451.



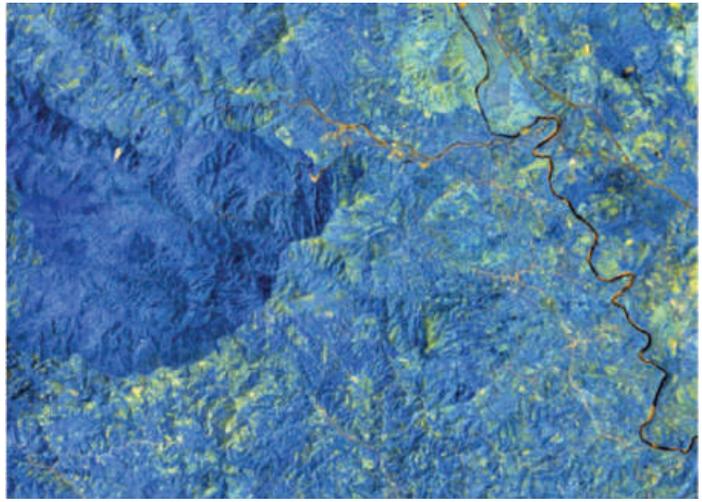
Combinaciones 451(L7) | 562 (L8).

La vegetación saludable aparece en tonos de rojos, marrones, naranjas y amarillos. Los suelos pueden estar en verdes y marrones, las características urbanas son blancas, cian y grises, las áreas de color azul brillante representan áreas taladas recientemente y las áreas rojizas muestran un nuevo crecimiento de vegetación, probablemente praderas escasas. El agua clara y profunda será muy oscura en esta combinación; si el agua es poco profunda o contiene sedimentos, aparecería como tonos de azul más claro. Para estudios de vegetación, la adición de la banda SWIR1 aumenta la sensibilidad para detectar varias etapas de crecimiento o estrés de la planta; sin embargo, se debe tener cuidado en la interpretación si la adquisición sigue de cerca a la precipitación.



Combinaciones: 754 (L7) | 865 (L8)

Esta combinación no implica bandas visibles. Proporciona la mejor penetración atmosférica. Las líneas costeras y las costas están bien definidas. Se puede usar para encontrar las características de textura y humedad de los suelos. La vegetación aparece azul. Si el usuario prefiere la vegetación verde, se debe sustituir una combinación de 745. Esta combinación de bandas puede ser útil para estudios geológicos.



Combinaciones: 543 (L7) | 654 (L8)

Al igual que la combinación 451, esta combinación proporciona al usuario una gran cantidad de información y contraste de color. La vegetación saludable es verde brillante y los suelos son malva. Esta combinación es útil para estudios de vegetación y se usa ampliamente en las áreas de manejo de madera e infestación de plagas.



Combinaciones: 753 (L7) | 864 (L8)

Esta combinación de banda también proporciona una interpretación "natural" al tiempo que también penetra partículas atmosféricas, humo y neblina. La vegetación aparece en tonos de verde oscuro y claro durante la temporada de crecimiento, las características urbanas son blancas, grises, cian o moradas, las arenas, los suelos y los minerales aparecen en una variedad de colores. La absorción casi completa de las bandas SWIR en agua, hielo y nieve proporciona líneas de costa bien definidas y fuentes de agua destacadas dentro de la imagen. La nieve y el hielo aparecen como azul oscuro, el agua es negra o azul oscura. Las superficies calientes, como los incendios forestales y las calderas de los volcanes, saturan las bandas de SWIR y aparecen en tonos de rojo o amarillo. Una aplicación particular para esta combinación es monitorear los incendios forestales.



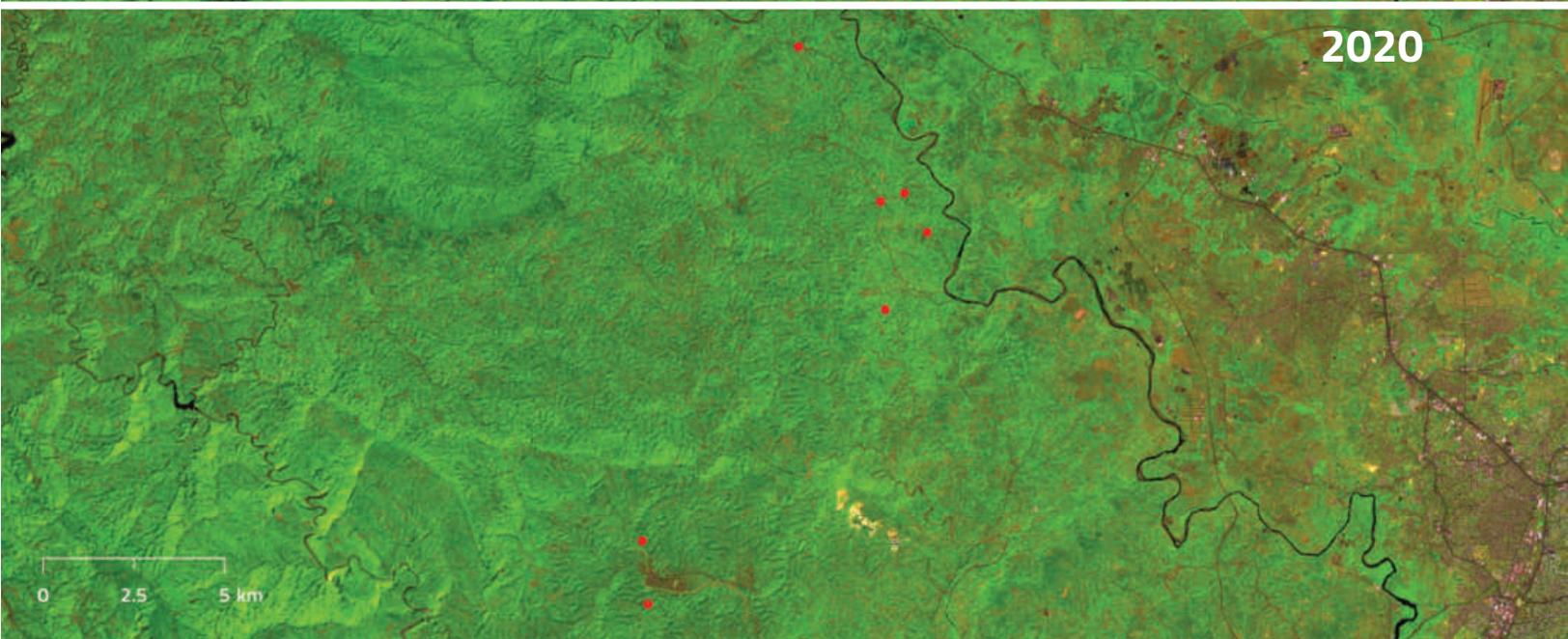
## 10m Sentinel 2: 2018, 2019 y 2020

Es una misión europea de obtención de imágenes multispectrales de alta resolución y amplia franja. Su objetivo es monitorear la variabilidad de la superficie terrestre. La especificación completa de la misión de los satélites gemelos que vuelan en la misma órbita pero en fases a 180 °, está diseñada para proporcionar una alta frecuencia de revisión de 5 días en el Ecuador.

La misión Sentinel-2 está compuesta por el instrumento MSI (Multi Spectral Instrument), que captura la información de la superficie terrestre en 13 bandas espectrales, con diferentes resoluciones espaciales, cuatro bandas de 10 m, seis bandas de 20 m y tres bandas con resolución de 60 m.

El lanzamiento del Sentinel-2A se realizó el 23 de junio del 2015 y el del Sentinel-2B el 7 de marzo del 2017. El tiempo de revisita, estando ambos satélites operativos, es de 5 días.

A escala del ámbito regional se procesaron las imágenes Sentinel de los años 2018, 2019 y 2020, con las bandas B2, B3, B4, B8, B8A, B11 y B12, para realizar índices espectrales. Este análisis permite la comprensión del comportamiento espacial y temporal de las coberturas vegetales.



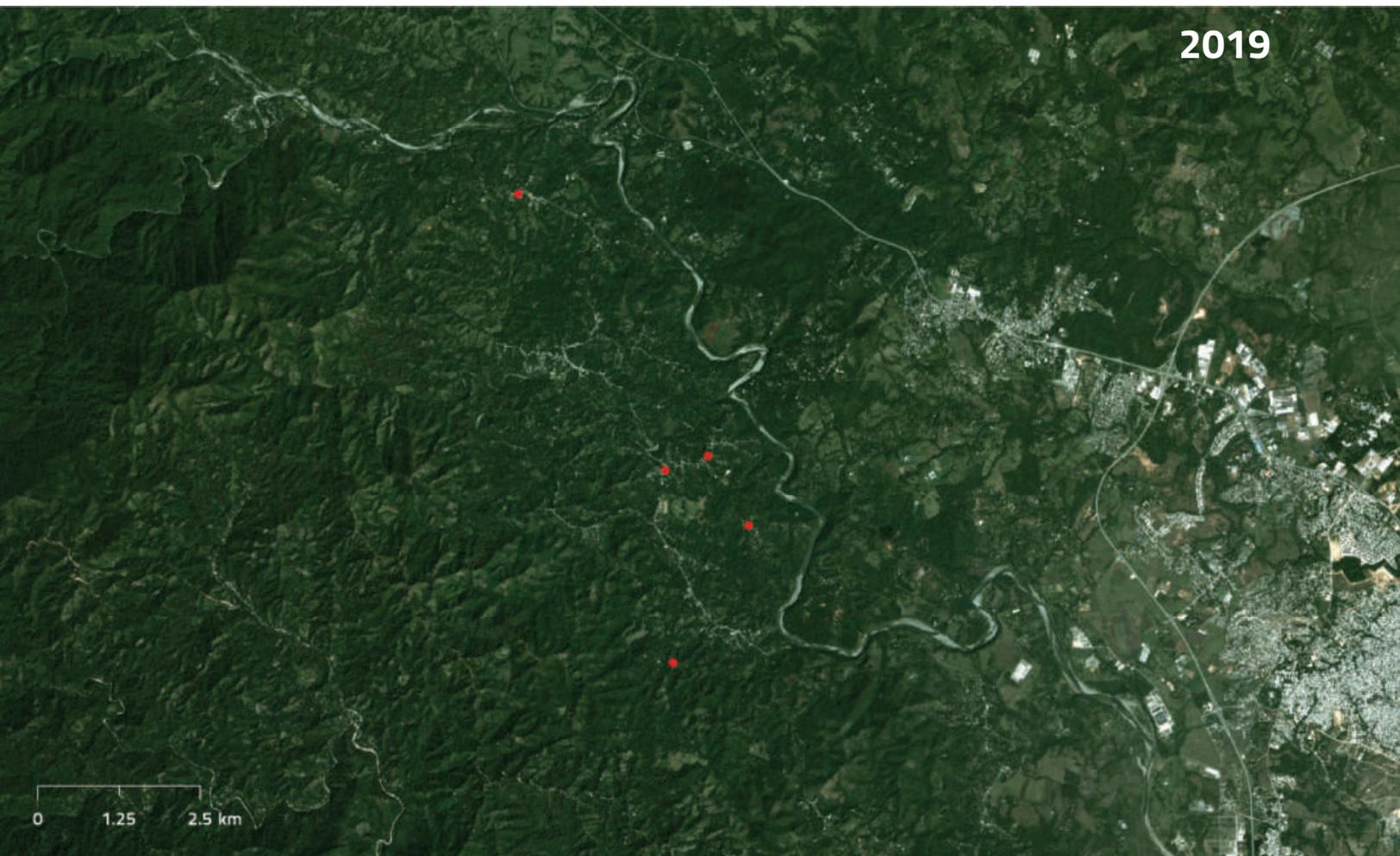
## 5m Planet: 2019 y 2020

Es una compañía privada de Satélites de Observación de la Tierra basada en San Francisco, California, EE.UU. La constelación de monitoreo cuenta con 150 satélites, 30 estaciones terrenas, y ha sido diseñada para proporcionar acceso inmediato a imágenes de alta frecuencia de todo el planeta. Las imágenes cuentan con una resolución espacial de 5 metros con 4 bandas espectrales (RGB + NIR).

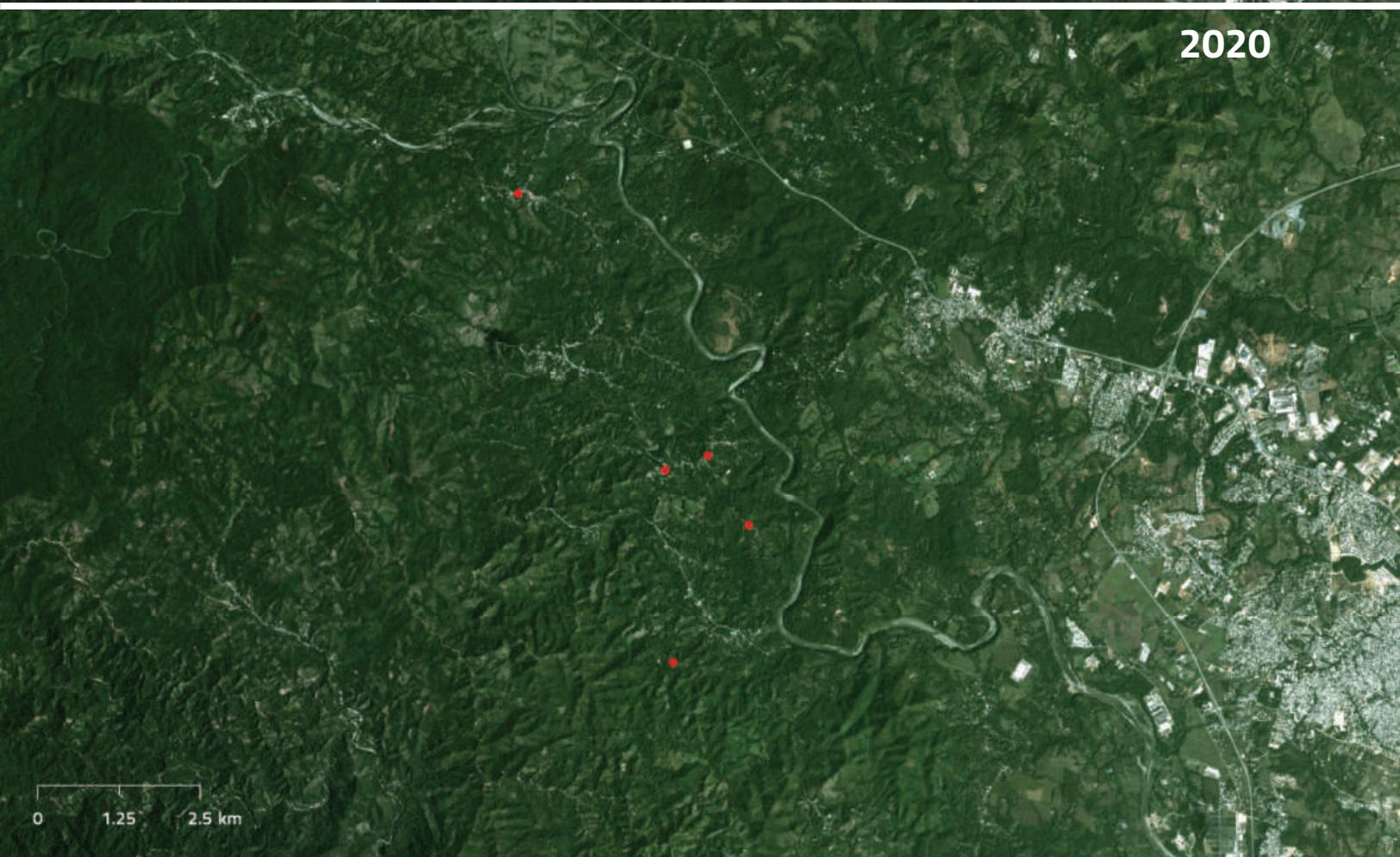
Estas imágenes junto con las muestras realizadas a partir de levantamientos con drones, sirven de soporte a los análisis realizados con las imágenes multiespectrales de Landsat y Sentinel, para la verificación y validación de los resultados, mediante un proceso de fotointerpretación.

Gracias a su nivel de resolución, también servirán de apoyo como material para la socialización de los resultados en los talleres comunitarios.

2019



2020



## Análisis e indicadores

La teledetección es generalmente definida como una ciencia para la adquisición de información sobre las características de la superficie de la tierra, utilizando instrumentos tecnológicos capaces de capturar dicha información de forma rápida y desde distancias más o menos lejanas de la superficie terrestre. Corrientemente, se utilizan aviones o satélites para llevar dichos instrumentos que pueden utilizar luz visible, infrarroja o radar para obtener los datos deseados. Además, la teledetección ofrece la capacidad de observar y recoger datos para grandes superficies, generando también una importante fuente de datos para herramientas de sistemas de información geográfica (SIG).

La metodología a utilizar se centra en el estudio detallado de las características espectrales de los píxeles en función de las propiedades físicas de los distintos materiales, que a su vez afectan a los valores de reflectancia en distintos rangos de longitud de onda. Para la obtención de resultados precisos, y para perseguir la calidad de resultados buscada, se hará uso de técnicas estadísticas para la transformación de las imágenes multispectrales en imágenes de componentes principales (Principal Component Transformation), lo que permite generar nueva información, pero sobre todo permite reducir el "ruido" debido a la mezcla entre los suelos y la vegetación, y en su mayoría entre las diferentes categorías de suelo que a menudo suelen mezclarse con las zonas urbanas. El análisis de componentes principales produce nuevas bandas de salida no correlacionadas entre ellas, que resultan de una combinación lineal de las bandas espectrales originales. Después de aplicar los pasos generales se obtiene óptimos resultados en la extracción de categorías de cubiertas de suelo, sobre todo en discriminar, de forma automática y relativamente rápida, todo lo que es suelo artificializado de lo que es suelo natural.

### Índices Espectrales

Existe un gran número de índices espectrales que pueden analizar diversos aspectos como la vegetación, los recursos hídricos, el suelo, el fuego, entre otros. Los satélites más conocidos como Landsat y Sentinel ofrecen la oportunidad de realizar diversas operaciones con sus bandas, el resultado puede ser convertido en un índice espectral.

Los índices de vegetación son combinaciones de las bandas espectrales registradas por los satélites, cuya función es realzar la vegetación en función de su respuesta espectral y atenuar los detalles de otros elementos como el suelo, la iluminación, el agua, etc. Se trata de imágenes calculadas a partir de operaciones algebraicas entre distintas bandas espectrales. El resultado de estas operaciones permite obtener una nueva imagen donde se destacan gráficamente determinados píxeles relacionados con parámetros de las coberturas vegetales.

Se presenta una compilación de las fórmulas de los principales índices espectrales para Landsat 8 y Sentinel 2.

- *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*

El Índice de Vegetación de la Diferencia Normalizada (NDVI) es un indicador numérico que utiliza las bandas espectrales roja y cercana al infrarrojo. El NDVI está altamente asociado con el contenido de vegetación. Los valores altos de NDVI corresponden a áreas que reflejan más en el espectro del infrarrojo cercano. Una mayor reflectancia en el infrarrojo cercano corresponde a una vegetación más densa y saludable (GU, 2019).

Fórmula del NDVI =  $(\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red})$

NDVI (Landsat 8) =  $(B5 - B4) / (B5 + B4)$

NDVI (Sentinel 2) =  $(B8 - B4) / (B8 + B4)$

- *Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI)*

El Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI) se utiliza para corregir el NDVI por la influencia del brillo del suelo en áreas donde la cobertura vegetativa es baja. El SAVI derivado de la reflectancia de la superficie del Landsat se calcula como una relación entre los valores R y NIR con un factor de corrección de la luminosidad del suelo (L) definido en 0.5 para acomodar la mayoría de los tipos de cobertura del suelo (USGS, 2019).

Fórmula del SAVI =  $((\text{NIR} - R) / (\text{NIR} + R + L)) * (1 + L)$

SAVI (Landsat 8) =  $((B5 - B4) / (B5 + B4 + 0.5)) * (1.5)$

SAVI (Sentinel 2) =  $(B08 - B04) / (B08 + B04 + 0.428) * (1.428)$

- *Normalized Difference Moisture Index (NDMI)*

El Índice de Diferencia Normalizada de Humedad (NDMI) se utiliza para determinar el contenido de agua de la vegetación. Se calcula como una relación entre los valores NIR y SWIR de forma tradicional (USGS, 2019).

El índice de diferencia normalizada de humedad (NDMI) es un índice derivado de los satélites de los canales de infrarrojo cercano (NIR) e infrarrojo de onda corta (SWIR). La reflectancia SWIR refleja cambios tanto en el contenido de agua de la vegetación como en la estructura del mesófilo esponjoso en las copas de la vegetación, mientras que la reflectancia NIR se ve afectada por la estructura interna de la hoja y el contenido de materia seca de la hoja, pero no por el contenido de agua. La combinación del NIR con el SWIR elimina las variaciones inducidas por la estructura interna de la hoja y el contenido de materia seca de la hoja, mejorando la precisión en la recuperación del contenido de agua de la vegetación. La cantidad de agua disponible en la estructura interna de la hoja controla en gran medida la reflectancia espectral en el intervalo SWIR del espectro electromagnético. Por tanto, la reflectancia SWIR está relacionada negativamente con el contenido de agua de las hojas.

Fórmula del NDMI =  $(NIR - SWIR) / (NIR + SWIR)$

NDMI (Landsat 8) =  $(B5 - B6) / (B5 + B6)$

NDMI (Sentinel 2) =  $(B8 - B11) / (B8 + B11)$

- *Moisture Stress Index (MSI)*

El Índice de Estrés Hídrico se utiliza para el análisis de estrés en el dosel, la predicción de la productividad y el modelado biofísico. La interpretación del MSI se invierte en relación con otros índices de vegetación acuática; por lo tanto, los valores más altos del índice indican un mayor estrés hídrico de las plantas y, en inferencia, un menor contenido de humedad del suelo. Los valores de este índice van de 0 a más de 3, siendo el rango común para la vegetación verde de 0.2 a 2 (Welikhe et al., 2017).

Fórmula del MSI =  $MidIR / NIR$

MSI (Landsat 8) =  $B6 / B5$

MSI (Sentinel 2) =  $B11 / B08$

- *Normalized Burned Ratio Index (NBRI)*

Los incendios forestales son un fenómeno natural o provocado por el hombre que destruye los recursos naturales, el ganado vivo, desequilibra el medio ambiente local, libera una gran cantidad de gases de efecto invernadero, etc. El Índice de Calcinación Normalizado (NBRI) aprovecha las bandas espectrales de infrarrojo

cercano e infrarrojo de onda corta, que son sensibles a los cambios en la vegetación, para detectar áreas quemadas y monitorear la recuperación del ecosistema (GU, 2019).

Fórmula del NBR =  $(NIR - SWIR) / (NIR + SWIR)$

NBRI (Landsat 8) =  $(B5 - B7) / (B5 + B7)$

NBRI (Sentinel 2) =  $(B8 - B12) / (B8 + B12)$

- *Normalized Difference Water Index (NDWI)*

El Índice Diferencial de Agua Normalizado (NDWI) se utiliza para el análisis de masas de agua. El índice utiliza bandas verdes y casi infrarrojas de imágenes de teledetección. El NDWI puede mejorar la información sobre el agua de manera eficiente en la mayoría de los casos. Es sensible a la acumulación de tierra y resulta en la sobreestimación de los cuerpos de agua. Los productos NDWI pueden ser usados en conjunto con los productos de cambio NDVI para evaluar el contexto de las áreas de cambio aparente (Bahadur, 2018).

NDWI =  $(GREEN - NIR) / (GREEN + NIR)$  Método de McFeeters (1996)

NDWI (Landsat 8) =  $(B3 - B5) / (B3 + B5)$

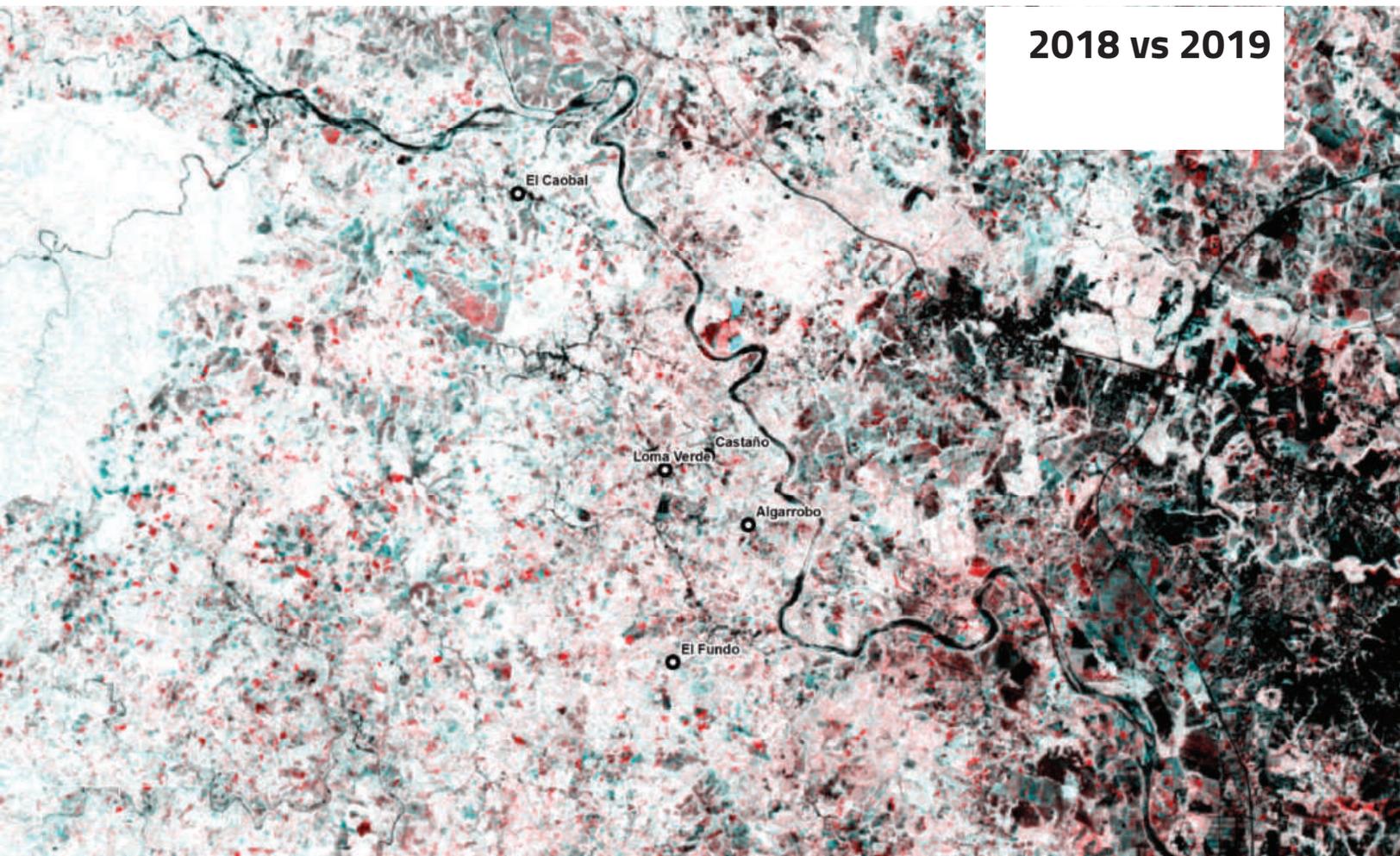
NDWI (Sentinel 2) =  $(B3 - B8) / (B3 + B8)$

### *Susceptibilidad a actividades antropogénicas*

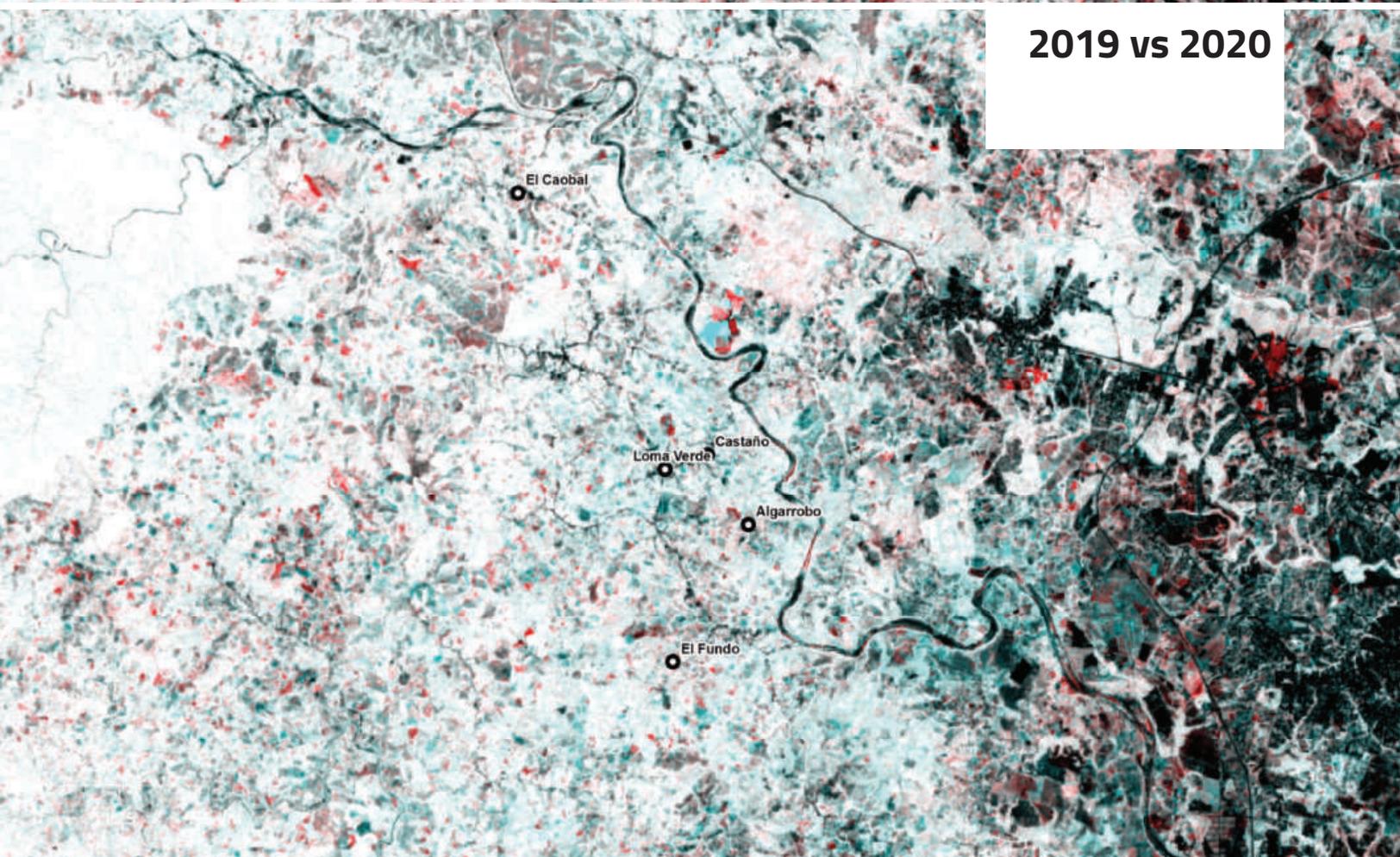
Los procesos de pérdida de coberturas vegetales nativas están principalmente favorecidos por el establecimiento y expansión de las actividades antrópicas. En este sentido, resalta la importancia de entender e identificar la susceptibilidad del establecimiento de actividades antropogénicas dentro de la región. Para este caso, se considera indispensable entender los procesos de crecimiento de las necesidades humanas, como son el crecimiento poblacional, y su relación con los requerimientos las superficies antrópicas (asentamientos humanos, zonas agrícolas y/o ganaderas). Para este estudio, se integran diferentes fuentes de información biofísica y socioeconómica, así como los diferentes mapas de usos de suelo que se desarrollen para la región.

En los mapas de la siguiente página, se identifica a partir del las diferencias entre los índices normalizados de humedad, los cambios entre los años 2018, 2019 y 2020. Las pérdidas en color rojo representan pequeñas y dispersas actividades de cambio de uso de suelo. Mientras que las zonas de color blanco representa que no hubo alteración de usos. Las áreas negras equivalen a áreas que no presentan vegetación alguna, por lo que incluye suelo artificializado y cuerpos de agua.

**2018 vs 2019**



**2019 vs 2020**



### *Análisis de la pérdida forestal*

La identificación de la pérdida de vegetación se realiza a través del cálculo del NDVI (Índice Normalizado Diferencial de Vegetación). Los valores del NDVI están en función de la energía absorbida o reflejada por las plantas en diversas partes del espectro electromagnético. La respuesta espectral que tiene la vegetación sana, muestra un claro contraste entre el espectro del visible, especialmente la banda roja, y el Infrarojo Cercano (IRC). Mientras que en el visible los pigmentos de la hoja absorben la mayor parte de la energía que reciben, en el IRC, las paredes de las células de las hojas, que se encuentran llenas de agua, reflejan la mayor cantidad de energía. En contraste, cuando la vegetación sufre algún tipo de estrés, ya sea por presencia de plagas o por sequía, la cantidad de agua disminuye en las paredes celulares por lo que la reflectividad disminuye el IRC y aumenta paralelamente en el rojo al tener menor absorción clorofílica. Esta diferencia en la respuesta espectral permite separar con relativa facilidad la vegetación sana de otras cubiertas.

En el mapa 23.2 se puede identificar zonas forestales que no han presentado perturbaciones y las zonas donde ha habido perturbaciones en el periodo 2000 a 2020. Las áreas en rojo a pesar de ser zonas arbóreas, no cuentan con vegetación del ecosistema natural.

Mapa 23.2  
Perturbación forestal acumulada 2000-2020



La fragmentación del hábitat se define como el proceso de disección de áreas grandes y contiguas de tipos de vegetación nativa similares en unidades más pequeñas separadas por tipos de vegetación diferentes y/o áreas de actividad humana intensiva (Saunders et al 1991). Se estima que esta alteración del hábitat afecta a la calidad del mismo para más del 80% de todas las especies de mamíferos, reptiles, aves y anfibios que se encuentran en el hábitat forestal (USDA 1997). La fragmentación del hábitat se ha citado como la principal causa de la rápida extinción de especies y de la pérdida de especies autóctonas (Wilcox y Murphy 1985). Estos descensos de especies debidos a la fragmentación han sido ampliamente documentados para muchas especies, incluyendo aves, pequeños mamíferos e invertebrados.

La fragmentación del bosque provoca una serie de cambios en el hábitat; aparte de la pérdida de superficie continua, también se producen cambios en los patrones espaciales, el movimiento de las especies y las ventajas competitivas. La introducción de especies exóticas también modifica las comunidades y las ventajas relativas dentro de ellas. Por ejemplo, la fragmentación provoca un aumento de la cantidad de bordes por acre de bosque, lo que mejora el hábitat de las especies mejor adaptadas a los entornos de borde, mientras que degrada la zona para aquellas especies que se adaptan mejor a las zonas interiores.

La principal fuente de datos para este indicador fue una clasificación de la cubierta del suelo forestal en base al índice de humedad de Sentinel 2 2020.

A partir de este mapa de clasificación de la cubierta del suelo, se creó un mapa de fragmentación de los bosques (Hurd et al 2003). Las categorías elegidas se basaron en el modelo de fragmentación de Riitters et al (2000), e incluyen interior, perforado, borde, transición y parche.

Estas categorías se definen como sigue:

- Bosque interior. Todos los píxeles del área circundante son bosque
- Bosque perforado. La mayoría de los píxeles del área circundante son bosque, pero algunos parecen formar parte del borde interior de un parche de bosque, como ocurriría si se hiciera un pequeño desmonte dentro de un parche de bosque.
- Bosque de borde. La mayoría de los píxeles del área circundante son de bosque, pero algunos parecen formar parte del borde exterior de un bosque, como ocurriría a lo largo del límite de una gran zona urbana, o de un campo agrícola.

- Bosque de transición. Aproximadamente la mitad de las celdas del área circundante son de bosque y pueden parecer parte de un parche, un borde o una perforación, dependiendo del patrón forestal local.
- Bosque de parche. Muy pocos píxeles de bosque que forman parte de un parche de bosque sobre un fondo no forestal, como un pequeño terreno arbolado dentro de una región urbanizada.

Este mapa de cobertura del suelo ilustra claramente la integridad de los bosques, como se puede observar en el mapa de la siguiente página.

# Fragmentation

class

patch

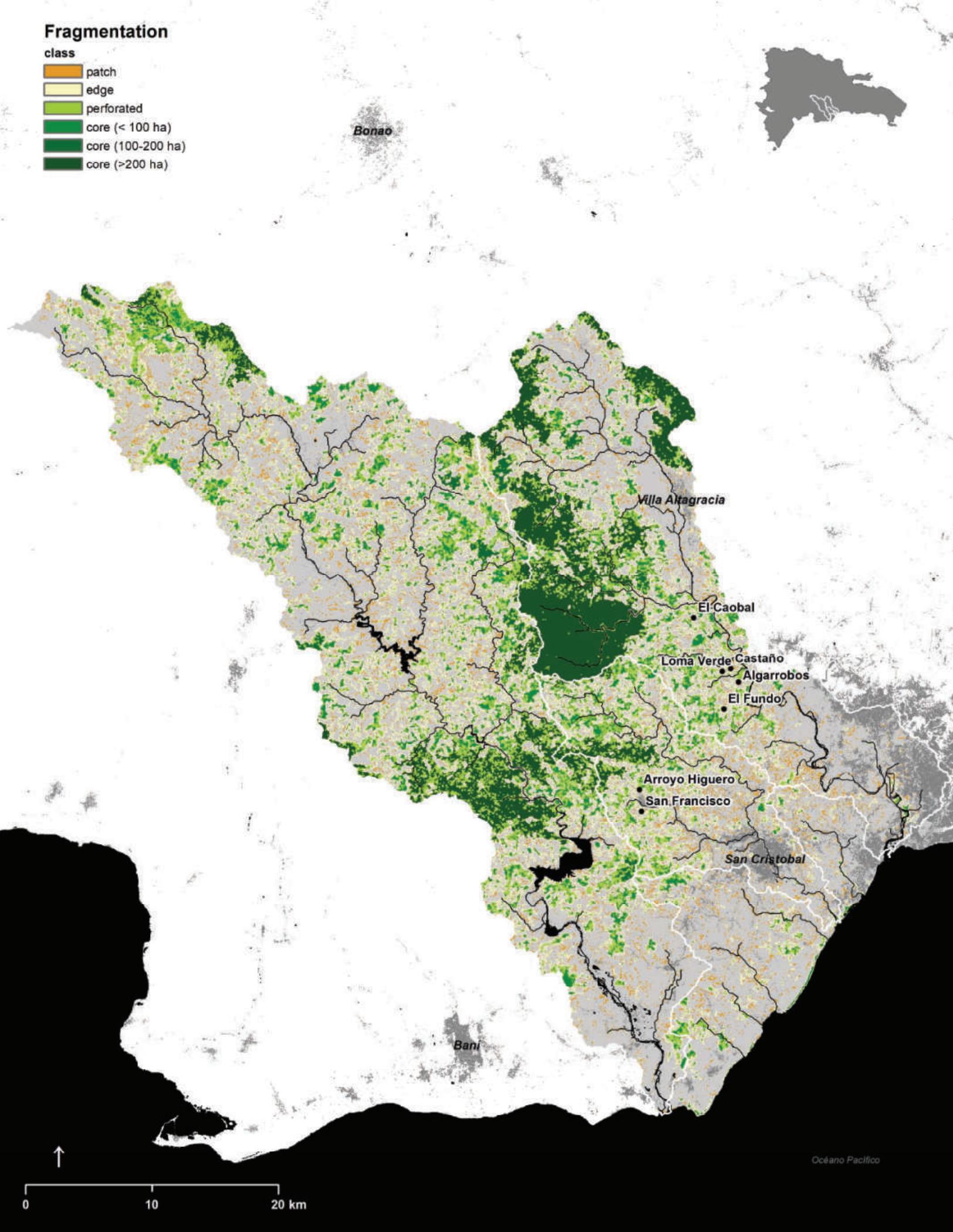
edge

perforated

core (< 100 ha)

core (100-200 ha)

core (>200 ha)



### 33. Comunidades

Las comunidades objeto de estudio se encuentran localizadas en los municipios de Cambita Garabitos y Villa Altagracia. Se encabezan por 7 principales comunidades<sup>1</sup>, quienes a la vez, incluyen localidades más pequeñas, conformando un total de 30 poblados, como se puede observar en la tabla 23.7. Las cuales para su operatividad se dividieron en tres zonas de intervención (escala local), delimitadas en base a las microcuencas sobre las que impactan. La zona uno está localizada en la cuenca del Río Nigua, y las zonas 2 y 3 en la cuenca del Río Haina.

La metodología aplicada para la obtención de información y reconocimiento de la zona fueron: reuniones de trabajo con los comunitarios, talleres participativos, relleno de una ficha y además se realizaron recorridos por las zonas para observar el estado de los bosque, especies y áreas de

importancia ambiental. Lo anterior se realizó en cada comunidad objeto de estudio y siempre con el acompañamiento de personas de la comunidad.

Para la caracterización de las comunidades en la ficha se incluyeron en términos generales los datos de la comunidad, las características físico ambiental de la zona, la situación social y su relación con el bosque, las capacidades productivas y los riesgos naturales a que se ven sometidos en la zona.

Además de estos insumos se recabó información de fuentes oficiales y de los otros instrumentos que se están levantando en campo desde los otros componentes del proyecto, tales como lo es el censo de vivienda.

**Tabla 33.1**  
Zonas de estudio, escala local

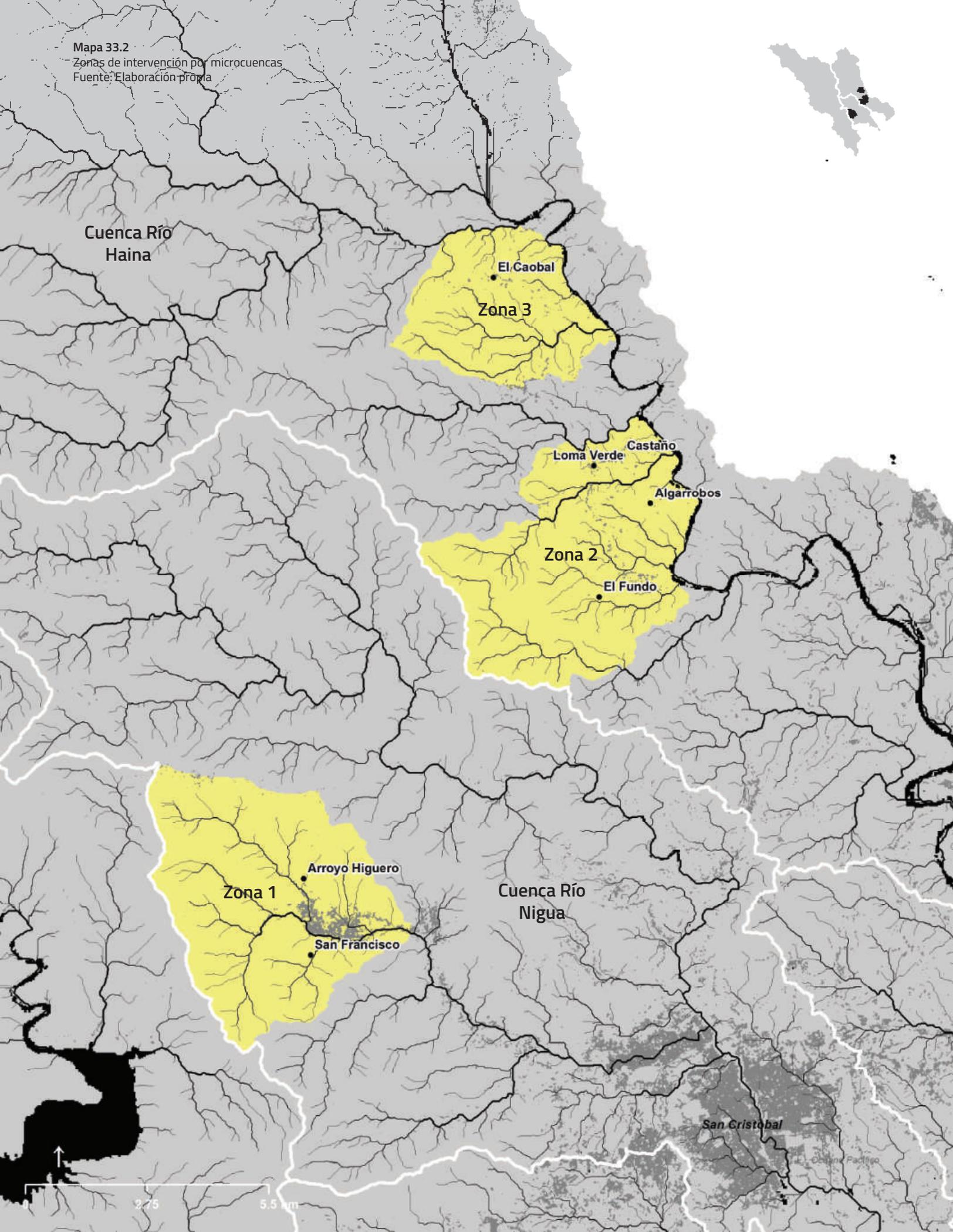
Municipio	Comunidades	Localidades
Cambita Garabitos	<b>1. San Francisco</b>	San Francisco
Cambita Garabitos	<b>2. Arroyo Higüero</b>	Arroyo Higüero
Villa Altagracia	<b>3. El Caobal</b>	El Caobal Cuco Delgado Puyenes Los Mosquitos La Yaguita Domingo Peleopoldo Los Pinedas
Villa Altagracia	<b>4. Loma Verde</b>	Loma Verde
Villa Altagracia	<b>5. Castaño</b>	Castaño Los Jesús Nuñez Abajo Los Mejías Vietnan La Cuaba La Cuabita Loma Verde
Villa Altagracia	<b>6. Los Algarrobos</b>	Los Algarrobos Ochoa
Villa Altagracia	<b>7. El Fundo</b>	El Fundo Toronja Esperanza Juanita Medina Abajo La Sabana Pachín Juliana Abajo

Fuente: Elaboración propia, en base al informe del proyecto marco.

<sup>1</sup>Las zonas de intervención se definieron en el propuesta marco en función de aspectos como la vulnerabilidad, la población, la pobreza, la cohesión social y la rentabilidad, y donde no hay duplicación de esfuerzos

Mapa 33.2

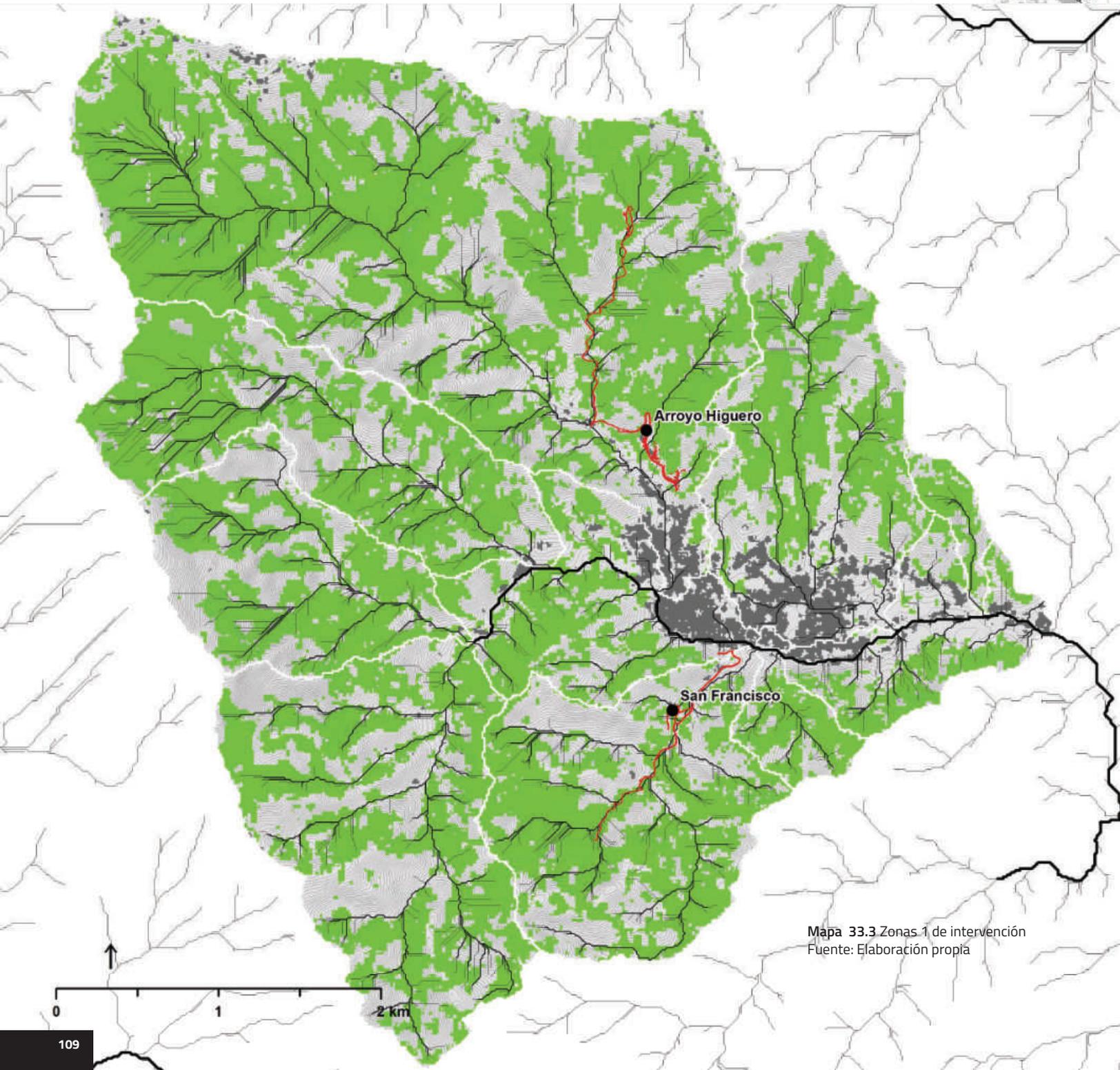
Zonas de intervención por microcuencas  
Fuente: Elaboración propia



### ZONA 1. San Francisco, Arroyo Higüero

En la zona uno se localizan las comunidades de San Francisco y Arroyo Higüero (solo se hace referencia a las comunidades objeto de estudio en este trabajo). Según el censo realizado por el Proyecto, estas dos comunidades tienen una población de 1,008 personas y unas 224 viviendas.

Las microcuencas que delimitan esta zona tienen una superficie de 2,373 ha. De los cuales 1,0216 (43.0%) se identifican como cobertura no-forestal y 1,352 (57%) como forestal. La población aproximada de este ámbito es de 10 776 habitantes (facebook 2018).



Mapa 33.3 Zonas 1 de intervención  
Fuente: Elaboración propia

Arroyo Higuero

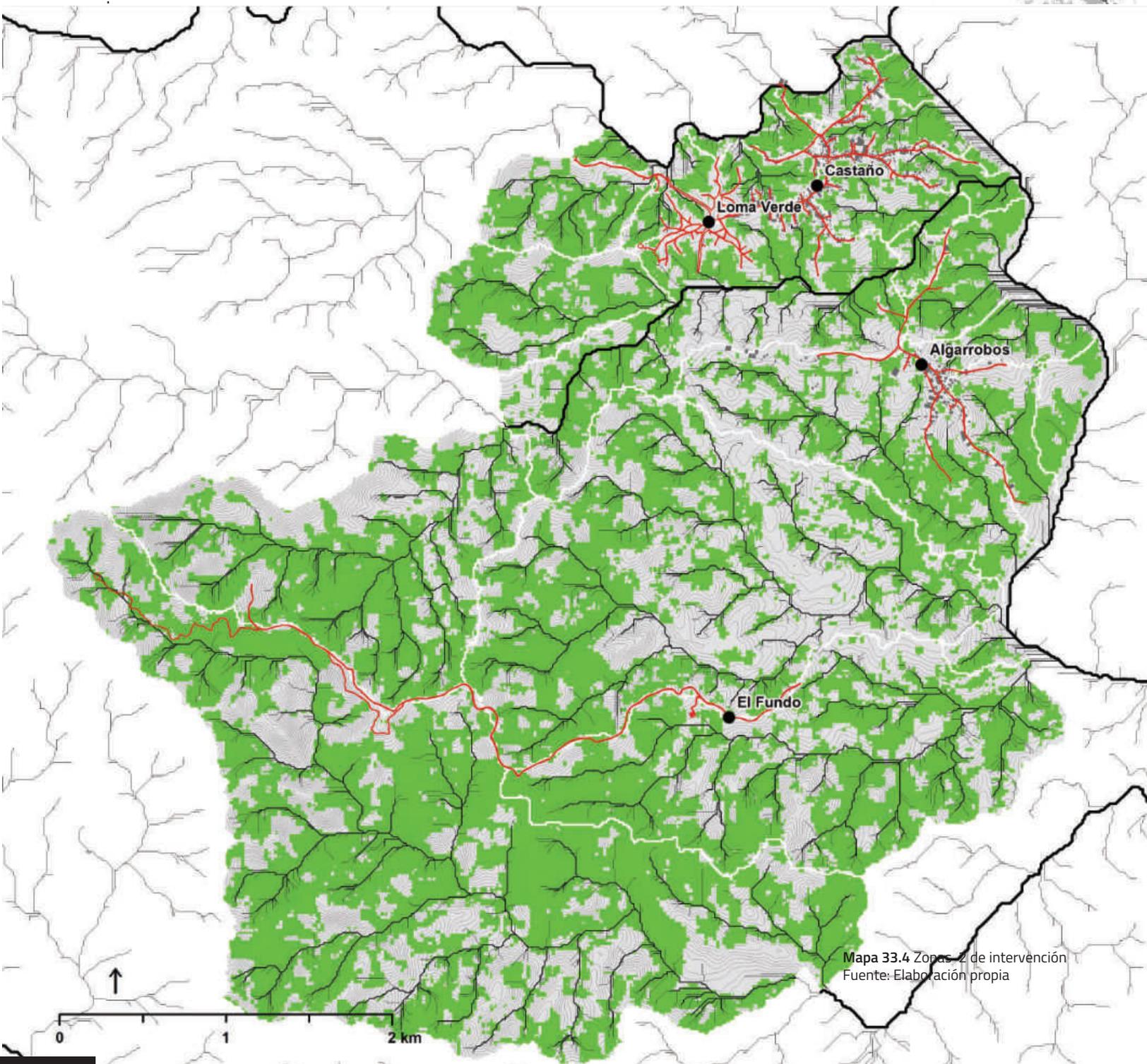
San Francisco



## ZONA 2. Loma Verde, Castaño, Algarrobos y El Fundo

En la zona dos se localizan las comunidades de Loma Verde, Castaño, Algarrobos y El Fundo (solo se hace referencia a las comunidades objeto de estudio en este trabajo). Según el censo realizado por el Proyecto, estas dos comunidades tienen una población de 7,850 personas y unas 1,744 viviendas.

La subcuenca que delimita a estas comunidades tiene 2,362 ha, las áreas no forestales son 1025ha. La población aproximada de este ámbito es de 7 816 habitantes (facebook 2018).





Castaño

Loma Verde

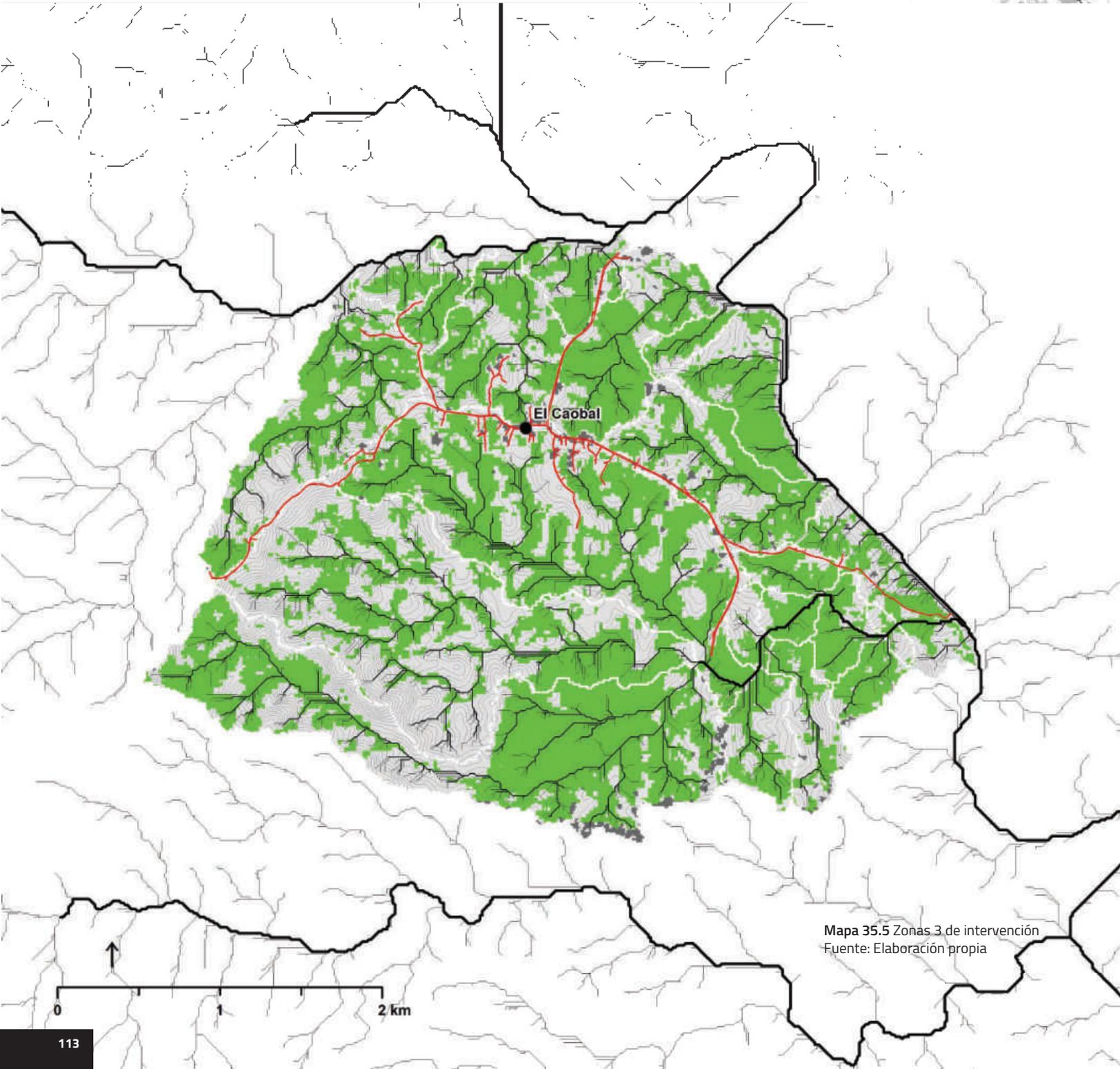
Algarrobo

El Fundo

### ZONA 3. El Caobal

En la zona tres se localiza la comunidad El Caobal (solo se hace referencia a las comunidades objeto de estudio en este trabajo). Según el censo realizado por el Proyecto, estas dos comunidades tienen una población de 15,500 personas y unas 3,444 viviendas.

Las microcuencas que delimitan esta zona tienen una superficie de 1,228 ha. La población aproximada de este ámbito es de 4 473 habitantes (facebook 2018).



Mapa 35.5 Zonas 3 de intervención  
Fuente: Elaboración propia



El Caobal

## Física y ambiental

### Zonas de vida en las comunidades de estudio

La República Dominicana forma parte del archipiélago de las Antillas mayores, ubicadas en la zona subtropical del continente americano. En la República Dominicana existe un territorio rico en biodiversidad por la diversidad de climas que posee. Por su definición una zona de vida es una unidad climática natural en que se agrupan diferentes asociaciones correspondientes a determinados ámbitos de temperatura, precipitación y humedad. Según la clasificación realizada por el botánico y dasónomo Leslie Holdridge en 1967, en la República Dominicana se encuentra nueve zonas de vida y siete formaciones de transición, que van desde las zonas más lluviosas y frías de mayor altitud con bosque muy húmedo montano, hasta las zonas más secas y bajas con un bosque espinoso sub tropical.

En la provincia San Cristóbal, la clasificación de zonas de vida publicado en su página web por el Ministerio de Medio ambiente y Recursos Naturales (MMARENA)<sup>2</sup> se encuentran siete zonas de vida; desde Bosque Húmedo Montano Bajo hasta Bosque Húmedo Sub-Tropical.

En las siete comunidades de estudio en el mapa del MMARENA se encuentran ubicadas en la zona de vida de Bosque Húmedo Sub-Tropical (BH-S) con una franja pequeña ubicada en Bosque Muy Húmedo Sub Tropical (BMH-S). Las características de estas zonas de vida son las siguientes:

- BH-S, altitud de cero hasta 800 MSNM, patrón de lluvias desde Abril hasta Diciembre, desde 1,500 a 2,000 msnm y las lluvias son provocadas por los vientos alisios que soplan desde el Este cargados de lluvias correctivas y orográficas, temperaturas promedios de 23-24 grados Celsius, llegando a una baja de 21 grados.
- El BMH-S presenta mayores elevaciones de altitudes, pluviometría desde 2,000 hasta 4,000 mm y las temperaturas promedio de 23 grados Celsius y pudiendo llegar a 18 grados la más baja.

Todas las comunidades de estudio presentan zonas de vida BH-S. Algunos flancos por sus altas elevaciones de altitud y mayor lluvia orográfica de las comunidades El Fundo, San Francisco y Arroyo Higüero se pueden ubicar en BMH-S.

Por las respuestas brindadas por las personas de la comunidad siguen siendo los meses Abril- Mayo y Agosto-septiembre los de mayores lluvias. Mientras que los meses mas calientes Abril y Agosto. Hicieron énfasis que por el cambio climático en ocasiones la lluvia se puede presentar

en cualquier mes, y que cuando se presentan los fenómenos naturales aumentan las lluvias

### Características de los suelos

El suelo es la porción más superficial de la corteza terrestre, constituida en su mayoría por residuos de roca provenientes de alteraciones físicas y químicas, por procesos de erosión así como de materia orgánica fruto de la actividad biológica que se desarrolla en la superficie.

Es innegable que como en todos los suelos dedicados a la agricultura estos han tenidos cambios debido a la modificación de la cobertura original, tumba y tala de árboles y el desarrollo de actividades agrícolas.

### Textura y estructura

En varios casos como en las comunidades de Castaño, Los algarrobos y El Caobal se nota mucha presencia de suelos rojizos por la presencia de arcilla, que se caracterizan por presentar suelos que tienden a tener una pobre infiltración, encharcamientos y en los períodos secos el suelo se torna compacto.

En las comunidades correspondiente al municipio de Cambita: San Francisco y Arroyo Higüero los suelos tienen una coloración más oscura, menor presencia de arcilla, presentando una estructura más prismática y por lo tanto permite mayor infiltración y menos encharcamiento. Es por esta razón que en lo que respecta a la agricultura los productores dedican más estos suelos a la producción de aguacate.

### Pendiente y pedregosidad

En la mayoría de las comunidades de estudio las pendientes son muy pronunciadas. Aunque las mayores pendientes las presentan las comunidades pertenecientes al municipio de Cambita Garabitos. Estas presentan pendientes que van de un 30 hasta un 70% aproximadamente. De igual modo la comunidad El Fundo presenta áreas también de alta pendiente. Las demás comunidades El Caobal, Castaños, Los Algarrobos y Loma Verde presentan en su mayoría pendientes más suaves comprendida entre los 10 a 40%.

En cuanto a los niveles de pedregosidad los suelos de estas zonas presentan muy poco material rocoso, entre otras razones han sido suelos que en su formación tuvieron las alteraciones físico química desde su formación y por la influencia de la vegetación. Por la baja pedregosidad resultado de su origen es que estos suelos unido al clima han sido provechosos para su uso agrícola.

<sup>2</sup>[https://ambiente.gob.do/wp-content/uploads/2019/01/SanCristobal\\_Zonas-VidaoEcologicas.pdf](https://ambiente.gob.do/wp-content/uploads/2019/01/SanCristobal_Zonas-VidaoEcologicas.pdf)

Por su capacidad de uso productivo podemos clasificar estos suelos que están comprendidos entre las Clases III y IV, VI y VII, siendo la Clase III la que presenta pendientes más suaves y pueden dedicarse para algunos cultivos agrícolas con manejo de prácticas de conservación de suelos por la pendiente. Desde la Clase IV al VII se dedican a frutales y maderable. En estas zonas son usados a la producción de frutales y cultivos perennes como el Aguacate, Cacao en su mayor parte y en menor proporción los cultivos menores.

### ***Erosión de los suelos***

Se define la erosión como la pérdida, desgaste o desprendimiento de las partículas de la capa superior del suelo, cuando este está seco o desprovisto de vegetación; debido a factores como la lluvia, el hielo, el frío, el viento o por la acción directa del ser humano, animales y vegetales.

Por los altos niveles de cobertura de los suelos de estas comunidades la erosión es en menor proporción. Sin embargo se observan pequeñas áreas en aquellas comunidades en donde hay mayor influencia de cultivos menores como en las comunidades de: Caobal, Castaño, Los Algarrobos, Loma Verde. En los casos de San Francisco y Arroyo Higüero es en proporción muy menor salvo los casos en que realizan renovación de los frutales que el suelo queda desprovisto por un tiempo.

El tipo de erosión que se observa es laminar que consiste en el desprendimiento o arrastre de la capa superficial en forma de lámina, por acción de la lluvia. Si esta continúa puede originar la erosión en surco que es cuando provoca una pequeña zanja en el suelo que puede constituirse con el tiempo en una cárcava que es una zanja de mayor magnitud.

### ***Tipo de bosques y cobertura***

Por la observación y por los hechos históricos en estas áreas geográficas ha habido un proceso gradual de cambio de la cobertura boscosa. Desde la introducción de los cultivos de Cacao, Café y el Aguacate, así como el conuquismo de tumba y tala; en estas zonas se ha ido cambiando la vegetación natural. Por la presencia del *Pinus occidentalis*, especie endémica de la isla, es notable que hubo en las zonas de mayor altitud un bosque de coníferas que poco a poco fueron taladas para la producción de primero Café y luego Cacao, cultivos menores y algunos frutales. Esto lo observamos especialmente en el área de mayores altitudes como la comunidad de El Fundo.

En las otras áreas del municipio de Villa Altagracia con

menores elevaciones se talaron árboles como cabirmas, Caoba, Algarrobo, Palma, Guámano, Roble, Corazón de Paloma, Cayas, Cedro, Mango, Limoncillo, Javilla, Jobo, Caimito. Estos fueron sustituidos por plantaciones primero de Café, luego Cacao y en menor proporción aguacate y cítricos. En el caso de las comunidades de San Francisco y Arroyo Higüero del municipio de Cambita, el cambio de cobertura ha sido en un alto porcentaje por el cultivo de Aguacate en sus variedades Semil 34 y Benik.

En la actualidad de forma general podemos decir que en estas comunidades los bosques primarios de coníferas y latifoliadas han sido sustituidos por bosques mixtos con predominancia de árboles frutales y cacao. Es importante resaltar que en el cultivo de Cacao permanecen árboles monumentales que sirven de sombra permanente, tal es el caso de las especies de Amapola o Brucal y la Guama.

De igual modo hay una importante cobertura boscosa sobre todo en las comunidades cuyo cultivo es el Cacao y frutales, a diferencia de las comunidades del municipio de Cambita que la cobertura es más influenciada por el cultivo de Aguacate en donde se observa una cobertura con menor densidad de árboles.

### **Fenómenos naturales que han afectado en la zona**

En la República Dominicana las temporadas ciclónicas inician desde el primero de Junio hasta el 30 de Noviembre, aunque en el año 2007 en pleno Diciembre el país se vio azotado por los huracanes Noel y Olga.

Las comunidades de estudio se han visto afectadas por tormentas y huracanes, recuerdan los daños ocasionados por el Huracán David en 1979, así como el Huracán Georges en 1998 y en menor proporción los huracanes Noel y Olga. Los daños se ocasionaron a la agricultura con la caída de árboles y destrucción de sus cosechas, recuerdan que luego del paso de esos fenómenos se provocaron también plagas que afectaron la producción del Café con la broca y roya, así como la casi desaparición de los cítricos como la Toronja y Naranja dulce. Mencionan que en todos estos casos no recibieron ningún apoyo por parte de las instituciones del Estado.

Hacen también constar que sólo hubo daños a la agricultura, los caminos, puentes. Es el caso de que en la actualidad por lluvias ocasionadas el año pasado se destruyó el puente que les comunica con el municipio de Cambita. De igual modo la comunidad San Francisco con cualquier lluvia se ve incomunicada por los arrastres que provoca el Río Yubazo.

### Situación de los cauces, caudales y riberas de los arroyos

En este apartado se resumen la información obtenidas de los recorridos por los cauces y riberas de las microcuencas de la mayoría de los arroyos que componen las cuencas de los ríos Haina y Nigua.

Es muy notable que en las microcuencas cuyas vertientes fluyen al Río Nigua; en donde se ubican las comunidades de San Francisco y Arroyo Higüero, son las microcuencas más sometidas a los procesos de nuevas plantaciones para el cultivo del aguacate, dado el auge que en los últimos 20 años este rubro ha tenido en los mercados de exportación.

A diferencia de las comunidades que componen la cuenca del Río Haina en donde se mantiene una mejor cobertura ya que el cultivo del cacao mantiene árboles de sombra como la Amapola, Guama; además del desarrollo de frutales de gran tamaño y copa como el Buen pan, Tamarindo, Limoncillo que contribuyen a mantener más densa la población de árboles.

De todos los arroyos observados en esta época<sup>3</sup> considerada seca o estiaje, presentaron un caudal permanente, aunque bajo; excepto el arroyo Yubazo o Blanco, que en algunos espacios se presentaba seco.

En el Arroyo María de la comunidad Arroyo Higüero, afluente del Blanco se realizó un aforo, el cual arrojó el valor de 0.10 gal/seg.

En el recorrido por las microcuencas de los arroyos, Yubazoo o Blanco, San Francisco, las tres palmas, Cumía, María, afluentes del Río Nigua. Además de los Arroyos Jibaná, socúa, Isa, Maná, Isamaná, Pozo de Prieto, Guineo, El Salto, Galán, Cuayo, y Arroyo Frío, se observó lo siguiente:

1. Los cauces o el lecho de los arroyos con unos 2-6 metros de ancho, se observa muy reforestado y protegido, salvo muy pocas excepciones. Se conservan las especies naturales: Yagrumos, Cabirmas, Javilla, Cigua prieta, Brucal, Pino macho, Samán, y los arbustos: Helechos, Pringamosa, Guayuyo, Bambús, Verdolaga, Suelda con suelda, entre otras.
2. Sin embargo en muchas de las áreas de las riberas a distancias de menos de 30 metros, se observan terrenos con erosión y desnudos por el desarrollo de cultivos menores de yuca, habichuelas, Guineo, Guandules, pastos, es el caso de los Arroyos San Francisco, Cuayo, De Prieto.

3. En otros casos se observa el desarrollo de matorrales con diversas especies que han sustituido las especies de origen; producto de la eliminación del bosque para cultivos menores que luego abandonaron. Se observa en riberas del Arroyo Cuayo.
4. En las cuencas del Río Nigua se están desarrollando explotaciones del cultivo de Aguacate, ocasionando eliminación del bosque. En las imágenes con drones son las áreas más destacadas ya que se nota que se están incrementando dado los beneficios que se obtienen con el desarrollo de este cultivo con la variedad Benik que obtienen cosechas casi todo el año, pero principalmente desde los meses de Diciembre hasta Mayo en donde los precios internacionales de exportación se elevan considerablemente.
5. Se ha observado las crianzas de cerdos cuyas instalaciones de pocilgas, simplemente amarrados o sueltos se ubican muy próximo a los cursos de aguas, aunque es en menor proporción; sin embargo dada la contaminación que provocan es de rigor que se apliquen medidas para evitar el daño que se provoca a la fauna y a la pureza de las aguas.
6. Uno de los daños más importantes es el provocado por los que buscan oro, principalmente a los arroyos afluentes del Río Haina, principalmente los Arroyos: Jibaná, Sosúa, Isamaná, Galán, Guineo. Estas personas de forma pública realizan diversas excavaciones dentro del área de los cauces, en ocasiones las excavaciones han llegado próximo a viviendas. De igual modo realizan extracción de arenas con las cuales hacen la función de búsqueda del metal de oro como la venta de la arena misma. Es notable el daño significativo que se ocasiona en un ecosistema tan frágil como estos acuíferos, además del peligro que se crean a las personas que y sus propiedades con el peligro de las excavaciones.

<sup>3</sup>Los recorridos se hicieron a principios del mes de marzo



Nacimiento pozo de prieto por árboles Cabirma y Yagrumo en la comunidad de Castaño



Conuquismo Cuenca río Nigua

Entre las funciones y servicios ambientales que presentan las riberas de un río o arroyo se pueden citar:

- *Regulan el microclima de un río o arroyo, se produce como consecuencia del control que ejerce la vegetación de ribera sobre las condiciones climáticas básicas del medio y de la propia influencia de la lámina de agua del río o arroyo.*
- *Contribuyen a regular la forma y la dinámica del río: mediante su capacidad para sustentar formaciones vegetales.*
- *Son un hábitat ideal para gran número de especies animales y vegetales: debido a las especiales condiciones microclimáticas y la disponibilidad de agua, materia orgánica y nutrientes.*
- *Actúan como áreas filtro frente a la entrada de sedimentos y sustancias contaminantes en el cauce: favorecida por su posición en el territorio, y por los procesos geomorfológicos, hidrológicos y bióticos que son característicos del medio ribereño.*
- *Cumplen un papel de zonas de acumulación de agua, materia orgánica y sedimentos: los flujos de materia y energía existentes se hallan relacionados con los que se producen en los ambientes acuáticos asociados.*
- *Funcionan como zona de recarga de masas de agua subterránea: debido a su papel de zonas de acumulación de agua, materia orgánica y sedimentos.*
- *Presentan importantes valores paisajísticos.*



Cauce y caudal Arroyo Coayo



Crianza de cerdos

## Social

### ***Principales causas de la deforestación***

Las causas del corte y tala de árboles en estas comunidades ha sido por el aumento de la población, cultivos agrícolas, uso de la madera para la construcción de viviendas. En las áreas correspondiente al municipio de Cambita, dado el valor económico del cultivo de Aguacate se han ido explotando y talando terrenos de bosques primarios. En una reseña periodística de El Caribe del 25 de Marzo de 2014 en Cambita habían unas 140,000 tareas cultivadas de Aguacate por unos 2200 productores. Esta área equivale a 8,805 hectáreas y a 88 kilómetros cuadrados que antes era un bosque latifoliado. A la fecha de hoy, siete años después el área se ha incrementado.

### ***Tenencia de la tierra y régimen de propiedad***

La tenencia es el nivel de derechos que un individuo, empresa familiar o un grupo tiene en cuanto al acceso a la tierra y a los recursos naturales. El régimen de propiedad es el sistema de reglas y convenios institucionales y sociales, que determina el control que tiene un individuo, un grupo o una institución, sobre la tierra y demás recursos naturales.

En la comunidad de San Francisco alrededor del 90% del total del área, la propiedad de los terrenos es de pocas personas donde cada uno de ellos poseen centenares de tareas de tierra, mientras que las personas de la comunidad en su gran mayoría posee menos de 50 tareas. En el caso de Arroyo Higüero, la distribución es más equitativa. En ambos casos la mayor producción es de Aguacate. Igual situación sucede en la comunidad El Caobal en donde los "Finqueros" poseen alrededor del 60% y en El Fundo alrededor del 40%. Algunos de estos finqueros poseen sus terrenos para casa de veraneo y diversa producción agropecuaria.

### ***Producción agrícola y pecuaria***

Los productos de una finca tienen dos destinos posibles: El mayor uso que tienen los terrenos de las comunidades es para la agricultura. Sobre todo la producción de Aguacate en las comunidades San Francisco y Arroyo Higüero. Esta producción se dedica al mercado de exportación. La venta se inicia desde los meses de Octubre hasta el mes de Marzo, aunque últimamente con en la zona de Cambita con la introducción de la variedad conocida como Benik han logrado cosechar casi todo el año. Hacemos notar que el mayor precio se obtienen durante los meses de Enero-Abril.

La mayoría de los productores posee un promedio de tierra de alrededor de 50 tareas, excepto los llamados finqueros

que poco a poco van adquiriendo grandes terrenos y algunos sobrepasan las 500 tareas. Observamos que los productores de aguacate que poseen un promedio de 50 tareas pueden tener importantes ingresos con la venta de Aguacates y así tener un nivel de vida aceptable.

El otro cultivo de producción masiva es el Cacao que se producen en las comunidades del municipio de Villa Altigracia: El Fundo, El Caobal, Los Algarrobos, Castaños y Loma verde. Algunos productores producen el cacao orgánico, el cual los venden a mejor precio. En casi todos los casos la venta del cacao es sin ningún tipo de beneficiado, por lo que se obtienen pocos valores, ya que no le agregan el valor que se obtiene con el secado y fermentación. Para realizar el beneficiado el productor debe disponer de estructuras para el secado y para la fermentación. Con el beneficiado el productor pueden incrementar significativamente los precios.

También se produce rubros principalmente para el consumo y la venta: plátanos, guineos, Ñame, Yautía, Auyama, tayotas, Yuca, Guándules, Ají, verduras Orégano. Se aprovecha la importante producción de frutales como el limoncillo, Tamarindo, Buen Pan, Coco, Carambolas, Cerezas los cuales son vendidos a los mercados o les son comprados directamente por intermediarios que llegan a la zona. Algunos producen en menor escala chinola.

Observamos que los productores de Cacao con sus excepciones tienen ingresos bajos por lo que tienen menos ingresos y niveles de vida que los productores de Aguacates.

En cuanto a la producción pecuaria esta es muy reducida, muy pocos productores de ganado y porcino. Este tipo de producción quizás es menos del 10% del total del área de terrenos productivos.

La agricultura que se lleva a cabo por los pequeños productores es una agricultura de secano. Es importante anotar que los regímenes de lluvias son muy importantes y regularmente sobrepasa los 1,500 mm cada año. En las zonas de mayores elevaciones se registran lluvias hasta más de 2,000 mm cada año. Es importante significar que los niveles de evapotranspiración, esto es la evaporación o pérdida de agua por el suelo y la transpiración es baja debido a las bajas temperaturas, cobertura y altos niveles de lluvias.

### Uso de riego para la producción

El uso de riego sólo lo observamos en la comunidad de San Francisco por algunos de los “finqueros” que obtienen agua del sub-suelo o pequeños manantiales y la vierten por tuberías para la producción de aguacates y otros servicios.

### ***Capacidades, experiencias en la producción y conservación ambiental***

Sobre estos temas lo definimos como el conjunto de conocimientos e información acumulados localmente, así como las capacidades adquiridas a través de cursos, talleres o charlas impartidas por instituciones públicas o privadas. Por lo que observamos y las informaciones recogidas en las reuniones podemos citar:

- Realización de prácticas de conservación de suelos a través de barreras muertas con los desechos de cosechas en curvas de nivel para reducir los niveles de erosión.
- El menor uso y en algunas comunidades la erradicación de el fuego.
- Elaboración de abono orgánico a través de restos de cosechas y en labores de poda y deshierbas.
- Realización de podas de formación y de mantenimiento
- Injerto tanto en Aguacate y Cacao. Por el corte de yemas que son incrustados en un patrón para la mejora de la productividad obteniendo un fruto de mejor calidad.

### ***Organizaciones de las comunidades***

Las organizaciones existentes en las comunidades se han formado por diferentes objetivos.

- Existen organizaciones de productores para la obtención de asistencia, apoyo técnico, mejor comercialización, créditos.
- Asociaciones para el desarrollo de la comunidad por la obtención de obras y servicios comunitarios.
- Junta de Vecinos constituidos por sectores de la comunidad para el logro de sus reivindicaciones más locales.
- Asociaciones de ahorros y préstamos, en donde ahorran y obtienen préstamos a intereses blandos
- También en cada una de las siete comunidades, existe una Asociación Comunitaria de Acueductos Rurales (ASOCAR).

Esta última organización la están institucionalizando para lograr su incorporación, y su constitución la ha financiado y el Proyecto.

Es importante resaltar que las comunidades tienen sus organizaciones religiosas, tanto la religión católica como

las evangélicas, algunas de esta última con su local para sus actividades eclesiales la cual también aprovechan para reuniones comunitarias.

De igual modo resaltamos la fuerte participación de las mujeres. En todas las reuniones se sobrepasaba la asistencia de mujeres en donde también hacemos notar su participación y liderazgo en la toma de decisiones.

### ***Mano de obra para un posible plan de reforestación***

Este tema fue tratado en cada una de las reuniones con las comunidades. En las comunidades se dispone de mano de obra para los trabajos comunitarios. Las familias campesinas disponen de su empresa familiar que es su regularmente es su finca en donde trabaja toda la familia y son ellos mismos que aplican su tiempo para el trabajo. Por esa razón siempre y cuando se planifique los participantes en su mayoría manifestaron su disposición de apoyar cualquier labor a desarrollar para la reforestación de áreas prioritarias.

Este es un tema que en su momento se analizará a más profundidad, dada los esfuerzos y logísticas que son necesarios en un plan de reforestación, así como las labores de mantenimiento que deben estar presente. Esto implica que el personal a usar deberá tener ciertas destrezas y capacidades para asegurar el mayor porcentaje de sobrevivencia de las plantaciones.

## Económica

En este apartado se hace una evaluación de los cultivos de cacao y aguacate, los cuales en las comunidades de estudio son las principales fuentes económicas de sus habitantes.

Es innegable que con el cacao el suelo se empobrece menos y existe más biodiversidad que con el aguacate, dado que este es un monocultivo sin sombra, con menos densidad de su coma y más demandante de agua del suelo, de igual modo es un cultivo más intensivo en lo que implica el uso de insumos agrícolas.

La presión que ya ejerce este cultivo en estas zonas y en otras áreas del país es muy notable por lo atractivo de sus ingresos, por ser un fruto de exportación muy demandado por la calidad que es reconocido en los mercados internacionales. Ya se están obteniendo variedades con demanda y obteniendo cosechas en períodos que garantizan excelentes precios.

Hacemos un especie de alerta de ir, por un lado, en apoyo de los productores de cacao para disminuir la presión al bosque y por el otro, delimitar las áreas para el cultivo de Aguacate para disminuir la eliminación de árboles nativos. En lo que respecta a los ingresos y costos lo que se presenta son aproximaciones, debido a que existen pocos registros al respecto y nos auxiliamos con informaciones directa con algunos/as productores.

### Generalidades del cultivo de cacao

*Nombre Común*

Cacao

*Nombre Botánico*

*Theobroma cacao*

*Familia*

sterculiaceae

*Origen*

Es originaria de los trópicos húmedos de América, noroeste de América del Sur y zona amazónica.

El árbol es de tamaño mediano de 5 a 8 metros regularmente, aunque puede alcanzar alturas de hasta 20 m cuando crece libremente bajo sombra intensa. Su corona es densa, redondeada y con un diámetro de 7 a 9 m. Tronco recto que se puede desarrollar en formas muy variadas, según las condiciones ambientales.

Las flores son pequeñas y se producen en racimos pequeños. El fruto es de tamaño, color y formas variables, tienen forma de baya, de unos 30 cm de largo y 10 cm de diámetro, siendo lisos o acostillados, de forma elíptica y de color rojo, amarillo, morado o café.

La pulpa es blanca, rosada o café, de sabor ácido a dulce y aromática. El contenido de semillas por baya es de 20 a 40 y son planas o redondeadas, de color blanco, café o morado, de sabor dulce o amargo.



### Exigencias de clima

El cacao es una planta que se desarrolla bajo sombra. En cuanto a la temperatura el cacao no soporta temperaturas bajas, siendo su límite medio anual de temperatura los 21°C ya que es difícil cultivar cacao satisfactoriamente con una temperatura más baja.

Las temperaturas extremas muy altas pueden provocar alteraciones fisiológicas en el árbol por lo que es un cultivo que debe estar bajo sombra para que los rayos solares no incidan directamente y se incremente la temperatura. Con relación al agua el cacao es una planta sensible a la escasez de agua, pero también al encharcamiento por lo que se precisarán de suelos provistos de un buen drenaje. Un anegamiento o estancamiento puede provocar la asfixia de las raíces y su muerte en muy poco tiempo. Con relación a los vientos, si son muy continuos pueden provocar un desecamiento, muerte y caída de las hojas.

### El cacao en la República Dominicana

En la República Dominicana hay dos millones 750 mil tareas dedicadas al cacao, con una producción de 80 mil toneladas métricas. Según datos ofrecidos por el Ministerio de Agricultura, en el periodo 2018-2019 la República Dominicana exportó 73 mil toneladas métricas de cacao, aportando 195 millones de dólares en divisas a la economía nacional. Nuestro país es el principal exportador de cacao orgánico a nivel mundial, ha tomado fama a nivel mundial por el tema del cacao orgánico y cacao fino de aroma, sin embargo a juicio de la Confederación Nacional de Productores de Cacao (Conacado), en la República Dominicana se necesitan políticas públicas claras que incentiven las inversiones en el sector cacaotero. En este sector no se observan nuevas tecnologías. La productividad sigue siendo baja, con un promedio de 50 libras por tarea. Por tal razón existe mucha pobreza en los productores de cacao en todas las zonas del país.

El 30% de los árboles de cacao corresponde al cacao tradicional del país, mientras que el restante 70% está constituido por híbridos biclonales, provenientes en su mayoría de cultivares importados, seleccionados por su alto rendimiento, calidad, y tolerancia a las principales plagas y enfermedades. De la producción de todo este material genético, en sentido general, se surten tanto la industria local como los exportadores.

Entre las principales limitaciones a la producción están la incidencia de la enfermedad Podredumbre Negra de la Mazorca, el ataque de ratas (*Ratus ratus*) y pájaros

carpinteros (*Melanerpes striatus*), el exceso de sombra, y el uso de cultivares no bien seleccionados.

La cosecha principal del cacao tiene lugar durante los meses de marzo, abril, mayo, junio y julio y la cosecha menor ocurre durante los meses de noviembre, diciembre y enero.

El mercado internacional establece los precios del cacao dominicano según cuatro clasificaciones básicas, en atención a calidad: Sánchez, Hispaniola, Orgánico Sánchez y Orgánico Hispaniola. El Cacao Sánchez sólo es exportado al mercado de los Estados Unidos, donde es apreciado por su contenido de manteca. El precio es fuertemente penalizado debido a que es un cacao sin fermentar o de fermentación incompleta, con alto grado de humedad y alto porcentaje de moho u otros defectos comerciales.

Las demás clasificaciones, Hispaniola y los Orgánicos, son exportados a Estados Unidos, Europa, Asia, y Oceanía, con una calidad final de mejor terminación en su proceso de beneficiado.

### Manejo de la sombra en el cultivo de cacao

El cacao es un cultivo típicamente umbrófilo, o sea que necesita la sombra para poder desarrollarse. El objetivo del sombreado al inicio de la plantación es reducir la cantidad de radiación que llega al cultivo para reducir la actividad de la planta, evitar la transpiración y proteger al cultivo de los vientos que la puedan perjudicar. El manejo de la sombra debe ser de la siguiente manera:

- Los primeros cuatro años: Desde los 5 años ya establecida la plantación
- 50 % de sombra: Un 25 % de sombra

Al principio del cultivo hasta los 4 años se maneja una sombra temporal principalmente con musáceas (plátano y guineo), Piñón cubano. Y para el establecimiento luego de los 5 años la sombra debe ser permanente con las especies Amapols (*Eritrhina* sp) y la Guama (*Inga vera*) principalmente. También se pueden incluir algunos frutales como el Buen pan o Pan de fruta, Zapote o arboles forestales como el Cedro.

Con una sombra efectiva y correcta se logran las siguientes ventajas:

- Regulación de la cantidad de luz a entrar dentro de la plantación, protegiendo a las hojas contra el efecto directo del sol, evitándose el quemado foliar.
- Proporciona condiciones ambientales más estables, proporcionando la temperatura en el interior del cacaotal, lo que permite una descomposición de la materia orgánica en forma más lenta y por ende se disminuye el rango de temperatura diaria.
- Previene la erosión y la pérdida de fertilidad del suelo, favorece la infiltración, mantiene la permeabilidad y aireación, ya que el cacao por sí mismo no asegura una cubierta suficiente.
- Se disminuye la pérdida de agua por transpiración, esto se debe a que se reduce la presión de vapor dentro de la hoja con relación con la de la atmósfera.
- Disminuye la evaporación del suelo, conservándose la humedad en ellos.
- Mantiene en cierto grado un control de las malezas.
- Asegura una producción que sin alcanzar los rendimientos óptimos, permite una buena rentabilidad de la explotación.
- Disminuye la incidencia de algunas enfermedades (Phytophthora y Monilophthora) y principalmente de insectos plaga (Trips).
- Permiten un mejor aprovechamiento de los fertilizantes, ya que los que se perderían por lixiviación son aprovechados por los árboles de sombra, de raíces más profundas.

### **El cultivo del cacao, el bosque y su impacto en el medio ambiente**

La evaluación de los recursos forestales 2000 ha Para la República Dominicana, en la Ley 118-99 sobre el Reglamento Forestal se define el Bosque como sistemas ecológicos en los que predominan los árboles o arbustos, que han crecido espontáneamente dando paso a los diferentes procesos y relaciones ecológicas, sirven de refugio a la vida silvestre y producen madera y/o productos forestales.

Entre las diversas clasificaciones de los bosques, una de las más usuales es la que tiene en cuenta su nacimiento e historia. En este sentido, puede hablarse de bosques primarios o nativos (surgidos de forma natural y sin grandes intervenciones externas), bosques secundarios (regenerados a partir de una primera tala) o bosques artificiales (plantados por el ser humano).

Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés), "los bosques nativos (o naturales) son aquellos que no han sido intervenidos significativamente por el hombre; y los bosques plantados (o plantaciones forestales) son aquellos que el hombre sí ha intervenido con procesos de reforestación hasta el punto de cambiar su estructura y su funcionamiento. Comúnmente, este tipo de bosques es bastante simétrico: tiene distancias exactas entre los árboles y maneja un máximo de dos especies, todas de la misma edad". Por las distintas definiciones de bosque, el cultivo de cacao al igual que el de café no se consideran un bosque natural propiamente. Existen varias teorías de los efectos de estos cultivos y su impacto al medio ambiente.

Unos consideran que estos cultivos (de cacao y café), contribuyen a mejorar los ecosistemas: Por su alta cobertura de suelo, disminución de erosión, contribución a disminución de temperatura, así como reducir incendios forestales. Algunos lo consideran como un bosque generoso, porque contribuye a ejercer prácticas amigables de conservación de la biodiversidad y a aliviar la pobreza, así lo menciona la entidad Ecociencia de Ecuador.

Otros, sin embargo, como La Coordinadora Estatal de Comercio Justo entienden que el modelo de producción a gran escala, desarrollado por la industria alimentaria convencional, basado en grandes extensiones de monocultivo y la maximización de rendimientos a corto plazo provoca deforestación, desertificación, erosión de los suelos y pérdida de la biodiversidad de flora y fauna.

Además, en el plano humano y social, este modelo acrecienta la inestabilidad y explotación laboral, la pobreza y la desigualdad. Precisan que para habilitar tierra para el cultivo del cacao es necesario eliminar algunos árboles y a menudo se elimina el bosque completo para potenciar un crecimiento más rápido de los árboles y aumentar su rendimiento a corto y medio plazo. Pero cuando los árboles del cacao envejecen, su productividad desciende y se hacen más vulnerables a enfermedades. Además, la pérdida de árboles de sombra y de otras especies disminuye la humedad y fertilidad de la tierra y provoca erosión y alteración de los ciclos de lluvias.

Ellos demandan la necesidad de que los agricultores y agricultoras a pequeña escala formen parte de la solución a la crisis climática y se les tenga en cuenta como partes interesadas a la hora de elaborar las políticas nacionales e internacionales de acción climática.

De las siete comunidades de estudio, cinco de ellas se caracterizan por desarrollar el cultivo del cacao como su principal actividad económica. Estas son parte de la Cuenca del Río Haina: El Fundo, Los Algarrobos, Loma Verde Castaño y el Caobal. En cambio, las comunidades de San Francisco y Arroyo Higüero, de la cuenca del Río Nigua; tienen como principal actividad económica el cultivo de aguacate.

El manejo de la sombra en esas comunidades es muy inadecuado para el cultivo, se observa porcentajes de sombra que superan el 60 % por la gran cantidad y diferentes tipos de árboles forestales y frutales existentes provocando altos porcentajes de sombra; lo que contribuye a la baja productividad. Las labores de cultivo como la poda y eliminación de árboles inadecuados son muy limitados por los productores, dada la poca rentabilidad que obtienen, en la práctica, la mayoría de productores por sus limitaciones económicas sólo realizan las labores de eliminación de hierbas indeseables.

Entre las desventajas de un inadecuado manejo de sombra se citan:

- Mayor transmisión de plagas y enfermedades.
- Si presentan raíces superficiales de los árboles y entran en competencia con el cacao, por agua y nutrientes del suelo.
- Caídas de ramas y/o el árbol completo sobre los cacaos.
- Menor desarrollo y estímulo de producción de flores.
- Exagerado crecimiento de los árboles de cacao lo que dificulta la cosecha y cuando se realiza se provocan daños a los árboles.

Se puede considerar que en términos ambientales es provechoso el mal manejo de la sombra por la mayor diversidad de árboles existentes. Sin embargo, existe la baja rentabilidad del cultivo por el mal manejo de sombra; esto puede contribuir a mayor presión del bosque ya que le obliga a disponer de pequeñas áreas para la producción de cultivos menores para su consumo y venta; lo que ocasiona eliminación de árboles y erosión de los suelos.

Tabla 33.8 Resumen de la caracterización de las 7 comunidades a intervenir incorporando datos obtenidos en campo

CUENCA	MICROCUENCA	MUNICIPIO	COMUNIDAD	ZONA DE VIDA	ALTITUD <sup>(1)</sup>
Río Nigua	Arroyos Yubazo y Blanco	Cambita Garabitos	San Francisco	Bosque Muy Húmedo Sub Tropical (BMH-S) y Bosque Húmedo Sub-Tropical (BH-S)	Altitud mínima: 82 m Altitud media: 438 m Altitud máxima: 1643 m
	Arroyos Yubazo y María		Arroyo Higüero		
Río Haina	Arroyo Isa y Maná y Río Isamaná	Villa Altagracia	El Caobal	Bosque Húmedo Sub-Tropical (BH-S)	Altitud mínima: 25 m Altitud media: 455 m Altitud máxima: 1518 m
	Arroyos Jibaná y Sosúa		Loma Verde		
	Arroyos Jibaná, Sosúa y Pozo de Prieto		Castaños		
	Arroyos Jibaná, Guineo y El Salto		Los Algarrobos		
	Arroyos Medina, Galán, Cuayo y Frío		El Fundo		

Fuente:

\*\* <https://es.weatherspark.com><https://es-do.topographic-map.com/maps/et1r/Villa-Altagracia/><https://es-do.topographic-map.com/maps/6h1b/Cambita-Garabitos/>

TEMPERATURA <sup>(2)</sup>	PENDIENTES	SUELO (textura y estructura)	COBERTURA (cambios)	CULTIVOS
<p>Temperatura de 19 °C a 30 °C            Temperatura a la vez baja a            temperaturas de 17 °C            Temperatura a más de 32 °C</p>	<p>Van de un 30% hasta un            70 % aproximadamente</p>	<p>Coloración más oscura,            menor presencia de            arcilla, presentando una            estructura más            prismática y por lo tanto            permite mayor infiltración            y menos encharcamiento.            Baja pedregosidad.            Erosión laminar muy            menor en los terrenos            que quedan expuestos            temporalmente por la            renovación de frutales.</p>	<p>En el caso de las            comunidades de San            Francisco y Arroyo            Higüero el cambio de            cobertura ha sido en un            alto porcentaje por el            cultivo de aguacate en            sus variedades Semil 34 y            Benik.            En estas comunidades se            observa una cobertura            con menos densidad de            árboles.</p>	<p>El mayor uso que tienen los            terrenos de las comunidades es            para la agricultura, sobretodo para            la producción de aguacate.</p>
<p>Temperatura de 19 °C a 31 °C            Temperatura a la vez baja a            temperaturas de 17 °C            Temperatura a más de 33 °C</p>	<p>En su mayoría pendientes            más suaves comprendida            entre el 10% a 40%</p>	<p>Suelos rojizos por la            presencia de arcilla que            tienden a tener una pobre            infiltración,            encharcamientos y en los            períodos secos el suelo se            torna compacto.            Baja pedregosidad. Se            observan pequeñas áreas            erosionadas por la            influencia de cultivos            menores.</p>	<p>En estas comunidades los            bosques primarios de            coníferas y latifoliadas            han sido sustituidos por            bosques mixtos con            predominancia            de árboles frutales y            cacao. Hay una            importante cobertura            boscosa pues para el            cultivo del cacao se            conservan árboles            monumentales que            sirven de sombra            permanente.</p>	<p>El cultivo de producción masiva en            las comunidades del municipio de            Villa Altagracia es el cacao.            Algunos productores producen el            cacao orgánico.            También se producen para el            consumo y la venta: plátanos,            guineos, ñame, yautía, auyama,            tayotas, yuca, guándules, ají,            orégano.            Se aprovecha la importante            producción de frutales como el            limoncillo, tamarindo, buen pan,            coco, carambolas, cerezas.</p>
	<p>Van de un 30% hasta un            70 % aproximadamente</p>			

# Económica

## Beneficios económicos de los bosques

*Trabajo en proceso*

### Cultivo de subsistencia en las comunidades

Entre las razones que se puede asegurar que el cultivo de cacao en estas comunidades es un cultivo de subsistencia se señalan:

1. Baja productividad de las cosechas igualando los datos que se tienen del país alrededor de 50 libras por tarea; salvo algunas excepciones.
2. Limitada cantidad de terrenos. Aunque no se disponen de estudios, por los recorridos realizados y las conversaciones con los productores el promedio de cantidad de terrenos se sitúa entre los 15 a 25 tareas; incluyendo algunas familias con apenas 5 tareas.
3. Se reconoce que el cacao que se cosecha en las comunidades es orgánico, (porque no se aplican ningún tipo de pesticidas o abono inorgánico); sin embargo, se vende con todo el mucílago y humedad (tipo Orgánico Sánchez), como dicen los/as productores con baba; o sea sin ningún tipo de beneficiado para aumentar su valor.
4. Si suponemos una familia con unas 30 tareas y una productividad de 80 libras en el mejor de los casos. Con un valor aproximado a los RD\$ 47.00 (cuarenta y siete pesos) la libra. Significa que esa familia en el año obtendría alrededor de RD\$ 112,000.00 (cientos doce mil pesos); pudiera agregarse la venta por un valor de unos RD\$ 8,000.00 (ocho mil pesos) por la venta de algún tipo de frutal que generalmente poseen en la finca; es el caso de Buen pan, Tamarindo, Limoncillo o Quenpa, u otros. Para un total de alrededor de RD\$ 120,000.00 (cientos veinte mil pesos) y estamos exceptuando los costos del cultivo ya que en la mayoría de los casos los realiza la misma familia.

### **Comparación de los ingresos de los productores de cacao versus los productores de aguacate**

En el caso del aguacate (nombre botánico es *Persea americana*), ya es considerado como el oro verde en el municipio de Cambita, donde se localizan dos de las comunidades de estudio, San Francisco y Arroyo Higüero.

Hay que diferenciar que entre estas comunidades hay un hecho importante y es la tenencia de la tierra, ya que en la comunidad de San Francisco la mayoría de las personas de la comunidad no poseen tierra propia y se puede aproximar que más del 90 % de los terrenos pertenecen a pocas personas, que se les denomina finqueros o terratenientes que pudieran ser menos de 10 personas.

En el caso de Arroyo Higüero, la mayoría de las familias posee un predio de terrenos, aunque la cantidad es pequeña. Según nos comentaban poseen alrededor del 70 % del total de terrenos de su comunidad.

La variedad de aguacate que cultivan en estas comunidades son Semil 34 y Benik, esta última tiene la característica que se cosecha desde los meses de enero al mes de abril, resiste más tiempo en el árbol ya que se vende en menor estado de desarrollo en su color verde. El Semil 34, está siendo sustituido por el Benik por las razones expuestas. Los productores realizan el corte del árbol a la altura de 1 a 1.5 metros y lo injertan con el Benik que luego de 1 año ya entra en su primera cosecha.

Con relación a los ingresos, los/las que producen aguacate, la rentabilidad es más significativa, esto así porque el aguacate que es un fruto verde que se comercializa para la exportación tiene una demanda muy importante desde los meses de enero hasta abril. En ocasiones el valor del fruto puede ser hasta de 50 pesos la unidad. Se puede promediar entre los 20 pesos por unidad.

Si hacemos el mismo ejercicio de una familia con unas 30 tareas de este cultivo; sus ingresos estarían alrededor de unos RD\$ 470,000.00 en el año.

Este ingreso está sujeto a realizar prácticas de cultivos adecuadas, esto significa realización de un buen manejo de cultivo; aplicando las labores culturales de fertilización y abono foliar, deshierbos, control de plagas y enfermedades, poda.

La cosecha de este cultivo es de un promedio de 70 frutos por árbol, para fines de exportación, aunque puede

aumentar. Por cada tarea se distribuyen unos 17 árboles para un total de 510 árboles. Y con una productividad de unos 35,700 frutos a una venta de 22 pesos equivale a RD785,400 pesos (setecientos ochenta y cinco mil cuatrocientos).

A este valor disminuimos un 40% de costos de la cosecha, unos 315,000.00 (trescientos quince mil pesos).

Estos cálculos son aproximados, haciendo constar que la productividad de las cosechas va a depender de muchos elementos:

- El clima y ubicación de la finca.
- La capacidad de inversión del propietario
- El precio del fruto
- La calidad del fruto
- La época de la cosecha

## 34. Levantamiento con drones

Una vez obtenidos los análisis con las imágenes satelitales y las delimitaciones por microcuenca de las comunidades se procedió a levantar con dron una muestra de zonas representativas, con el objetivo de obtener un muestreo de información cartográfica de detalle actualizada de cada una de las comunidades beneficiarias del proyecto.

Los trabajos para el levantamiento incluyen los siguientes pasos:

1. Planeación, estimación y configuración de los parámetros óptimos para la(s) misiones de vuelo según lo requerido.
2. Levantamiento aerofotogramétrico de campo.
3. Cálculo, procesamiento y generación de los productos derivados del levantamiento.

### Planeación

Mediante este proceso se asegura la obtención de fotografías de máxima calidad y precisión las cuales serán utilizadas como materia prima para la creación de productos cartográficos y otros derivados del post proceso de las imágenes. Durante esta etapa nos ocuparemos de preparar las instrucciones detalladas para los operadores RPAS que integren la misión fotogramétrica referente a la obtención de imágenes, recorridos fotográficos, área a ser volada, etc.

Mediante la correcta planificación de vuelo se puede asegurar la obtención de cobertura adecuada con el mínimo de imágenes, tal que cada parte del terreno por pequeña que sea, debe quedar cubierta estereoscópicamente.

Para esta planificación de vuelo se consideran los siguientes factores:

- A. Factores pertenecientes a la zona a sobrevolar:
- Uso a dar a la fotografía aérea.
  - Límites y ubicación de la zona.
  - Naturaleza del terreno.
  - Condiciones meteorológicas y época del año.
  - Altura y posición del sol en la época.
  - Naturaleza, extensión y distribución de puntos de control terrestre.
- B. Factores pertenecientes al equipo en campo:
- Equipo disponible (RPAS, cámara, material sensible).
  - Personal disponible. Para el cálculo de los parámetros óptimos del presente levantamiento los factores proporcionados fueron área, y provincia donde se realizará el levantamiento por lo que se han

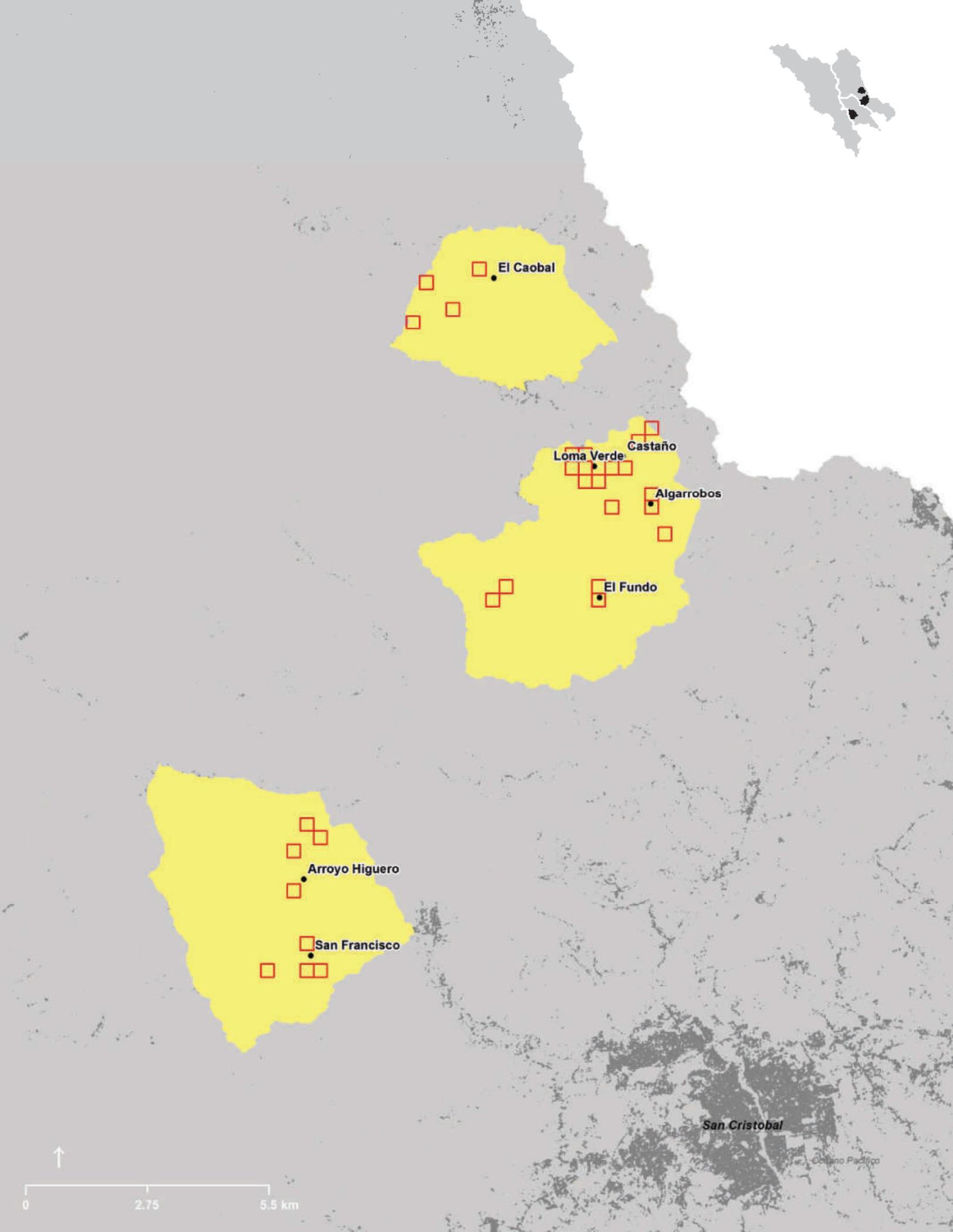
configurados los parámetros que veremos a continuación.

Se realizaron cuatro vuelos por comunidad de 300x300m (9 ha) para la obtención de un total de 28 muestras, representativas de diferentes áreas en las microcuencas de influencia.

### Levantamiento

La metodología aplicada para este trabajo está sustentada en el uso de fotogrametría. Primero fue necesaria una planeación, estimación y configuración de los parámetros óptimos para la(s) misiones de vuelo según lo requerido. Las visitas a campo se realizaron en el mes de noviembre y diciembre 2020, realizando cuatro vuelos por comunidad por día.

- Parámetros
  - Dron: DJI mavic pro 2
  - Superficie: 300x300 m (9 hectáreas)
  - Programación: DJI Go 4 / DroneDeploy
  - Vuelo: 75 m altura
  - Tiempo: 21 min
  - Traslape horizontal / vertical: 80%/70%
  - Resolución: 5472x3648 pixels
  - Imágenes:  $230 (90^\circ) + 80 (45^\circ) = 310$



## Cálculo y procesamiento

La metodología propuesta para esta parte del trabajo está sustentada en el uso de fotogrametría a partir de levantamientos con drones basado en:

1. Alineación de imágenes y creación de la nube de puntos inicial. En este proceso se lleva a cabo la alineación de las fotos. 1° se buscan puntos "homólogos" en cada foto, como esquinas, cambios de color o cualquier punto que al programa le parezca bueno de acuerdo a su algoritmo de selección de puntos. Por cada foto se buscará un gran número de puntos. Después se busca cada punto homólogo de una foto con las demás fotos. Como resultado de este proceso hay muchos puntos homólogos que no se encuentran o se rechazan, pues permanecerán solamente los mejores.
2. Creación de nube de puntos densa. En este proceso se realizará un modelado de nube de puntos densa. Según las posiciones estimadas de la cámara, se calcula la información de profundidad para cada cámara para combinarla en una única nube de puntos densa. De ser requerido se pueden producir nubes de puntos extra densas, que tienen casi la misma densidad, si no más densas, que las nubes de puntos LIDAR. Esta nube de puntos se utilizará como base para la etapa de procesamiento del DEM. Alternativamente, la nube de puntos se puede exportar a una herramienta externa para un análisis más detallado.
3. Creación del modelo digital de elevación (DEM). En este proceso generara el modelo de elevación digital (DEM). Un DEM representa un modelo de superficie como una cuadrícula regular de valores de altura. Este se procesará a partir de la nube de puntos densa antes generada con la finalidad de obtener resultados más

precisos. Este producto permite realizar mediciones de elevaciones entre puntos, distancia inclinada, y volúmenes basadas en DEM, así como generar secciones transversales de una parte de la escena seleccionada. Además, las curvas de nivel se pueden calcular para el modelo y se pueden representar sobre el DEM o la ortofoto.

4. Creación de Ortofoto. El ortomosaico se genera a partir de imágenes aéreas captadas y utilizando como base de procesamiento el DEM antes generado. El ortomosaico se obtendrá por ortorectificación de las imágenes originales. Se inspeccionarán de líneas de costuras del ortomosaico para obtener mejores resultados visuales.

### Resultados

#### Proceso

Programa:	Metashape (Agisoft)
Unión:	3h
Nube densa:	3h
MDS:	10m
Ortomosaico:	15m
Tiempo promedio por módulo:	6h 30m

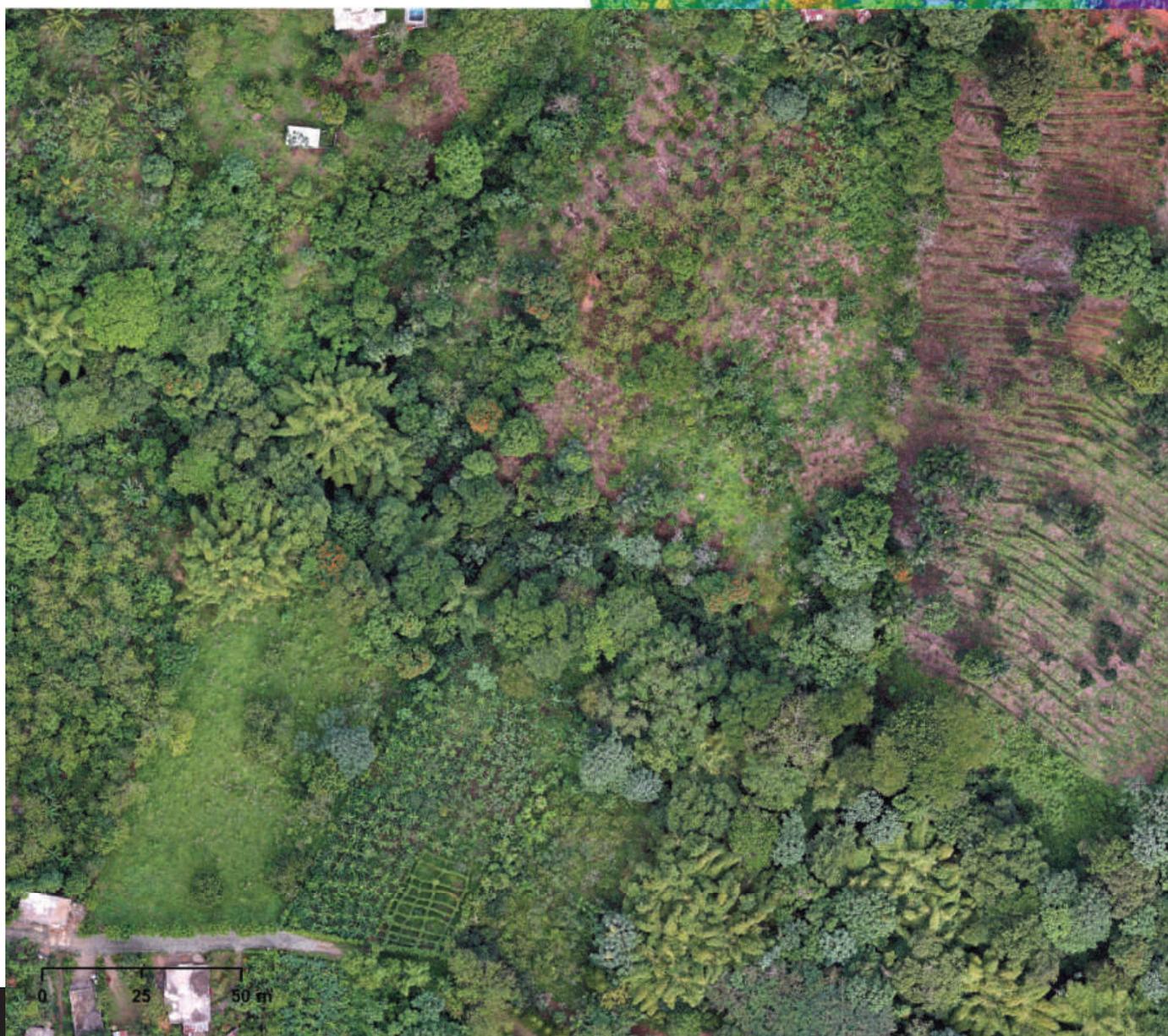
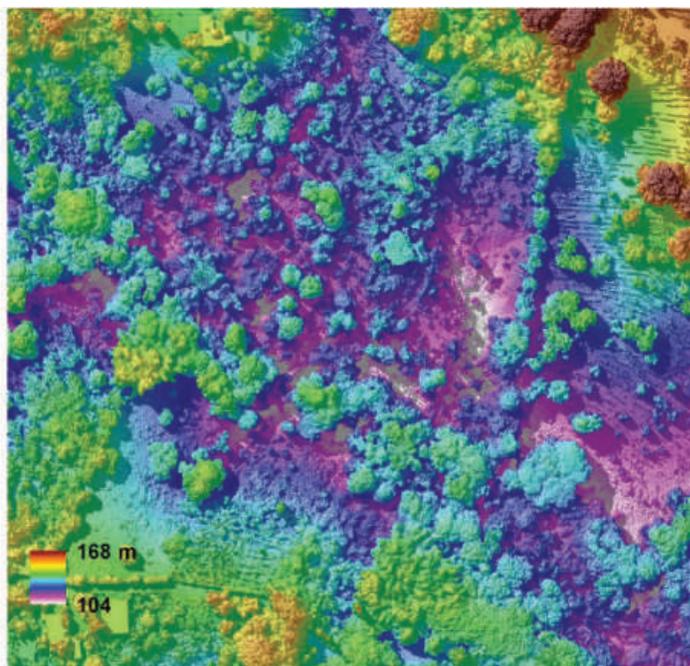
#### Entregables

Modelo de nube de puntos denso LAZ  
Modelo Digital de Superficie (MDS) 6 cm/pixel  
Ortomosaico 3 cm/pixel

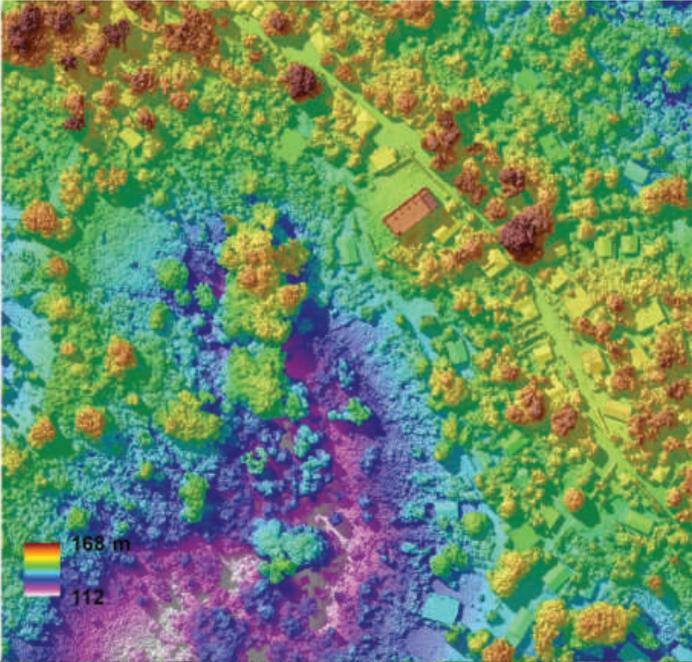




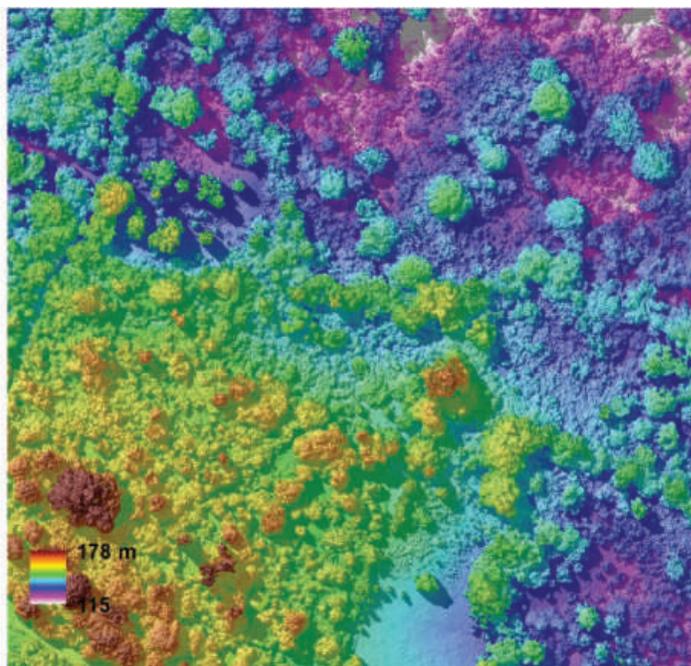
# Algarrobos 01



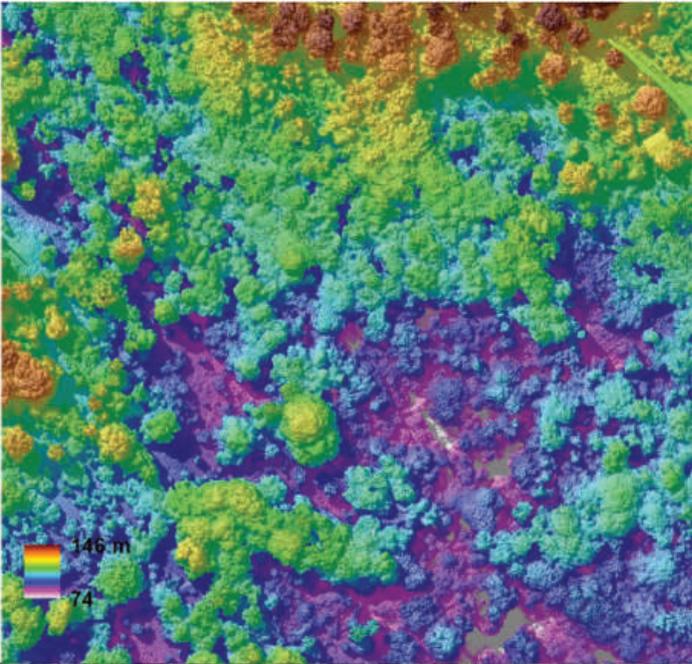
# Algarrobos 02



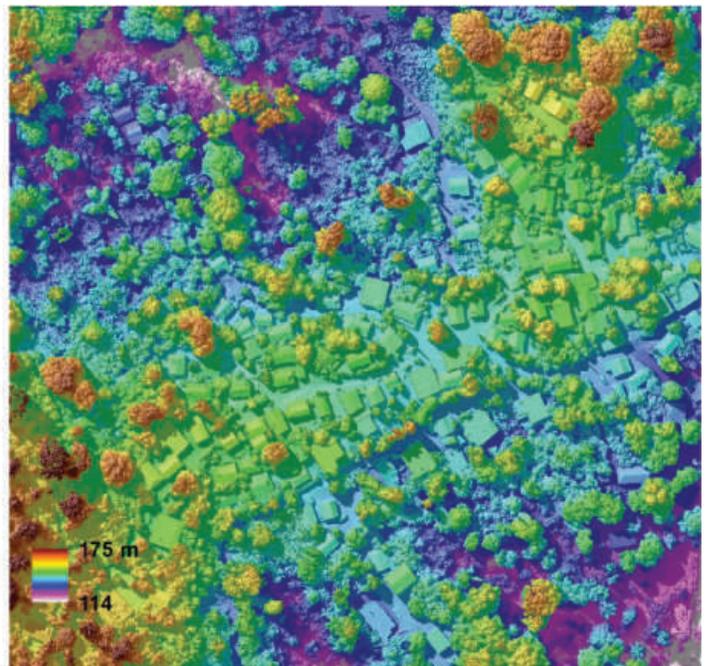
# Algarrobos 03



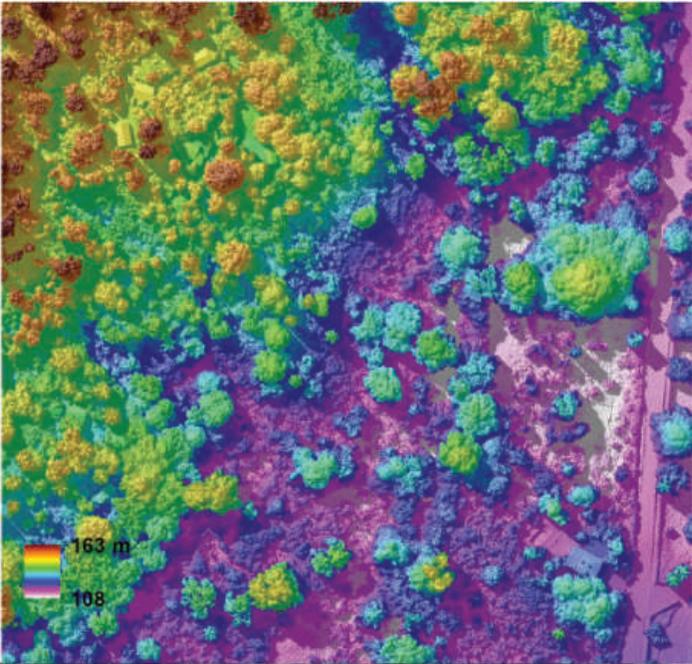
# Algarrobos 04



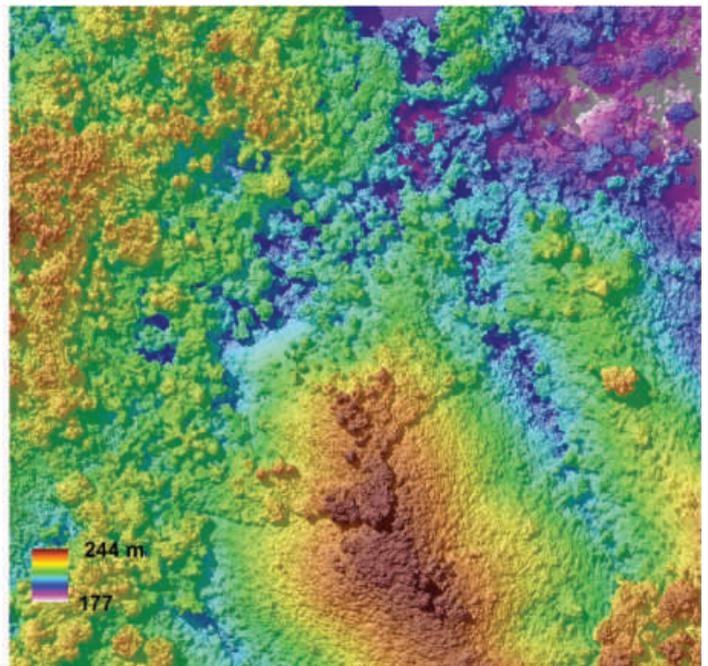
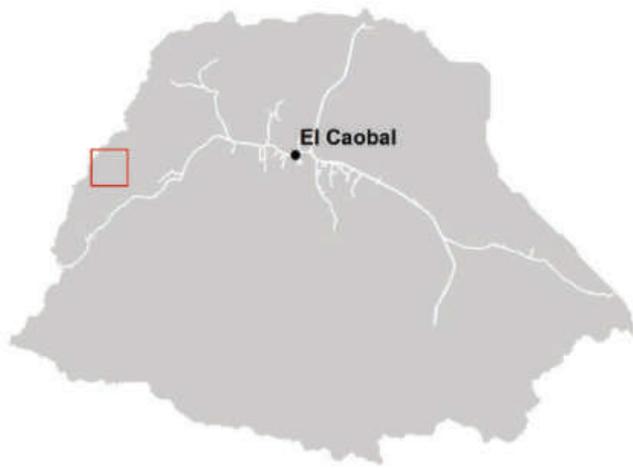
# Loma Verde 02



# Loma Verde 03

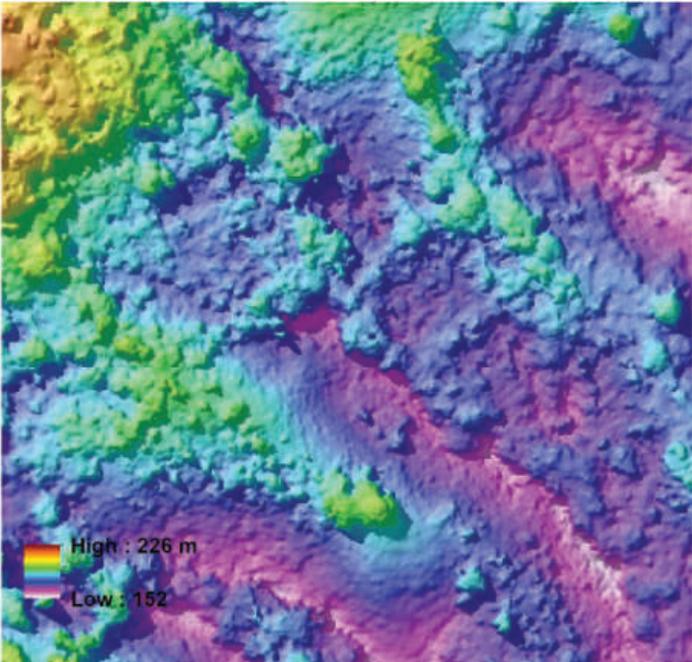


# Caobal 01

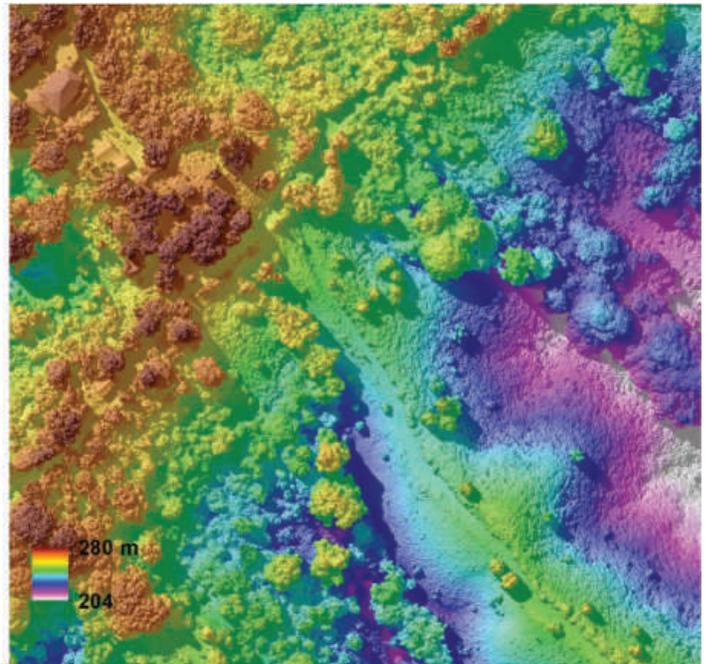


0 25 50 m

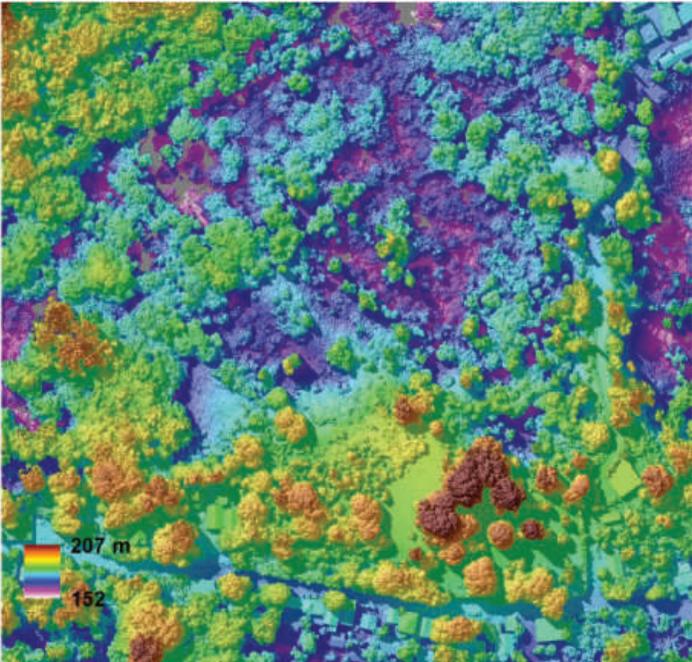
# Caobal 02



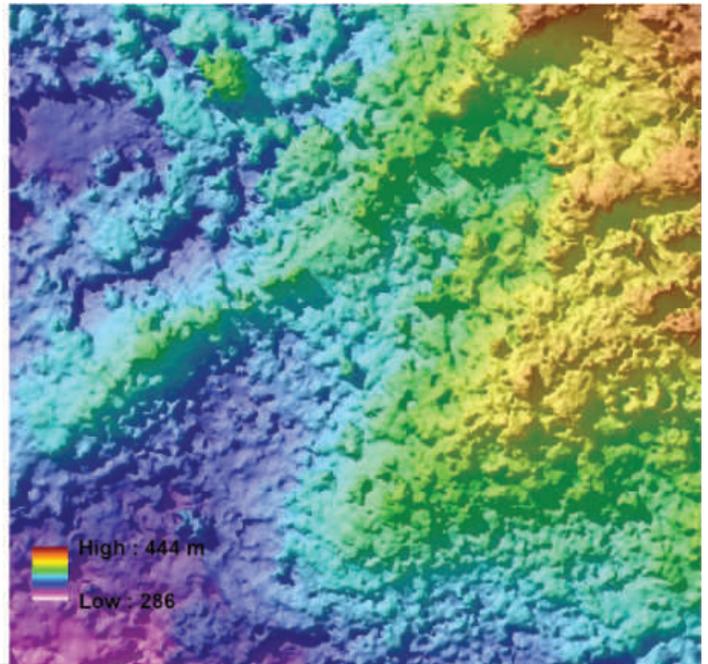
# Caobal 03



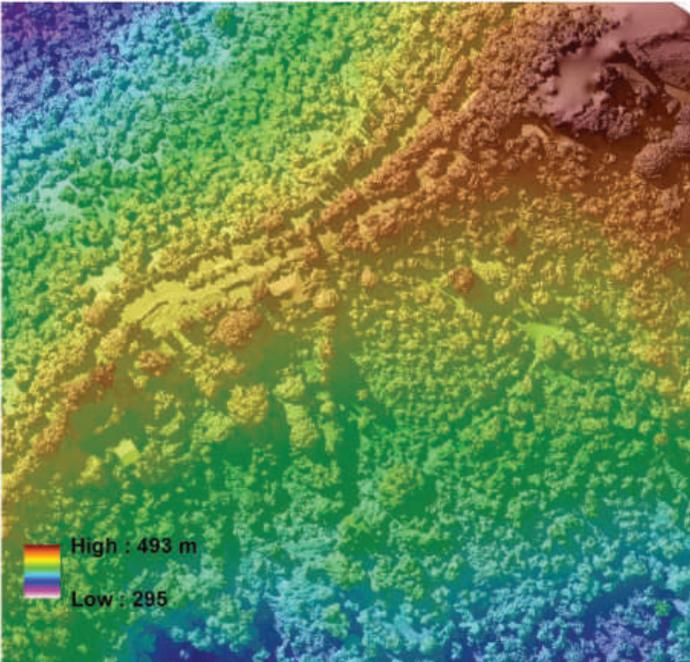
# Caobal 04



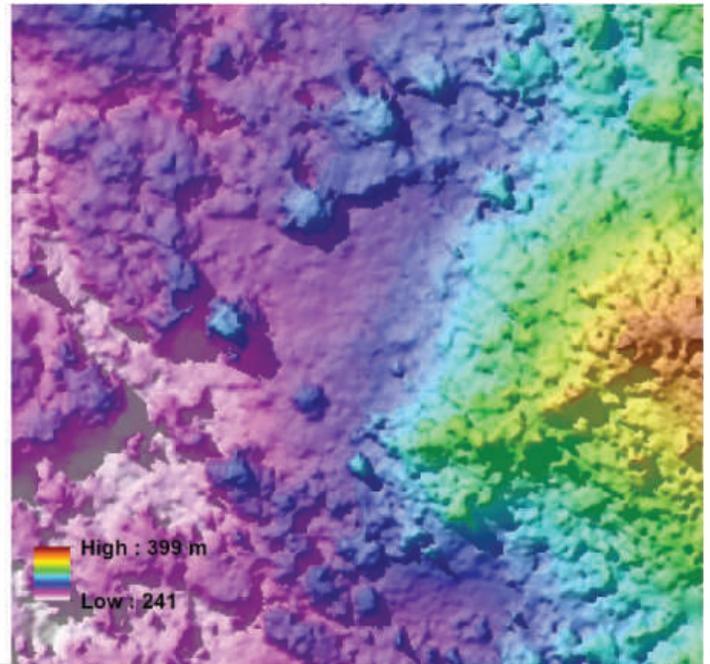
# Arroyo Higuero 01



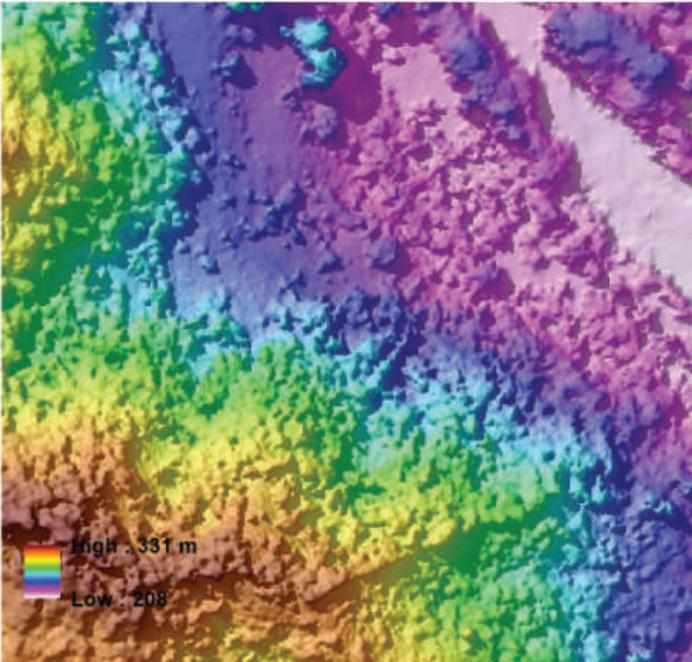
# Arroyo Higuero 02



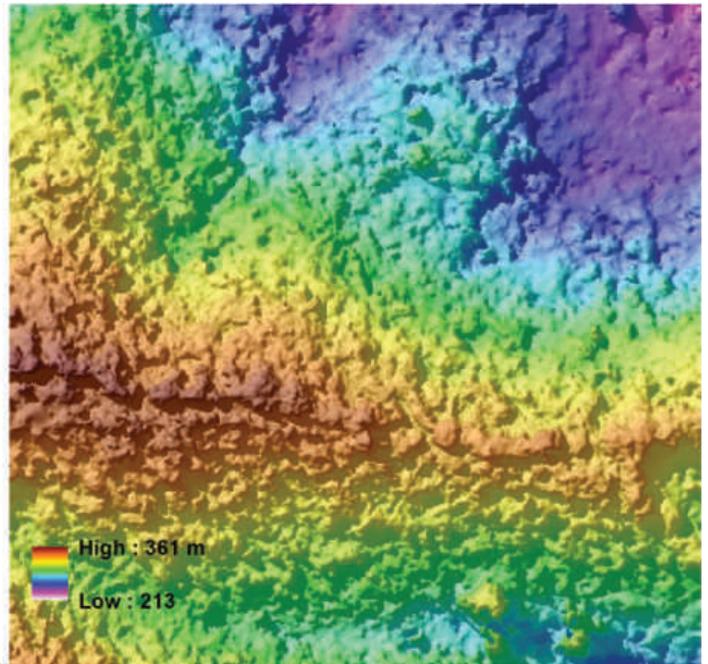
# Arroyo Higuero 03



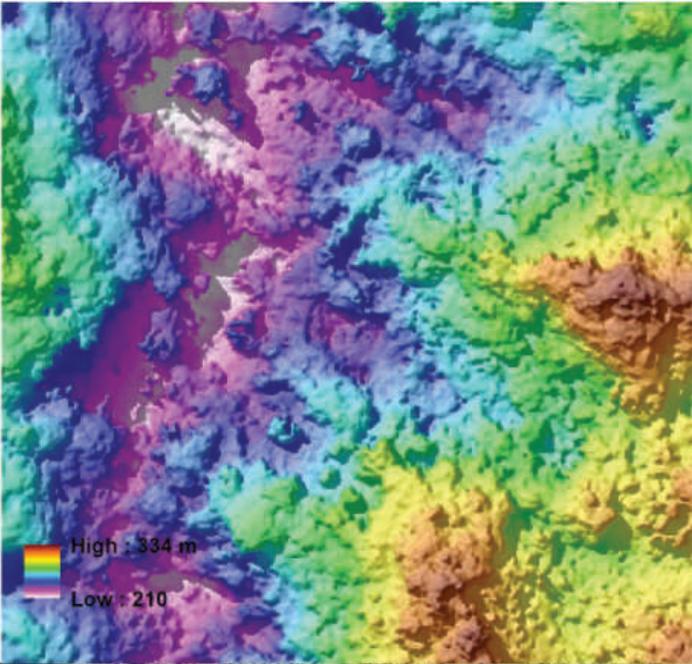
# Arroyo Higuero 04



# San Francisco 01



# San Francisco 02



## 36. Viveros

En este apartado se presentan los tipos de especies que se proponen para plantar en lo que considero tres niveles de plantaciones:

1. Plantación para la conservación y protección de las cuencas y microcuencas de las áreas de estudios. 38 especies de las cuales 5 son Endémicas y 33 Nativas.
2. Plantación para modelos de reforestación con fines productivos, en donde incluimos 15 especies. Siendo una Endémica y 14 Nativas
3. Árboles frutales que se plantarán en áreas de cultivos como sombra temporal y permanente en Cacao y como alternativa económica a los productores.

Para la adquisición de las plántulas en los niveles de plantaciones, hacemos constar la conversación que sostuvimos con el Director de Reforestación del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MMARENA); en la cual manifestó que la institución cuenta con los viveros forestales y las condiciones para producir y facilitar las plántulas forestales al proyecto. Previamente hay que presentar una lista de las especies, cantidades y las áreas delimitadas.

En un recorrido realizado por cuatro de los viveros forestales más cercanos a la provincia comprobamos la existencia de diversas especies de las que tenemos en la lista de las zonas de vida Bosques Húmedos y Muy Húmedos Tropicales. De igual modo observamos en Nigua el Banco de Semillas Forestales Nativas y Endémicas que funciona con sus diversas instalaciones y personal calificado.

Proponemos la adquisición de plántulas forestales en los viveros del Ministerio de Medio Ambiente formalizando un acuerdo al mayor nivel. Por considerarlo de interés proponemos un acercamiento con el Jardín Botánico Nacional, como entidad rectora de la Flora Dominicana y por su experiencia en la producción de semillas de todo tipo de plantas, sobre todo las Endémicas y Nativas.

Los viveros comerciales se podrán tomar en cuenta en casos muy excepcionales por los costos que implican.

### Propuesta de especies a plantar para la conservación y protección en las cuencas y microcuencas de estudio

Las especies propuestas a ser plantadas para la conservación y protección de las cuencas y microcuencas, tienen las siguientes características:

1. Son parte de las zonas de vida del área, Bosque Húmedo y Bosque Muy Húmedo Tropicales.
2. La mayoría de las especies está o estuvo presente en las zonas de estudio y las que no está presente por sus condiciones se adapta a la zona.
3. En su mayor parte son especies melíferas y/o avifaunas. Además permiten el alojamiento de especies de insectos, lagartos, arácnidos; entre otras que permiten la biodiversidad del ecosistema.
4. Las especies son nativas o endémicas facilitando su desarrollo natural.
5. Algunas se desarrollan cercano a las fuentes hídricas protegiendo los taludes, área de sus caudales y las riberas de los ríos, arroyos y cañadas. Cabe mencionar las especies: Yagrumo, Cabirma, Javilla, Cigua, Pino macho, Samán, Ceiba, Guama, Caracolí.

No	Nombre Común	Nombre Botánico	Familia	Origen
1	Amapolao Brucal	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Fabaceae	Nativa
2	Almácigo	<i>Bursera simaruba</i>	Burceraceae	Nativa
3	Almendo	<i>Prunus occidentalis</i>	Rosaceae	Endémica
4	Anacaguita	<i>Sterculia apetala</i>	Sterculiaceae	Nativa
5	Algarrobo	<i>Hymenaea courbaril</i>	Fabaceae	Nativa
6	Aceituno	<i>Tabebuia berterii</i>	Bignoniaceae	Endémica
7	Cabirma Santa	<i>Guarea guidonia</i>	Meliaceae	Nativa
8	Cabirma guinea	<i>Carapa guianensis</i>	Meliaceae	Nativa
9	Caoba criolla	<i>Swietenia mahagoni</i>	Meliaceae	Nativa
10	Caracolí	<i>Abarema glauca</i>	Mimosaceae	Nativa
11	Caya amarilla	<i>Sideroxylum foetissimum</i>	sapotaceae	Nativa
12	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	Nativa
13	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Bombacaceae	Nativa
14	Cigua	<i>Nectandra hihua</i>	Laureaceae	Nativa
15	Cigua aguacatillo	<i>Ocotea floribunda</i>	Laureaceae	Nativa
16	Cigua prieta	<i>Licaria trianda</i>	Laureaceae	Nativa
17	Cola	<i>Mora abottii</i>	Caesalpinaceae	Endémica
18	Corazón de paloma	<i>Colubrina arborescens</i>	Rhamnaceae	Nativa
19	Guama	<i>Inga vera</i>	Mimosaceae	Nativa
20	Guárano	<i>Cupania americana</i>	Sapindaceae	Nativa
21	Guaraguao	<i>Buchenavia tetraphylla</i>	Cumbretaceae	Nativa
22	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	Nativa
23	Guázara	<i>Eugenia domingensis</i>	Myrtaceae	Nativa
24	Higo cimarrón	<i>Ficus trigonata</i>	Moraceae	Nativa
25	Higuero	<i>Crescentia cujete</i>	Bignoniaceae	Nativa
26	Javilla criolla	<i>Hura crapitans</i>	Euphorbiaceae	Nativa
27	Jobo de Puerco	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	Nativa
28	Juan primero	<i>Simarouba glauca</i>	Simaroubaceae	Nativa
30	Mara	<i>Calophyllum calaba</i>	Clusiaceae	Nativa
31	Ozúa	<i>Pimenta ozúa</i>	Myrtaceae	Endémica
32	Penda	<i>Citharexylum fruticosum</i>	Verbenaceae	Nativa
33	Pino criollo	<i>Pinus occidentalis</i>	Pinaceae	Endémica
34	Pino macho	<i>Xanthoxylum elephantiasis</i>	Rutaceae	Nativo
35	Roble criollo	<i>Catalpa longisima</i>	Bignoniaceae	Nativo
36	Roble blanco	<i>Tabebuia heterophylla</i>	Bignoniaceae	Nativo
37	Samán	<i>Samanea samán</i>	Fabaceae	Nativo
38	Yagrumo	<i>Cecropia scheberiana</i>	Cecropiaceae	Nativa

**Propuesta de plantación para reforestación con fines productivos en áreas específicas con el método planes de manejo con el objetivo de derecho a corte**

La ley 118-99, sobre el Reglamento Forestal; en su Art. 2, letra e define el Plan de Manejo Forestal como: Plan de Manejo Forestal: Es el conjunto de normas técnicas que regulan la planificación, el aprovechamiento, la protección, y la reposición de los recursos forestales, con el fin de obtener una producción permanente, de acuerdo con el principio de uso sustentable de los recursos naturales.

El Instituto Nacional de Recursos Forestales es el organismo superior para regular todo lo relativo a recursos forestales. En términos prácticos hemos hecho el contacto en el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MMARENA); con la Dirección de Reforestación y Fomento Forestal, en la persona de su Director, Cosme Buenaventura Bidó.

Las especies que recomendamos son también endémicas y nativas de la isla, que se desarrollan en las zonas de vida del Bosque Húmedo y Muy Húmedo Tropicales, que tienen la particularidad de obtención de madera para la construcción, ebanistería, horcones, leña, entre otros usos.

No.	Nombre Común	Nombre Botánico	Familia	Origen
1	Cabirma Santa	Guarea guidonia	Meliaceae	Nativa
2	Cabirma guinea	Carapa guianensis	Meliaceae	Nativa
3	Caoba criolla	Swietenia mahagoni	Meliaceae	Nativa
4	Caracolí	Abarema glauca	Mimosaceae	Nativa
5	Caya amarilla	Sideroxylum foetissimum	sapotaceae	Nativa
6	Cedro	Cedrela odorata	Meliaceae	Nativa
7	Ceiba	Ceiba pentandra	Bombacaceae	Nativa
8	Cigua	Nectandra hihua	Laureaceae	Nativa
9	Cigua aguacatillo	Ocotea floribunda	Laureaceae	Nativa
10	Cigua prieta	Licaria trianda	Laureaceae	Nativa
11	Corazón de paloma	Colubrinaarborescens	Rhamnaceae	Nativa
12	Juan primero	Simarouba glauca	Simaroubaceae	Nativa
13	Pino criollo	Pinus occidentalis	Pinaceae	Endémica
14	Roble criollo	Catalpa longisima	Bignoniaceae	Nativo
15	Roble blanco	Tabebuia heterophylla	Bignoniaceae	Nativo

### Propuesta de plantación de especies de árboles frutales en las áreas de producción principalmente en la cuenca del río Haina

Hemos considerado la relevancia de plantar especies de árboles que existen en la zona por las siguientes razones:

1. Los árboles frutales son parte del paisaje de las zonas de estudio a tal punto que son parte de las zonas de vida de estudio.
2. Los árboles frutales tienen la condición de servir de alimento y medicinal y son parte de nuestra cultura de nuestros campos
3. Muchos de estos árboles se usan como sombra temporal y permanente de los cultivos de Cacao y Café.
4. Con los frutos de los árboles frutales se convierte en parte de la economía local por la venta por intermediarios, mercados próximos y venta directa familiar.
5. En la medida que el productor obtiene más recursos

para su sustento, habrá menos presión al bosque para la producción de cultivos menores con su consecuencia de tala de árboles originales.

6. Por su copa y desarrollo los árboles frutales constituyen importante cobertura y mejora de la condición del suelo por la caída de sus hojas y microclima que crea en el entorno.
7. Los árboles frutales propuestos incluidos están dentro de la categoría de nativo y endémico.
8. Se podrán incluir dentro del proyecto como sombra temporal en el cultivo del Cacao y para ser plantados en áreas de su finca y en las proximidades a su vivienda.

No.	Nombre Común	Nombre Botánico	Familia	Origen
1	Buen pan y Pan de fruta	Artocarpus altilis / Artocarpus communis	Moraceae	Nativa
2	Caimito	Chrysophyllum cainito	Sapotaceae	Nativa
3	Candongo	Rollinia mucosa	Annonaceae	Nativa
4	Cajuil	Anacardium occidentale	Anacardiaceae	Nativa
5	Carambola	Verrhoa carambola	Oxalidaceae	Nativa
6	Cereza	Syzygium paniculata	Myrtaceae	Nativa
7	Cotoperí	Melicoccus jimenezii	Sapindaceae	Endémica
8	Guanábana	<i>Annona muricata</i>	Annonaceae	Nativa
9	Guayaba	Psidium guajava	Myrtaceae	Nativa
10	Limón agrio	Citrus aurantifolia	Rutaceae	Nativa
11	Limoncillo o Quenepa	Melicoccus bijugatus	Sapindaceae	Nativa
12	Mango	Mangifera indica	Anacardiaceae	Nativa
13	Naranja agria	Citrus aurantium	Rutaceae	Nativa
14	Níspero	Mespilus germanica,	Rosaceae	Nativa
15	Tamarindo	Tamarindus indica	Fabaceae	Nativa
16	Zapote	Pouteria sapota	Sapotaceae	Nativa

### **Propuesta y gestión para la adquisición de las plantas requeridas en las áreas de estudio**

Para la ejecución de este proyecto desde su estudio, definición de áreas prioritarias y el diseño de esquemas de reforestación; se cuenta con el acompañamiento del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MIMARENA). En ese sentido se tomará en cuenta este Ministerio para la adquisición de las plántulas que se usarán en las zonas delimitadas como prioritarias para conservación y protección del bosque degradado en las cuencas y microcuencas.

De igual modo las zonas escogidas para fines productivos para implementar modelos de reforestación de restauración activa y bajo aprovechamiento.

El Ministerio en la actualidad cuenta con 52 viveros de plantas forestales distribuidos a nivel nacional. Un vivero forestal es una estructura dedicada a la obtención de plántulas de la mejor calidad y con el menor costo posible. Las plántulas se les proporciona las principales condiciones de riego, temperatura e iluminación adecuadas para su mejor desarrollo y sanidad. Entre los componentes de un vivero está la colocación de una malla o sarang para control de iluminación y temperatura, germinadores, semillero, bancos de colocación, producción de sustrato, área de atemperamiento, sistema de riego, cortinas rompe vientos, almacén, equipos y herramientas; así como un personal entrenado con destrezas para esta labor.

A nivel de la provincia San Cristóbal el MMARENA posee dos viveros; uno en Villa Altagracia en el sector Loma Novillero y otro en Boca de Nigua. En las cercanías se cuentan con viveros en Hainamosa y Los Alcarrizos de Santo Domingo y uno en el municipio de Paya de la Provincia de Baní. Entre estos cinco viveros más próximos a la provincia San Cristóbal, producen en el año alrededor de un dos millones 400 mil plántulas.

- Necesidad de plántulas. El proyecto tiene contemplado la restauración de un área de 2,722 hectáreas, equivalente a 43,280 tareas. Pensando en un marco de plantación o distancia entre los árboles de 4 (cuatro) metros de promedio con un 10% de reposición, se necesitarían alrededor de 1,871,375 (un millón ochocientos setenta y un mil, 375 plántulas).
- Método de producción. Las plántulas se producen de dos formas en bolsas o fundas con suficiente sustrato para cuando la especie es plantada y también en pequeños conos o raíz dirigida que aunque es menor la

cantidad de sustrato, sin embargo facilita transportar grandes cantidades y disminuye costos. Estas plantas en conos necesitan de mayor condiciones al momento de ser plantadas, debe haber suficiente humedad y buena preparación del suelo.

- Banco de semillas. El Ministerio también cuenta con un Banco de Semillas, ubicado en la comunidad de Nigua de la Provincia San Cristóbal. Esta estructura que cuenta con dos naves de 747 metros cuadrados, laboratorios, salas y viveros; fue una iniciativa del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales para preservar, conservar y garantizar el patrimonio genético, especialmente de plantas forestales de alto valor genético y así contribuir con el proceso de aumentar la biodiversidad. Además de impulsar una nueva cultura de comercializar las semillas como un medio de generación de recursos económicos a través de la comercialización de semillas y la promoción y la participación comunitaria en acciones de conservación y restauración de ecosistemas.

### **Gestión para la adquisición de las plántulas para garantizar las plantaciones**

#### **Gestión con la dirección de reforestación del MMARENA para la adquisición de plántulas de vivero forestal para las áreas de estudio**

En la fecha del Lunes 22 de Marzo, sostuvimos una reunión con el Ing. Cosme Buenaventura Bidó, Director del de Reforestación, con la finalidad de conocer la disposición del Ministerio en cuanto a la adquisición de las plántulas forestales para las áreas de estudio.

En resumen reseñamos las conclusiones que en términos generales se dispone en la Dirección de Reforestación:

1. El Ministerio tiene planificado para este año la producción en sus viveros forestales de 18 (diez y ocho) millones de plántulas con la finalidad de plantar 14 (catorce) millones en todo el país, tanto para la conservación y protección como para planes de manejo y diversas acciones de reforestación.
2. Propone que el proyecto le haga una lista de las especies forestales que necesita, la cantidad y para qué fecha para ellos realizar la debida planificación.
3. El Ministerio tiene contemplado una serie de especies que son comunes cada año, si las propuestas son diferentes a las mas habituales se pondrán en contacto con el banco de semillas en Nigua para dar la respuesta a tiempo y con efectividad.

4. Las plántulas que se comprometa el Ministerio lo hará llegar al lugar más apropiado que lleguen los vehículos con la debida garantía de evitar riesgos.
5. Se designarán los técnicos que sean necesarios para la inspección y evaluación de las áreas en donde se realizarán las plantaciones para asegurar la mayor sobrevivencia de las plantaciones.
6. El método de siembra es en fundas y conos (raíz dirigida) de acuerdo al vivero y la especie. De todas maneras se escogerán las plantas que estén en la mejor condición de desarrollo y sanidad. De igual modo en el lugar que se va a plantar debe tener las condiciones de habilitación, preparación de suelo y humedad.
7. Con relación a Planes de Manejo Forestal, el Ministerio le facilitará un técnico para todo el proceso de gestión. Dependiendo de la cantidad se deberá disponer de un área a los fines de conservación. En este caso es imprescindible la presentación de un título de propiedad.
8. La Institución receptora debe garantizar el mantenimiento de las plantaciones. Aunque siempre y cuando se coordine se podrá dar algún apoyo puntual con las brigadas de trabajo que posee el Ministerio.
9. El costo de la adquisición, transporte de las plántulas y evaluación técnica por parte del Ministerio es totalmente gratis.
10. Si la Institución receptora lo considera y tiene la posibilidad para cualquier tipo de apoyo en especie o recurso que nunca sea económico. En ese sentido puede ser apoyo para mejorar las estructuras de viveros o material gastable, medio de transporte, así como equipos o herramientas. En ese caso se harán las debidas formalidades de forma institucional.

#### **Gestión con el Jardín Botánico Nacional**

El Jardín Botánico Nacional (JBN) Dr. Rafael María Mosoco, es la entidad del Estado rectora de la flora dominicana y fue fundado con la finalidad de estudiar, conservar y manejar la diversa y rica flora de la República Dominicana. Aunque está adscrita al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales mediante la Ley No.64-00 del 18 de agosto del 2000;

El JBN es una institución descentralizada. Cuenta con un vivero con diversas plantas forestales, frutales y ornamentales. Además cuenta con departamento de Botánica, laboratorios y un personal calificado y con experiencias en investigación que garantizan la capacidad y destreza para la producción de diferentes plantas de nuestra flora.

Con el JBN se puede conversar con la finalidad de garantizar la producción de aquellas especies que por su condición botánica se requiere de un personal muy calificado para la obtención del material genético para su reproducción. De igual modo los viveros forestales del Ministerio no producen plantas frutales.

#### **Gestión con viveros comerciales o de propiedad privada forestales y frutales**

Los viveros comerciales de propiedad privada se encuentran principalmente en Santo Domingo y en cabeceras de las principales provincias del país. La mayoría de las especies que ofertan son ornamentales y en menor proporción forestales y frutales. Producen las plantas con diversos métodos y tamaños, de acuerdo a los requerimientos. Tienen las limitaciones de que en el área forestal reproducen los árboles más demandados, principalmente los que se usan más en el mercado del paisajismo.

Muchos de estos viveristas poseen fincas en donde poseen los árboles en tamaño mediano y grande; pero principalmente reproducen aquéllos árboles que son más demandados en el mercado, sobre todo ornamentales de uso en paisajismo de hoteles así como arbustos y plantas herbáceas. De igual modo también en estos viveros se ofrecen árboles frutales más demandados o a través de acuerdo previo.

Es probable que la mayoría de las especies forestales que se usan para protección y conservación de cuencas y microcuencas no aparezcan en el mercado de viveros privados por razones obvias que sólo producen por demanda o por acuerdos debidamente formalizados.

Aunque no lo descartamos de plano, sin embargo para estos proyectos la compra o acuerdos con viveros privados entre otras razones resultan muy costoso la adquisición de plántulas, por tal motivo es razonable que se tomen en cuenta las instituciones del Estado que además son aliadas del proyecto.



## 37. Especies

En las comunidades de estudio existen una gama de especies de árboles y arbustos forestales, monumentales, frutales, que son de importancia forestal, ambiental y para la biodiversidad. Así como diversos usos sociales; comestibles, maderables, postes de empalizadas, horcones, ebanistería, artesanía, melíferos, medicinal. Varios de los árboles originarios se han escaseado producto de la tala; otros árboles considerados invasivos están presentes.

En términos generales, mencionamos las especies existentes en las comunidades, según su cantidad: abundantes, menos abundantes y escasas.

### **Especies abundantes**

Aguacate, Cacao, Brucal o Amapola, Yagrumbo, Guama, Guayabas, Carambolas, Cerezas, Palmas, Mango.

### **Menos abundantes**

Tamarindo, Buen pan, Pan de fruta, Cabirma, Caoba, Tulipán africano, Limoncillo, Coco, Jobo, Jobo de puerco, Cayas, Corazón de paloma, Guárano, Bambú, Piñón cubano, Oreja de ratón, Bijas, Limón

### **Escasas**

Algarrobos, Zapotes, Flamboyán, Candongo, Guanábana, Roble criollo Ciguas Amarilla y Prieta, Manzana de oro, Pino criollo, Ozúa, Cedro, Mamón, Capá, Naranja agria, Toronja, Laurel, Acacia amarilla, Cajuil, Cajulito, Zapotillo, Péndula o Penda.

### **Especies exóticas invasoras**

Son especies oriundas de otros territorios que colonizan los ecosistemas naturales de la isla. Cambian el ambiente natural donde crecen y compiten con las especies nativas y endémicas. Muchas veces no aportan el alimento ni el refugio adecuado a las especies de fauna, tales como aves y mariposas, con lo cual, todo el ecosistema se ve afectado. Son introducidas con fines ornamentales o agroforestales pero pueden llegar también sin darnos cuenta por visitantes y mercancías que vienen del extranjero, a veces hasta pasan desapercibidas por que hasta nos acostumbramos a verlas. Estas plantas son una amenaza para la biodiversidad, la economía y hasta para la salud humana.

En el país se ha dado voz de alarma por instituciones del Estado y algunas ONGs que han visto como un gran peligro el crecimiento en todo el país tanto en los bosques húmedos como en las zonas de vida del bosque seco. En ese sentido se propone principalmente que haya una labor con la comunidad del conocimiento del problema y que haya una participación de las instituciones del Estado responsables con este tema.

Las principales especies exóticas invasoras que observamos en la zona fueron las siguientes:

1. Eucalipto
2. Tulipán africano
3. Acacia
4. Lino Criollo
5. Laurel

# 1. Eucalipto

*Eucalyptus spp*

**Familia** Mirtáceas

**Origen** Australia y Nueva Guinea

**Estatus** Introducida

Aunque se presenta en pocas cantidades, lo observamos en las comunidades **El Caobal** y **Los Algarrobos**, sin embargo queremos dar la alarma dado que este es un árbol introducido en estas montañas. es un género de árboles (y algunos arbustos) de la familia de las mirtáceas.

Existen alrededor de setecientas especies, la mayoría oriundas de Australia y Nueva Guinea. En la actualidad, se encuentran distribuidos por gran parte del mundo y, debido a su rápido crecimiento La introducción de una especie invasora en cualquier ecosistema supone una perturbación a este, pues los diferentes ejemplares comienzan a competir por los recursos y, en caso extremo, derivar en un desplazamiento de los nativos.

También se demostró una diferencia hasta cuatro veces mayor en el número de aves en los bosques autóctonos que en los de eucalipto (2.384 frente a 548 aves). Esto se debe a que los eucaliptos poseen unas propiedades físico-químicas poco propicias a la formación de humus para el ecosistema, afectando a los productores primarios que, tras verse reducidos, condicionarán a su vez el número de los insectos y herbívoros dejando muy pocos alimentos para los niveles tróficos superiores (aves o vertebrados de mayor tamaño). Otro de los problemas que acarrea el Eucalipto es el enorme aporte hídrico y de nutrientes que necesita, convirtiéndose en la competidora interespecífica por excelencia y ocasionando problemas de sequía y fertilidad allá donde se encuentra.

Por todas estas razones es que se considera la peligrosidad de esa especie a la biodiversidad de nuestro frágil ecosistema.



## 2. Tulipán africano

### *Spathodea campanulata*

**Familia** Bignoniáceas  
**Origen** Oeste africano  
**Estatus** Introducida ornamental

Debido a su alta presencia se considera como uno de los árboles de mayor peligro a la biodiversidad dado su crecimiento y rápido desarrollo con contrafuertes. Se observa en todo tipo de ambiente en las comunidades, a orillas de los caminos, como una especie de semillero natural. Su fácil propagación, su acelerado desarrollo y agresividad lo descartan para que esté presente en nuestro ecosistema.) Es un árbol invasor y de vida corta. Su madera es susceptible a la pudrición y no resiste a los vientos fuertes. (Árboles de Santo Domingo, Marianna Zsabó)

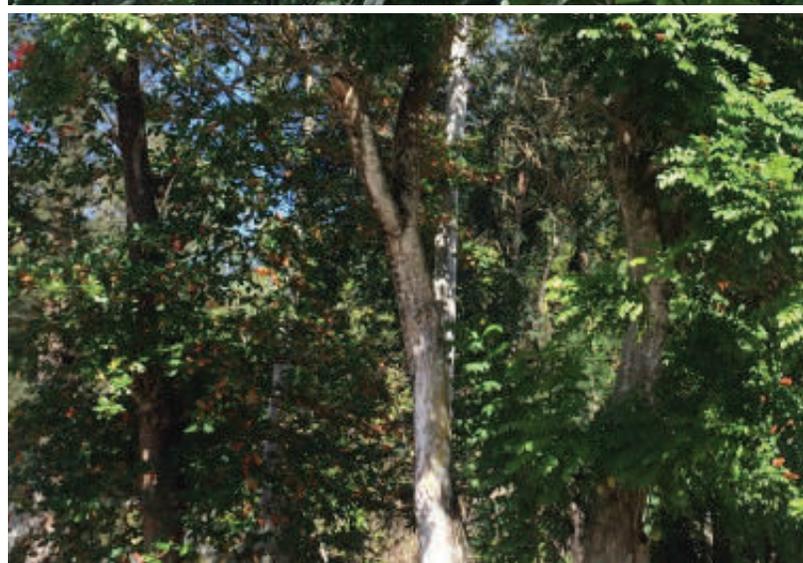
Es considerado como uno de las 100 especies exóticas mas invasoras del mundo según el Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI) de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), de una lista elaborada en el 2014.

En las comunidades les llaman de forma errónea como un tipo de brucal, Juan primero. Ellos también los ven como un peligro ya que al ser un árbol muy frondoso y con raíces superficiales, les evita el desarrollo de sus cultivos principales (Cacao, Aguacate, Frutales), se dificulta su eliminación y poda por los daños que les ocasiona. Algunas personas de la comunidad han usado la madera para enlames en la construcción de viviendas.

Es un árbol que puede alcanzar más de 15 metros de alto y hasta 45 cm de diámetro. Es un árbol melífero, puede usarse como cortinas rompe viento y su corteza posee propiedades medicinales. (Frans Gelifus)

**Fruto.** Sus flores rojizas y anaranjadas en forma de capullo acumulan agua.

**Flores.** Su fruto es una capsula alargada, con numerosas semillas aladas, las cuales con el viento son fácil de diseminar, de ahí la propagación que lo convierten en un árbol invasor.



### 3. Acacia

#### *Acacia mangium*

**Familia** Fabáceas

**Origen** Australia, Papúa, Nueva Guinea e Indonesia

**Estatus** Introducida para producción de madera

Se introdujo en nuestro país para la producción de madera, se ha utilizado en programas de reforestación con fines comerciales y en el arbolado de carreteras. Es un árbol grande, con gran capacidad de adaptación y rápido crecimiento. Su consumo de agua es mayor que el de las especies autóctonas. Produce una enorme cantidad de semillas que dispersan las aves. Ha invadido bosques humedales pastizales en varios países de América del Sur. Hay que tener cuidado de no sembrarlo fuera de las fincas madereras (Paremos las plantas invasoras, antes que sea tarde, Jardín Botánico Nacional y Atabey)

En República Dominicana se empezó a cultivar este árbol en el 1980. En ese tiempo se temía plantarlo, ya que si no se controla, esta especie se puede convertir en invasora dentro del bosque natural. Actualmente existen varios proyectos de su uso en Villa Altagracia, Bonao y Cotuí en los que se procesa la madera para usarla como leña para energía, briquetas, fabricación de muebles y artesanía, carbón vegetal para exportación y otros usos.

Se ha observado su presencia en todas las comunidades de estudio, en algunos casos se nota una especie de semillero, dado su rapidez de crecimiento. Los agricultores señalan la gran cantidad de agua que utiliza y seca el suelo.

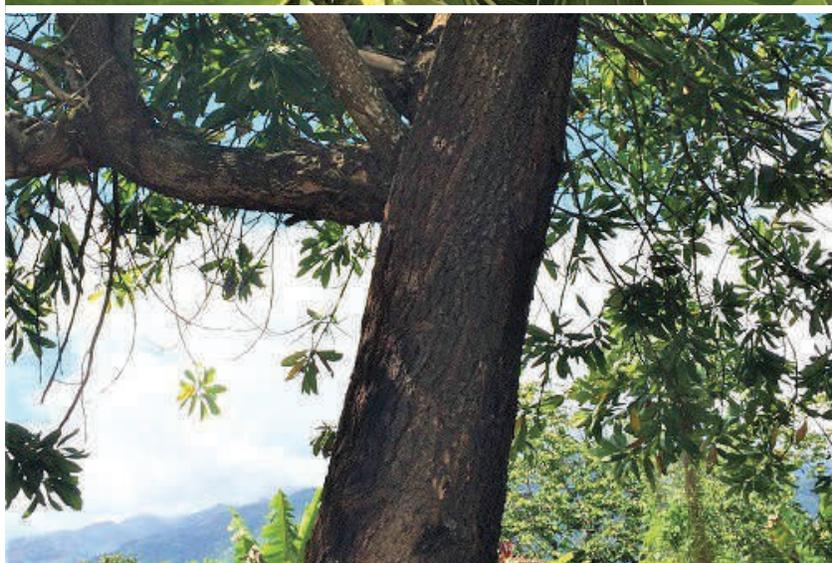
Como aspecto positivo de árbol citamos que es un árbol de crecimiento rápido y por desarrollar un sistema amplio de raíces, ayuda a recuperar tierras que han sido degradadas por las actividades mineras y por el fuego. Ayuda a fijar el nitrógeno del suelo, también para formar cercas vivas y tiene gran importancia en la producción de miel, ya que las abejas toman el néctar también del tallo o pedúnculo de unión de las hojas con el tallo

La densidad de árboles varía entre 110 y 300 árboles por tarea (629 m<sup>2</sup>) y 2.5 árboles (de 8 a 10 años de edad) equivalen aproximadamente a una tonelada de biomasa.

**Raíces.** Su sistema de raíces es amplio, lo que le da mucha estabilidad.

**Tronco.** El tronco es casi siempre recto, de corteza color marrón oscuro, áspera y con surcos.

**Fruto.** El fruto de la acacia es una legumbre muy retorcida en forma de espiral. Dentro se encuentran las semillas que son negras y un poco aplastadas. Las semillas nacen con facilidad hasta convertirse en un árbol agresivo e invasor.



## 4. Lino criollo

### *Leucaena leucocephala*

**Familia** Fabáceas

**Origen** México

**Estatus** Introducida forraje y leña

Por su rápido crecimiento y tolerancia a la sequía, fue considerado un árbol milagroso y sembrado en todos los países tropicales como fuente de forraje y de leña.

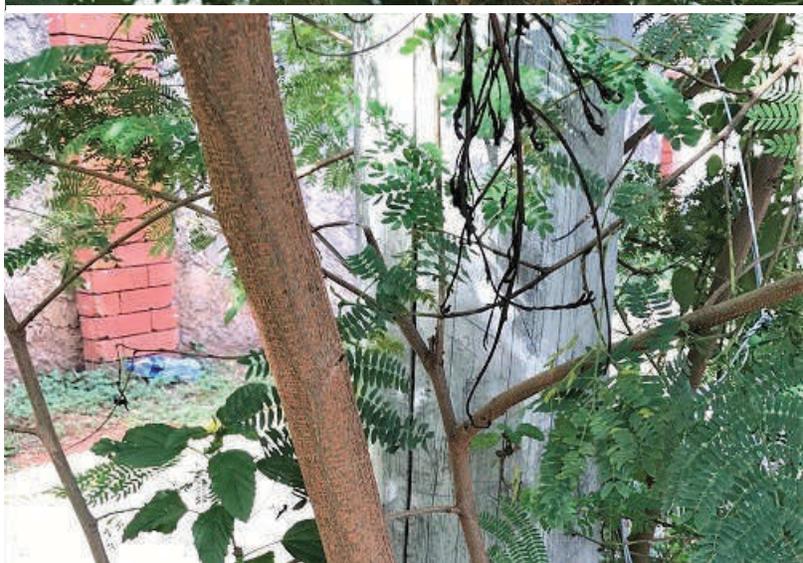
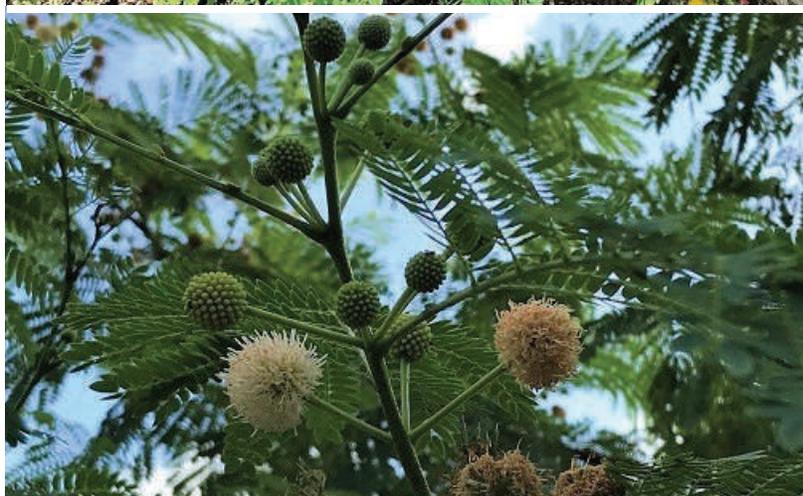
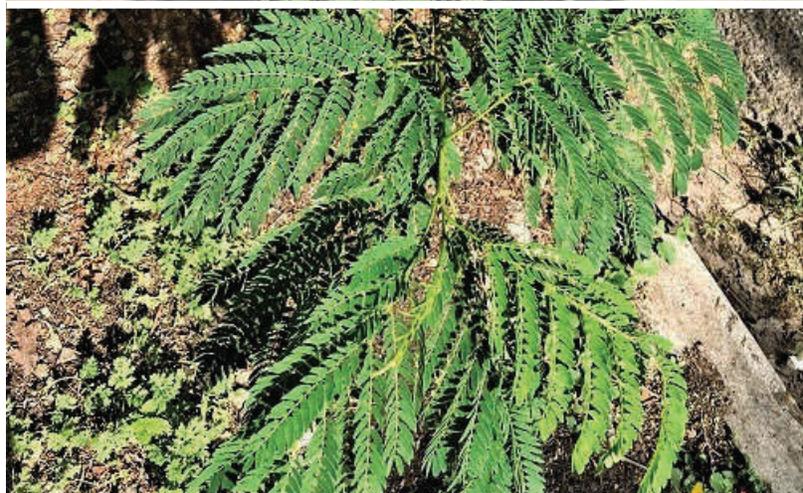
Coloniza las márgenes de bosques, los bordes de carreteras, las áreas ribereñas. Forma rodales densos y no permite el crecimiento de otras especies. Una vez establecido, es difícil de erradicar, y tiene una excelente capacidad de rebrote y las semillas caídas al suelo pueden germinar durante los próximos 10 a 20 años. (Paremos las plantas invasoras, antes que sea tarde, Jardín Botánico Nacional y Atabey.

Al igual que el Tulipán africano, es una de las 100 especies que está en la lista del UICN del 2014 como de las más exóticas invasoras del mundo.

En las comunidades de estudio se encuentra más abundante en San Francisco, en donde ha minado una zona y se observa en diferentes estadios de su desarrollo.

De las características positivas de esta especie podemos citar su uso para mejoramiento y la conservación de suelos, barreras vivas y su fijación de nitrógeno al suelo. Sin embargo, en bosque de montaña se considera una planta invasora, la cual consideramos que debe ser erradicada.

**Fruto.** Sus semillas se encuentran dentro de vainas o legumbres que produce en grandes cantidades. Las hojas y las semillas contienen "mimosina" que en grandes cantidades resulta tóxica.



## 5. Laurel

### *Ficus benjamina*

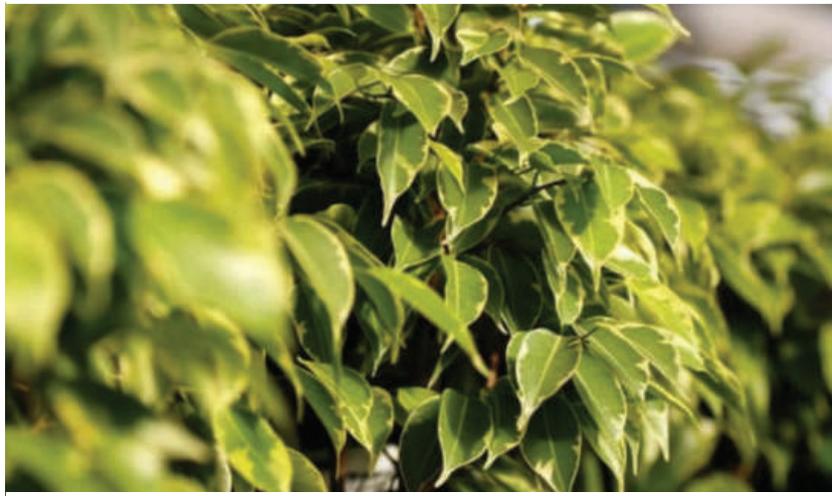
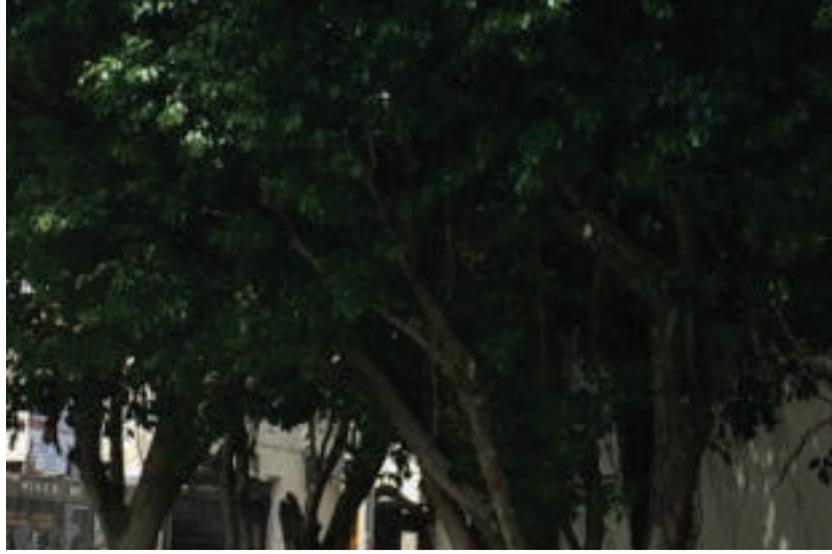
**Familia** Moráceas  
**Origen** India y China  
**Estatus** Introducido

Es de gran tamaño y de crecimiento rápido. En la República Dominicana se le conoce como Laurel. Es muy usado en las calles de la ciudad de Santo Domingo.

Aunque se encuentra en pocas cantidades, en las montañas de estas comunidades lo incluimos en este estudio dado que es un árbol introducido muy agresivo.

Es un árbol agresivo por sus raíces que se extienden por varios metros, produce un látex que es alérgico y su sombra es muy densa que en un bosque natural se convierte en un riesgo para el desarrollo de las especies nativas.

**Raíces.** Desarrolla raíces aéreas y la copa es muy ramificada y compacta.



### Especies que son claves para su conservación

A continuación se presentan un total de 24 especies entre forestales, frutales, endémicas y nativas que deben ser conservadas en las áreas de las microcuencas y cuencas de los Ríos Nigua y Haina de las siete comunidades de estudio. Las fichas describen especies que consideramos de sumo interés para su conservación y supervisión, por consiguiente, se debe evitar que sean taladas.

Cabe señalar que entre las especies presentadas hay tres endémicas que están incluidas en la Lista roja de especies en peligro de extinción, amenazadas o protegidas de República Dominicana; una de ellas, la Ozúa (*Pimenta ozua*) en la categoría "En Peligro" y las otras dos; la Palma Real (*Roystonea hispaniolana*) y el Pino criollo (*Pinus occidentalis*) en la categoría de "Vulnerable".

Estas categorías se definen como<sup>1</sup>:

- **En Peligro Crítico (PC):** Un taxón está En Peligro Crítico cuando enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en el futuro inmediato o cuya supervivencia es improbable si los factores causales continúan operando. Se incluyen taxas cuyos números han sido reducidos o degradados por lo que son considerados en inminente peligro de extinción.
- **En Peligro (EP):** Un taxón o una especie está en esta categoría cuando no figura En Peligro Crítico, pero enfrenta un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre en un futuro cercano.
- **Vulnerable (VU):** Un taxón o una especie está en un estado vulnerable, cuando no está En Peligro Crítico o En Peligro, no obstante, enfrenta un riesgo alto de extinción en estado silvestre a mediano plazo si los factores causales siguen operando, como son la reducción de las poblaciones debido a sobre explotación, la destrucción extensiva del hábitat u otras perturbaciones ambientales

Por tales razones se apela a las atribuciones incluidas en la Constitución de la República Dominicana, reseñadas en el Capítulo IV, De los Recursos Naturales, en sus Artículos 14 y 15 que señalan:

"Las cuencas altas de los ríos y las zonas de biodiversidad endémica, nativa y migratoria, son objeto de protección especial por parte de los poderes públicos para garantizar su gestión y preservación como bienes fundamentales de la Nación".

El Artículo 16, De Áreas Protegidas, reseña que;

"La vida silvestre, las unidades de conservación que conforman el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y los ecosistemas y especies que contiene, constituyen bienes patrimoniales de la Nación y son inalienables, inembargables e imprescriptibles".

En el Artículo 17, sobre Aprovechamiento de los Recursos Naturales, se dispone lo siguiente:

"Se declara de prioridad nacional y de interés social la reforestación del país, la conservación de los bosques y la renovación de los recursos forestales".

De la misma forma; La Ley sectorial No. 333-15 sobre La Biodiversidad, tiene como uno de sus objetivos generales, desarrollar, reglamentar y aplicar los principios y las disposiciones sobre la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica contenida en la Constitución.

Y para concluir con las leyes, la 64-00; Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en el Capítulo I, De los Principios Fundamentales; los Artículos 1 y 5 señalan:

Art. 1- La presente ley tiene por objeto establecer las normas para la conservación, protección mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales, asegurando su uso sostenible. Y el

Art. 5. Es responsabilidad del Estado, de la sociedad y de cada habitante del país; proteger, conservar, mejorar, restaurar y hacer un uso sostenible de los recursos naturales y del medio ambiente, y eliminar los patrones de producción y consumo no sostenibles.

(1) Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2011). *Lista de especies en peligro de extinción, amenazadas o protegidas de la República Dominicana (Lista Roja)*. 50.

De igual modo, República Dominicana ha rubricado varios Tratados, Convenios y Protocolos Internacionales que lo hacen compromisario de cuidar y preservar los Recursos Naturales y El Medio Ambiente, algunos son:

1. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre. 1976.
2. Convenio Marco de las Naciones Unidas, sobre el Cambio Climático, de fecha 9 de mayo de 1992, entre la ONU y sus Estados Miembros.
3. Ratificación del Protocolo de Kyoto, de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, suscrito el 11 de diciembre de 1997, aprobada en la ciudad de Nueva York el 9 de mayo de 1992.
4. Convenio Sobre Diversidad Biológica, suscrito por el Estado Dominicano y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, "Cumbre de la Tierra", en Río de Janeiro, Brasil, en fecha 5 de junio de 1992.
5. Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, aprobado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) suscrito en fecha 11 de junio de 2002.
6. Protocolo de Nagoya, suscrito por la República Dominicana el 20 de septiembre de 2011, sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se Deriven de su Utilización al Convenio sobre la Diversidad Biológica.

9. Producción de madera, leña, cortina rompevientos.
10. Las que sirven de alimentos a los animales y a seres humanos, así como sus características medicinales.
11. Por crear un equilibrio ecológico, disminuyendo la existencia de plagas y enfermedades; evitando el uso de pesticidas y crear un ambiente más saludable para todas las especies animales, vegetales y el ser humano.

Finalmente es de suma importancia hacer notar que las especies que se presentan se consideran claves en la zona de estudio por las siguientes razones:

1. Por la conservación de las riberas y taludes de las fuentes acuíferas y cañadas.
2. Por su contribución a mejorar la calidad de las aguas.
3. Por ser parte de las especies autóctonas de la zona.
4. Por los beneficios al incremento de la biodiversidad en todo el ecosistema.
5. Por ser especies melíferas, contribuyendo a la producción de miel, incrementando la polinización de otras especies forestales y frutales; aumentando la producción de frutos y cosechas de cultivos.
6. Por contribuir a la disminución de la erosión.
7. Por favorecer la producción y conservación de aguas en los acuíferos.
8. Por mejorar las condiciones de los suelos en sus diversas características y su fertilidad.

# 1. Yagrumo

## *Cecropia scheberiana*

**Familia** Cecropiáceas

**Origen** Nativa

Algunos estudiosos lo ubican en la familia Urticáceas. Es un árbol nativo de las Antillas, a excepción de Jamaica. También tiene su origen en México, Centroamérica, Brasil, Colombia.

Es un árbol siempre verde que puede alcanzar los 20 metros de altura. Sus raíces son superficiales y algunas veces produce raíces contrafuertes en la base. Desarrolla un tronco derecho de hasta 60 centímetros de diámetro, de corteza gris, lisa y con cicatrices circulares dejadas por las hojas y su soporte. Su copa es abierta y con pocas ramas gruesas y horizontales.

La madera del tronco del Yagrumo es blanda y liviana. Se usa para fabricar tacos de calzados, cajas, palillos de fósforo y para pulpa para papel. Los taínos ahuecaban el tronco para fabricar tambores. El tronco y las ramas tienen un tubo central que se puede usar como cañería.

Es una especie que contribuye a la regeneración de los bosques, ya que se reproduce en lugares sin vegetación. En el campo de la medicina natural se usan las hojas, la corteza y el látex que brota de su tronco y ramas.

El Yagrumo adorna los bosques con el color plateado que proyectan sus hojas.



## 2. Amapola, Brucal

*Erythrina poeppigiana*

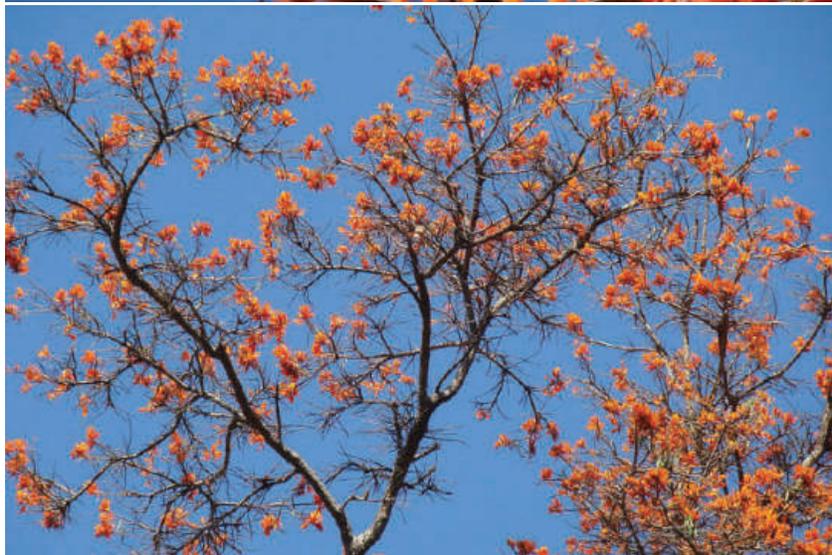
**Familia** Fabáceas  
**Origen** Nativa

Árbol que alcanza hasta 30 m de altura y puede tener un diámetro de 2 m. Las hojas son compuestas con tres folíolos que miden 6-20 cm de largo por 5-15 cm de ancho, una característica típica de la especie es la presencia de glándulas verdes en la base del foliolo terminal. Las flores pueden variar de color desde el anaranjado hasta el rojo escarlata en una inflorescencia que agrupa muchas flores que abren sucesivamente. El fruto es una legumbre que puede alcanzar hasta 25 cm de largo por 1 cm de ancho. Florece de forma general en la época seca, entre enero y abril.

Es nativa del norte de Sur América, desde Panamá hasta el norte de Ecuador y Brasil. Se ha introducido en muchos países como ornamental y por su rápido crecimiento como sombra para el café. En República Dominicana es común en las zonas húmedas donde se cultiva el café y el cacao entre los 200 y 1600 msnm, con preferencia por suelos profundos.

El uso principal de esta especie es para sombra de cultivos perennes como café y cacao, también se usa como ornamental y para cerca viva. Es una planta melífera, en el época de floración es muy visitado por los insectos y las aves que se alimentan de néctar. En algunos países es usada como medicinal por lo alcaloides que contienen la corteza, ramas y semillas. Se reporta su uso para envarbasca peces y el fruto es tóxico para el ganado. Las flores se han usado para sopas y ensaladas.

La madera es blanda pero es muy aceptada para la elaboración de utensilios y objetos de artesanía. En la zona de Miranda, en la Autopista Duarte son comercializados varios productos realizados con su madera.



### 3. Javilla criolla

#### *Hura crepitans*

**Familia** Euphorbiáceas  
**Origen** Nativa

Árbol muy frondoso que puede alcanzar hasta los 60 metros de altura. Su copa es amplia y extendida. Sus raíces muy superficiales y grandes que le permiten anclarse muy fuerte al suelo. Su tronco está cubierto de agujijones o espinas. Sus hojas grandes en forma de corazón. El fruto en forma de calabaza es venenoso para humanos y animales. También su látex.

La madera es pesada y compacta se usa en construcción y leña. Algunas aves y monos se alimentan del fruto y semilla tierna. El árbol protege las orillas de los ríos evitando el socavamiento. Gran purificador de aire y almacena gran cantidad de agua minimizando sequías estacionales. Anteriormente los niños usaban sus semillas para ruedas de carros de juguetes.

Resiste las inundaciones. Es uno de los árboles más esparcidos en cercanías de los ríos y todo el territorio de República Dominicana.



### 4. Cabirma

#### *Guarea guidonia*

**Familia** Meliáceas  
**Origen** Nativa

Árbol grande con más de 15 metros de longitud, resistente a inundaciones. Su madera se usa en postes y leña. En medicina tradicional tiene diferentes usos. Su corteza se usa como expectorante. Sus raíces, tallo, hojas y semilla tienen diversos usos como purgante, antiinflamatorio, astringente.

En los bosques húmedos por su exuberante copa contribuye a la conservación de las aguas en las fuentes acuíferas.



Tarciso Leão



## 5. Guama

*Inga vera*

**Familia** Mimosáceas

**Origen** Nativa

Es un árbol de rápido crecimiento. Puede medir más de 15 metros de longitud, se usa como árbol forestal, maderable para postes, leña y carbón. Su fruto es comestible y se consume fresco, jugos, dulces y mermeladas.

Tiene un importante uso como sombra permanente en café y cacao.

En medicina natural por su alto contenido en fibras, carbohidratos y vitaminas se usa par combatir la desnutrición. Tiene propiedades antidiarreica, antirreumática y antiinflamatoria; principalmente de los bronquios y favorece la presión arterial y mejora la circulación sanguínea.

Es una planta melífera y avifauna contribuyendo a la biodiversidad. Es resistente a las inundaciones.



## 6. Caoba criolla

*Swietenia mahagoni*

**Familia** Meliáceas

**Origen** Nativa

Es el árbol nacional de República Dominicana, de gran tamaño, hasta 30 metros de longitud y tronco de un metro. Su madera de color marrón y rojizo/oscuro es de alta calidad muy apreciada para ebanistería de interiores, artesanía y construcciones.

Es plantado en parques, plazas y carreteras por su sombra. En medicina es usada su corteza y el aceite de sus semillas como antifebriles, purgantes y tos. La resina que exuda sirve para la industria farmacéutica. Es una especie melífera.



## 7. Pino criollo, Pino de cuaba

*Pinus occidentalis*

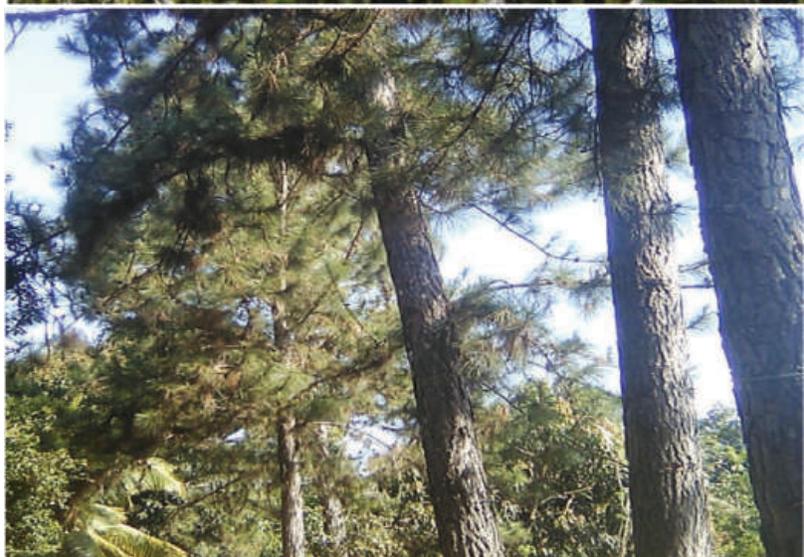
**Familia** Pináceas  
**Origen** Endémica  
**Estatus** Vulnerable

Es originario de la isla de La Española, donde es un endemismo. Su resina es utilizada para fabricar el jabón de cuaba, que es un jabón utilizado culturalmente en República Dominicana.

En su habitat se producen semillas entre noviembre y enero. Es el árbol más abundante de la República Dominicana; forma densos pinares en la Cordillera Central y Sierra de Bahoruco.

Crece hasta 30 m de altura; tronco recto de hasta 2m de diámetro. Esta especie es monoica; es decir, produce conos masculinos y femeninos en el mismo árbol. Sus semillas son aladas, dispersas por el viento.

Es una de las pocas coníferas de La Española. Crece en los bosques húmedos y ocupa diferentes tipos de suelos y ambientes, aguantando temperaturas que varían de 30°C a -20 °C, situados a elevaciones desde 120 a 3,175 msnm, en el Pico Duarte. Su madera es de buena calidad y tradicionalmente ha sido utilizada en la fabricación de muebles, combustible y extracción de resina.



## 8. Palma Real

### *Roystonea hispaniolana*

**Familia** Arecáceas

**Origen** Endémica

**Estatus** Vulnerable

Es nativa de República Dominicana y es muy parecida a palmas reales que crecen en otros países de las Antillas mayores. Se puede encontrar en todo el Caribe, en América Central y en la Florida en bosques húmedos. Es el árbol Nacional de Cuba.

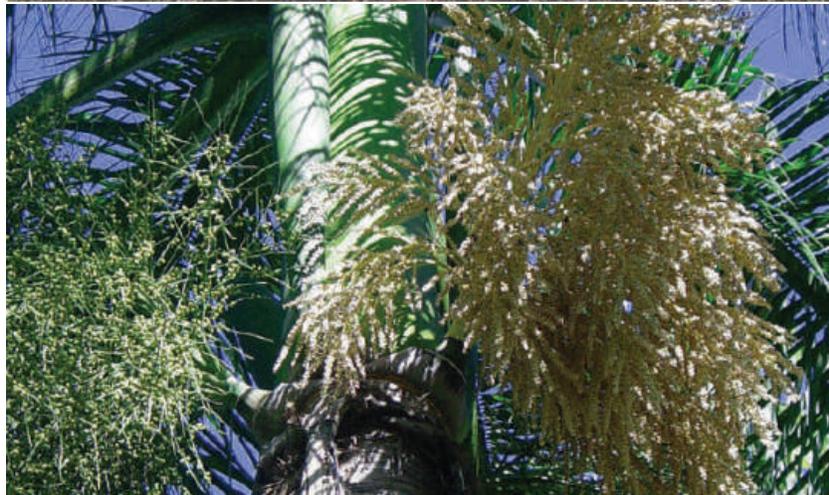
Son palmeras grandes, con un tronco solitario que alcanza 15 metros o más de altura. Las raíces de estas palmeras se extienden profundamente hacia la tierra. Su tronco está relleno de una inmensa masa de fibras. Es liso, de color grisáceo y tiene la apariencia de una elegante columna, engrosado ligeramente a media altura. Las hojas pueden alcanzar una longitud de un metro o más y forman un penacho o capitel que alcanza un diámetro de hasta 6 metros. Estas hojas están unidas al tronco junto con una yagua. Están compuestas por numerosos elementos foliares de color verde oscuro brillante.

Las flores son blancas, aromáticas. El fruto, llamado palmiche, es alargado, de unos 10 milímetros, color violeta y contiene una semilla.

La madera que se obtiene del tronco es dura y es muy usada en viviendas rurales debido a su gran resistencia. Las hojas se usan para artesanía y en Santo Domingo en Semana Santa son muy usadas para la celebración del Domingo de Ramos.

Las flores de esta palmera son fuente de néctar y polen para las abejas. Sus semillas son apreciadas para alimento de cerdos. Durante casi todo el año puede tener flores y frutos. Se reproducen por semillas.

Del corazón de su tronco se extrae el famoso palmito, que es usado en la cocina y es una agresión a la naturaleza, ya que debe eliminarse un ejemplar de esta palma para obtenerlo. Es un árbol de mucha importancia para las aves. La Cigua Palmera, que es el Ave Nacional de República Dominicana, construye su nido en la copa de la Palma Real.



## 9. Caimito

### *Chrysophyllum cainito*

**Familia** Sapotáceas

**Origen** Nativa

Árbol con más de 15 metros de longitud con hojas verdes en el haz y marrón oscuro en el envés.

Fruto comestible. Su madera se usa para postes y construcciones. Es ornamental en plazas, parques y como árbol de sombra.

En medicina natural a sus hojas se les atribuyen propiedades antidiabéticas. Sus flores son melíferas.



## 10. Corazón de paloma

### *Colubrina arborescens*

**Familia** Ramnáceas

**Origen** Nativa

Árbol de tamaño mediano, de 8 a 10 metros de longitud. De crecimiento rápido, es un árbol de madera dura, de color rojo claro, resistente y de tallado.

Se usa en construcciones, horcones, postes, traviesas y pilotillos y en ebanistería de interior para muebles finos. Se usa como cerca viva y de sombra permanente en café y cacao. Es una planta melífera.



## 11. Guárano

*Cupania americana*

**Familia** Sapindáceas

**Origen** Nativa

Es un árbol de sombra y maderable que puede sobrepasar los 15 metros de longitud.

Posee flores blancas y frutos en cápsula. Su madera es dura y resistente; usada en construcciones, leña, carbón y para embarcaciones.

En medicina casera sus semillas se usan para tratar problemas intestinales y de dolor. Sus hojas también calman el dolor.

Es una planta melífera y resistente a las inundaciones



## 12. Almácigo

*Bursera simaruba*

**Familia** Burseráceas

**Origen** Nativa

Árbol de longitud mediana de 5 a 15 metros. Es caducifolio, resinoso y de sombra.

Su madera se usa como postes y cercas vivas, es ornamental para plazas y parques.

Es avifauna y melífera. Como medicina casera y natural preparan su raíz, hoja y cogollo para problemas intestinales. Su cáscara lo usan para la tos



## 13. Roble criollo

### *Catalpa longissima*

**Familia** Bignoniáceas

**Origen** Nativa

Se conoce también como Roble de olor, Roble Dominicano, Pëndola, Catalpa, Yokewood (Jamaica) y Chenn (Haití) y es nativo de República Dominicana, Haití y Jamaica.

Es un árbol de unos 25 metros de altura con un diámetro de cerca de un metro. Crece con un tronco derecho, de forma columnar y con copa alta. Sus raíces pueden penetrar la roca caliza.

Las flores se producen en gran cantidad en el terminal de las ramas. Su color va desde blanco, rosado pálido y rosado más vivo. Estas flores se producen de forma irregular durante todo el año. Los frutos se forman por cada agrupación o racimo de flores. Son vainas bien delgadas de 4 milímetro de ancho con una longitud que puede llegar a los 65 centímetros. Su color es marrón oscuro y al madurar se abren para soltar gran cantidad de semillas muy pequeñas y aladas que pueden ser dispersadas por el viento. El Roble Criollo se reproduce por semillas y por estacas

El Roble Criollo se usa como ornamental y de sombra en parques y calles. Su uso principal es por su madera, que es muy apreciada por su dureza y resistencia. Se utiliza sobre todo en ebanistería y carpintería.

Las flores ayudan a la producción de miel.



## 14. Algarrobo de Las Antillas

### *Hymenaea courbaril*

**Familia** Fabáceas  
**Origen** Nativa

También conocido como curbaril, copinol, cuapinol, guapinol, jatoba o jatobá, jatayva en guaraní, paquió (Bolivia), o algarrobo (Puerto Rico, República Dominicana, Panamá, Venezuela y Colombia), es un árbol común en el Caribe, Centro y Sudamérica.

Es un árbol grande y robusto, subcaducifolio, de 10 a 25 (40) m de altura con un diámetro de hasta 1.5 m. El tronco es derecho, a veces cubierto por una excreción gomosa amarillina, algunas veces desarrollan contrafuertes. Copa redonda muy densa, ampliamente extendida, con follaje denso verde claro y brillante. Ramas gruesas ascendentes. La corteza externa ligeramente escamosa a lisa, pardo grisáceo.

Árbol nativo de América tropical, la madera se utiliza para artesanías, trabajos de tornería e instrumentos musicales (pianos y guitarras), construcciones rurales y navales, es muy apreciada para la ebanistería, para leña y carbón. El exudado se utiliza como aromatizante como incienso. La madera es muy dura.

Es una especie frutal con un alto valor nutritivo de su pulpa. Es uno de los alimentos vegetales más ricos que se conocen por su alta concentración en almidón y proteínas, era parte de la dieta de los pueblos indígenas. La pulpa a pesar de su olor desagradable, tiene un sabor dulce y se consume cruda, se puede secar y se transforma en polvo para incorporarlo a galletas, sopas o se mezcla con agua para diversas preparaciones de bebidas y dulces.

Las raíces y el tronco producen una resina que se usa para la fabricación de barnices y para usos medicinales.

Crece naturalmente en ecosistema de bosques húmedos y en zonas secas, desde el nivel del mar hasta los 1000 metros de elevación y un poco más. Muestra una cierta preferencia por los suelos más bien sueltos y profundos ubicados a lo largo de los valles estrechos adyacentes a los cauces de los ríos. De forma general habita en climas cálido y semicálido entre los 290 y los 1300 msnm. Planta silvestre, asociada a vegetación perturbada de bosques tropicales caducifolio, subcaducifolio y subperennifolio.



## 15. Guayaba

### *Psidium guajava*

**Familia** Myrtáceas

**Origen** Nativa

Es un arbusto que puede pasar de 8 metros de longitud. Es de rápido crecimiento y distribución de forma natural. Se encuentra en todo tipo de clima y altitudes de forma hasta silvestre.

La fruta se consume fresca, como jalea, mermelada, dulces, jugos. Es muy nutritiva con alto contenido de proteínas y vitamina A, C, Hierro.

A nivel medicinal la fruta combate diarrea y por su contenido de fibras se usa para obesidad y diabetes. Sus hojas se usan para enjuagues bucales, heridas, quemaduras en la piel y parásitos intestinales. También en baños para combatir infecciones, calambres y dolor.

En el campo se usa como alimento para ganado. También para leña y carbón por su alto contenido calorífico. Sus flores son melíferas. Resistente a inundaciones.

Por su fácil adaptación y crecimiento rápido contribuye con la reforestación y disminución de la erosión de áreas con poca cobertura en suelos de bosques húmedos y zonas secas.



## 16. Higüero

*Crescentia cujete*

**Familia** Bignoniáceas  
**Origen** Nativa

Árbol de tamaño pequeño con una longitud de 6 a 8 metros. Con un follaje y copa amplia y diversa. Muy apropiado en paisajismo como árbol ornamental.

Su fruto muy hermoso de forma de calabaza muy usado por los indígenas. La jícara o cáscara del fruto ya seco y vacío es usado para elaborar diversas vasijas y recipientes artesanales: vasos, platos, jarras. Y como instrumentos musicales como güira y maraca. La pulpa sirve como alimento para el ganado.

En medicina casera la pulpa del fruto se usa como antidiarreico y antihemorrágico, dolor de estómago, bronquitis, tos y asma. Las hojas para la hipertensión. Con la semilla se obtiene aceite y por su aroma se utiliza para bebidas típicas.

Es un árbol longevo y resistente a inundaciones. La pulpa cruda del fruto es tóxica.



## 17. Jobo de puerco

*Spondias mombin*

**Familia** Anacardiáceas  
**Origen** Nativa

Árbol frutal de zonas tropicales. De tamaño monumental puede alcanzar más de 20 metros de longitud. Su tronco derecho y copa redondeada creando sombra copiosa. El fruto es comestible cuando toma color amarillo y para alimento de ganado.

Se le llama de puerco por ser agridulce y menos apetitoso que la ciruela. La madera es usada para fabricación de herramientas agrícolas y carbón. En medicina casera se usa para cicatrizar heridas, antiséptico y antidiarreico. Sus flores son fragantes. Planta melífera y de bosque húmedo; resistente a inundaciones. Además de semillas se reproduce por estacas y es de rápido crecimiento



## 18. Guásima

### *Guazuma ulmifolia*

**Familia** Sterculiáceas

**Origen** Nativa

El guásima es un árbol originario de América tropical con muchos usos. Su copa abierta, redondeada y extendida que normalmente mide entre 2 y 15 metros de alto (máximo 25m). En algunos casos se desarrolla como arbusto ramificado y en otros como árbol de tronco derecho (monopódico).

Las hojas se encuentran en forma alterna. La parte de la hoja que da al sol es rasposa y de color verde oscuro, mientras la cara contraria es sedosa y de color verde grisáceo amarillento. La corteza del árbol es de color gris oscuro y está marcada por hendiduras. Las flores pueden aparecer en cualquier temporada, se disponen en racimos con flores muy pequeñas de color crema y forma estrellada; y despiden un aroma dulce y agradable. El fruto es una cápsula, de olor y sabor dulce, con numerosas semillas pequeñas y redondas de color café oscuro.

El árbol se encuentra en zonas tropicales. Crece en sitios abiertos hasta los 1,200 metros de altura.

Tiene varias aplicaciones medicinales, entre éstas la más común hoy en día es como un remedio natural para la diabetes. También se utiliza para leña, sogas, sombra, jabón, alimento para ganado, construcción y en apicultura el néctar es valioso ya que contribuye a la producción de miel de alta calidad. La fruta verde mucilaginosa se puede comer cruda, cocida, molida, seca o en forma de bebida. Con las semillas y frutos maduros se elaboran tortillas, atole y pinole. La semilla molida se consume tostada y molida como café o para saborizar el chocolate. La fruta del guásima es buena fuente de proteínas y fibra. La flor también es comestible.

Entre las propiedades medicinales de la guásima; las hojas tienen propiedades antifúngicas y antibacteriana, contienen cafeína. Los frutos se utilizan contra la disentería, diarrea con sangre, inflamaciones, erupciones cutáneas y enfermedades del riñón y la corteza hervida es una bebida que se toma para fiebres, resfriados, bronquitis, y asma.



## 19. Ozúa

### *Pimenta ozua*

**Familia** Myrtáceas  
**Origen** Endémica  
**Estatus** En Peligro

Es propia de bosques húmedos y semi-húmedos, latifoliados y mixtos de latifoliadas con pinos. Endémica de la isla. Es un árbol de 4 a 12 metros de altura, de tronco recto y copa frondosa. Es de crecimiento lento, raíces profundas y vida bastante larga. Sus hojas de color verde bastante oscuro, brillante por el haz, sin brillo y pálido por el envés. Sus hojas emanan un olor aromático. El fruto es una baya.

Es una planta aromática, ornamental, medicinal y maderable. De sus hojas se extraen líquidos desinfectantes. Es una planta muy promisoría para la industria de aromatizantes naturales. Como medicina natural tradicional se usa en té para la gripe, resfriados, dolor de cuerpo y para la circulación. Se mastica para la sed. También para la descongestión del pecho, erupciones de la piel, sinusitis, bronquitis, sacar callos, dolores de garganta, dar masajes, incontinencia urinaria en niños.

La madera es de color pardo, oscuro, muy dura y resistente.

#### Proyecto de conservación

En Julio del 2020 se presentó un proyecto para industrializar sus hojas en la provincia Santiago Rodríguez presentado por Consorcio Ambiental Dominicana (CAD), con el apoyo del PNUD, con el lema " Ozúa, el tesoro verde de la cordillera dominicana. Los pobladores de la provincia de Santiago Rodríguez recuperan una especie nativa que promete ser la llave del desarrollo de su bioeconomía"



## 20. Cajuil

### *Anacardium occidentale*

**Familia** Anacardiáceas

**Origen** Nativa

Árbol frutal de buen porte, puede alcanzar hasta 30 metros de longitud. Tiene un fruto que se consume fresco y en conservas, muy apreciado de sabor agridulce, mucilaginoso y algo laxante. Se debe tener cuidado con los niños porque la pulpa es resbaladiza y si es tragada puede provocar asfixia obstructiva.

La madera es de buen diámetro y apta para construcción y carpintería. En medicina natural sus hojas maceradas se usan para infecciones de la garganta y con la semilla tostada y molida se hacen jarabe y te contra la diarrea.

El néctar de sus flores atrae a las aves. Sus flores son melíferas; la miel extraída es de color oscura y agradable sabor.

En República Dominicana, en la comunidad de Los Pilonos y en otras provincias, la economía de muchas personas depende de la venta de sus semillas.

En las comunidades de estudio se encuentra con buen tamaño y desarrollo; se observan en todas las áreas, cerca de las viviendas como en los espacios de plantaciones de forma silvestre. Su fruto es comercializado, pero en menor escala.



## 21. Pino macho

*Zanthoxylum elephantiasis*

**Familia** Rutáceas

**Origen** Nativa

Árbol de hasta 15 metros, con agujones en el tronco, sus hojas son elípticas y lanceoladas, agudas y largas. Su inflorescencia terminal con flores blanco amarillas son melíferas, sus frutos son glandulosos. La madera es verde amarilla con vetas pardas. Su flores se pueden observar en los meses de Febrero hasta Abril y los frutos de Marzo hasta Julio.

La madera es utilizada en ebanistería; la corteza proporciona un colorante amarillo. Uno de los usos más importante es por su aporte a los bosques húmedos ya que como árbol de este ambiente se les observa preservando los suelos muy cercanos a los cauces de arroyos y ríos.



## 22. Samán

*Samanea saman*

**Familia** Fabáceas

**Origen** Nativa

Llamado también árbol de la lluvia, campano, cenízaro, cenícero, en varios países de Sudamérica. Es una especie botánica de árbol de hasta 20 m, con un dosel alto y ancho, de grandes y simétricas coronas. Tiene hojas compuestas, sus inflorescencias son muy vistosas situadas al final de las ramitas. Sus flores son mielíferas. Los frutos son legumbres o vainas oscuras de 8 a 20 cm de largo. Es emblemático de varios países de Sudamérica, principalmente Venezuela. Es de crecimiento lento. En República Dominicana se encuentra en los bosques húmedos y muy húmedos y en parques urbanos como árbol ornamental por su exuberante sombra.

Se utiliza como forrajera por sus legumbres verdes y por sus semillas que son comestibles, por ser apetecible para el ganado.

Este monumental árbol se observa en las riberas próximo a los cauces de los arroyos San Francisco y sus cañadas afluentes, protegiendo los taludes y creando microclima muy húmedo, favorable a la biodiversidad, por eso se le considera árbol de la lluvia.



## 23. Guanábana

*Annona muricata*

**Familia** Annonáceas  
**Origen** Nativa

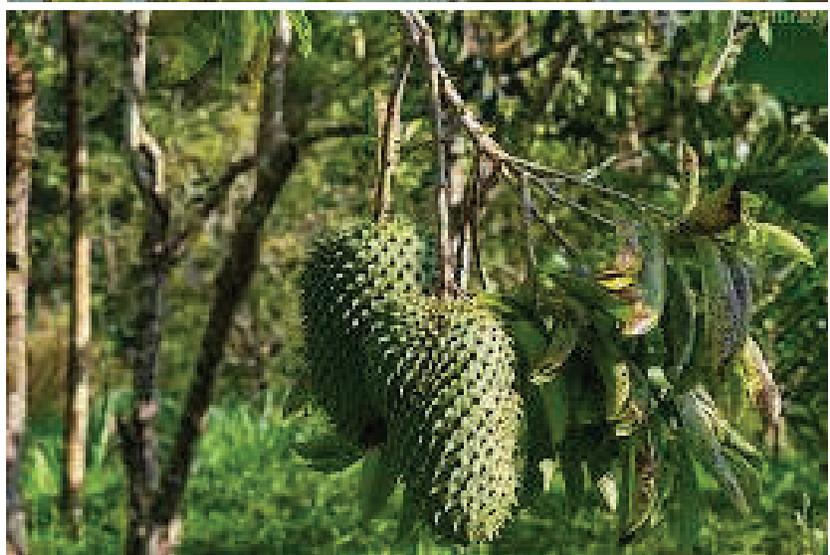
Originario de Sudamérica, se cultiva por sus frutos comestibles en muchos países de clima tropical. Árbol pequeño, de 3-8 m de altura y ramificado desde la base, despidiendo mal olor cuando se le tritura. Las ramas son de color rojizo. Las hojas son simples, oblongo-elípticas a oblongo-obovadas enteras, duras, lisas, de color verde oscuro y 5-15 cm de longitud. Las inflorescencias, con solo 1 o 2 flores, son axilares, pero también pueden estar implantadas en cualquier parte del tronco o de las ramas. Las flores son las más grandes en su género, tienen un aroma penetrante, son melíferas y crecen sobre las ramas o tronco, la cáscara es delgada, dura y verde oscura brillante, recubierta de espinas blandas volteadas hacia el ápice. El fruto de color verde con agujijones suaves, contiene muchas semillas y una pulpa blanca, relativamente fibrosa y muy aromática de sabor muy dulce.

Se encuentra por toda América tropical y el Caribe. Se distribuye en las tierras bajas del trópico, desde las áreas de costa hasta los 1,150 msnm.

En República Dominicana se ha convertido en una fruta escasa, aún con su alto valor comercial de su fruto y su diverso uso medicinal. Por esta razón su costo se ha encarecido. Por esa razón se debe intensificar su conservación como su consumo dado lo favorable para la salud.

Como fruto comestible se consume directamente y tiene un sabor dulce y agradable. Se prepara en jugos, mermeladas y diversas bebidas. Como alimento tiene grandes cantidades de vitaminas y minerales que provee su fruto, la guanábana es muy conocida por sus efectos anticancerígenos. En especial a través del uso de sus hojas.

También se dice que el árbol de Guanábana tiene propiedades antibacterianas, antivirales y antiparasitarias. Todas las partes del mismo tienen algún uso medicinal. En las comunidades de estudio es muy común tanto comestible como medicina natural. El fruto también es comercializado aunque en menor proporción ya que el árbol es poco abundante.



## 24. Limoncillo, Quenepa

### *Melicoccus bijugatus*

**Familia** Sapindáceas

**Origen** Nativa

Árbol de buen porte, alcanzando los 30 m de altura y puede llegar a tener tronco que sobrepasa un metro de diámetro. Crece en elevaciones bajas a medianas hasta los 1000 msnm, con climas secos o húmedos con precipitaciones de 750 a 2500 mm, crece en una amplia variedad de suelos, pero prefiere suelos profundos, fértiles, de origen calcáreo.

Sus hojas presentan alternancia helicoidal, de 8 a 12 cm de longitud. Produce panículas de pequeñas florecillas blancas o verdes, muy fragantes. El fruto es una drupa, redonda de 2-4 cm de diámetro de cáscara verde delgada y quebradiza principalmente en su temporada de maduración y se agrupan en grandes ramos. Las semillas son blancuzcas que normalmente ocupan la mayor parte del fruto y son rodeadas de una pulpa salmón gelatinosa, jugosa y comestible. Los frutos maduros son agridulces, mucilaginosos y algo laxantes. Son excepcionalmente ricos en hierro (0,93 mg por 100 g) y fósforo (50,4 mg por 100 g).

El uso principal son sus frutos, que se consumen frescos o se hacen conservas y frutas enlatadas, e incluso se utiliza para preparar bebidas refrescantes enlatadas. Con la pulpa se puede preparar cerveza o aguardiente. A pesar de que el uso como frutal es el principal, la madera de este árbol es de buen diámetro y apta para obras de construcción y carpintería general. Respecto al uso de sus hojas, la bebida de la decocción de la hoja con sal se usa para desórdenes nerviosos y fiebres. Las gárgaras con el jugo de la hoja macerado se emplean para dolor e infecciones de garganta. Con la semilla tostada y molida se hace un jarabe o té que se toma para la diarrea, es altamente nutritiva y su uso continuo combate la anemia, colesterol y al contener flavonoide disminuye el riesgo de cáncer del colon.

Como flora apícola sus flores son ricas en néctar y apreciadas por colibríes y abejas. La miel producida es algo oscura pero de agradable sabor.

Se observan en todas las comunidades de estudio, en algunos casos como en Castaños de un tamaño monumental. En varias de las comunidades comercializan sus frutos y se convierte en un medio para su economía.





## 38. Recomendaciones

### Propuestas para enfrentar la situación de conuquismo y eliminación de árboles en las riberas de los arroyos

La Aplicación de la ley 64-00, que reza:

Artículo 129. El Plan Nacional de Ordenamiento Territorial establecerá la zonificación hidrológica, priorizando las áreas para producción de agua, conservación y aprovechamiento forestal, entre otros, y garantizando una franja de protección obligatoria de treinta (30) metros en ambas márgenes de las corrientes fluviales, así como alrededor de los lagos, lagunas y embalses.

- En ese sentido todas las plantaciones comerciales agropecuarias serán objetos de evaluación por el Ministerio de Medio Ambiente y se prohibirá la realización de nuevas plantaciones en los márgenes a ambos lados de cada acuífero.
- Realizar plantaciones a los fines de conservación en aquéllos espacios de los márgenes de las riberas de los arroyos a 30 metros a ambos lados del lecho de los arroyos. Las especies serán escogidas de las autóctonas endémicas y nativas relacionado con el bosque de origen.
- Limitar el cultivo de aguacate principalmente en la cuenca de río Nigua, delimitando las áreas de cultivos, disminuir el crecimiento de las plantaciones de este cultivo que está contribuyendo a la tala indiscriminada de los árboles nativos y pérdida de biodiversidad en el área de la cuenca.
- Aplicación por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales en coordinación con el Ministerio de Agricultura y la Dirección General de Ganadería las evaluaciones pertinentes relacionado con la producción de cerdos para evitar la contaminación de los cuerpos de aguas de los arroyos afectados.
- Información al Vice-Ministerio de Recursos Costeros y Marinos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales la situación de excavación y extracción de arena de los Arroyos afluentes del Rio Haina, con lo cual están afectando de forma significativa el curso del arroyo y la biodiversidad de este ecosistema acuático.

### Propuestas para combatir las especies exóticas invasoras

- Informar a las entidades Rectoras de: Los Recursos Naturales de la República Dominicana y de la Flora Dominicana. En este caso al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MIMARENA) y al Jardín Botánico Nacional.
- Planificación de un programa de educación y concientización a las comunidades de estudios para que conozcan sobre los riesgos de estas especies invasoras, su control y combatir su propagación.
- Ver las posibilidades de que ya conociendo la peligrosidad de estas especies las entidades del Estado mencionadas en conjunto con las comunidades organizadas tracen un plan de control y combate para disminución y posible eliminación de estas especies invasoras.

### **Respecto al cultivo de aguacate y cacao**

Con el cultivo de aguacate la cobertura del suelo es menor, dado que el árbol de aguacate es a pleno sol, es un árbol con una copa menos densa que el cultivo de cacao que es con sombra permanente y ya hemos observado que la sombra del cacao en estas comunidades es de alrededor del 50 %.

- Dado los ingresos que se obtiene con el aguacate y con la variedad Benik que hace atractivo este cultivo, pero a la vez está provocando más presión al bosque, con la salvedad de que para plantar aguacate hay que eliminar los árboles existentes ya que se cultiva a pleno sol.
- En el proceso de sustitución de la variedad señalada, se está creando por un tiempo de unos 4 años menos cobertura del suelo con lo que implica una mayor erosión de los terrenos.
- Se hace necesario un apoyo del Estado a través del Ministerio de Agricultura a los/las productoras de cacao para mejorar los rendimientos del cultivo, esto implicará la renovación y obtención de nuevos clones o variedades de cacao, manejo de la sombra, poda entre otras labores culturales
- Es casi ausente el apoyo que brinda el Estado a los productores de cacao, el poco apoyo que reciben es de instituciones privadas, ONGs; en donde han instalado jardines clonales, es el caso de la comunidad de Castaños, talleres de concientización para el cultivo orgánico.
- En todas las comunidades es notable el menor uso del fuego, aunque todavía persiste en menor grado, lo que ha sido favorable ya que no se provocan incendios forestales como es muy normal en las comunidades del sur para la siembra de cultivos como habichuelas y guandul.
- Una práctica que se debe incentivar en las comunidades de la Cuenca de Haina son lo que ellos llaman pequeños banquitos y en términos particulares en Castaño con la existencia de una Cooperativa. Es muy favorable la cultura del ahorro y el crédito entre sus socios.
- Entendemos que tanto el Ministerio de Medio Ambiente como el Ministerio de Agricultura, en conjunto deberán limitar y /o evaluar el crecimiento de las plantaciones de Aguacate por las consecuencias que implica la eliminación de árboles y lo poco que queda de bosque nativo o primario.

## **IV. Zonas prioritarias**

Las zonas prioritarias son aquellas en la que se piensa las labores de reforestación y restauración son más necesarias y en las que se augura un mayor éxito en lo concerniente a la sobrevivencia y desarrollo de las plantaciones. En este apartado se presentan las áreas boscosas con diagnóstico de degradación alta o muy alta, y que por lo tanto deben ser consideradas dentro de este u otros proyectos de reforestación.

Las zonas prioritarias se dividen en dos regiones o escalas; la primera a nivel regional en la cual la prioridad es la conservación de bosques dentro de Áreas protegidas y el establecimiento de zonas periféricas que permitan la conectividad entre las zonas con bosques primarios o maduros. Una segunda escala es la microcuenca a la que pertenecen las siete comunidades objetivo. En las microcuencas se zonas prioritarias que mantengan el equilibrio entre las actividades productivas y los bosques.

El análisis destaca la importancia de revertir los procesos de fragmentación forestal e incrementar la presencia de corredores biológicos de manera que se construyan bosques y comunidades resilientes frente al cambio climático.

## 41. Zonas prioritarias a escala regional

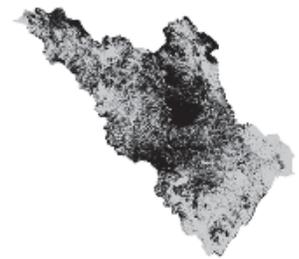
Si bien el territorio actualmente posee potencial para la regeneración pasiva y los procesos de deterioro parecen ocurrir a menores tasas que en el pasado. Persisten procesos mas o menos constantes de sustitución de bosque nativo por actividades productivas; estos procesos de disturbio ocurren de manera dispersa en áreas pequeñas estableciendo un sistema de fragmentos, bosques con perforaciones o comunidades de árboles que presentan especies invasoras o bien una cobertura secundaria, los cuales requieren de atención para prevenir crisis de diversidad locales y problemas con el préstamo de servicios ecológicos.

Así, las zonas prioritarias no necesariamente corresponden con zonas deforestadas. En realidad estas zonas reflejan una priorización sobre zonas con presencia de bosque degradado en áreas naturales protegidas, en zonas con pendientes mayores al 45%, y en altitudes mayores a los mil metros snm. Es en estas zonas donde se identifica potencial para la aplicación de acciones de reforestación activa. Que doten de resiliencia al territorio, así mismo se identifica a la reforestación en las franjas de ríos y arroyos como prioritarias para mantener la conectividad en el paisaje regional y favorecer el libre tránsito de las especies de fauna que realizan el servicio de dispersión de semillas y polinización a través de la totalidad del territorio.

En la cuenca de Nizao la superficie de alta prioridad presenta 1,620 ha, de prioridad media 7,075 ha y de baja prioridad 16,844 ha. En la cuenca de Haina hay 99 ha de alta prioridad, 1,236ha de media y 5,833ha de baja prioridad. Finalmente, en la cuenca de Nigua solo se identifican 13 ha de media prioridad y 566ha de baja prioridad. De esta forma el área de estudio tiene 1,718 ha de alta prioridad de 84,631 ha de Bosque, es decir el 2.0%.

En el mapa a continuación, se pueden identificar la localización de estas áreas, las cuales se concentran en la cuenca del Río Nizao en tres áreas naturales protegidas:

- Valle Nuevo
- Luis Quin
- La Humeadora



Zonas de Bosque 2020



Bosque degradado 2020



Pendientes &gt;45%

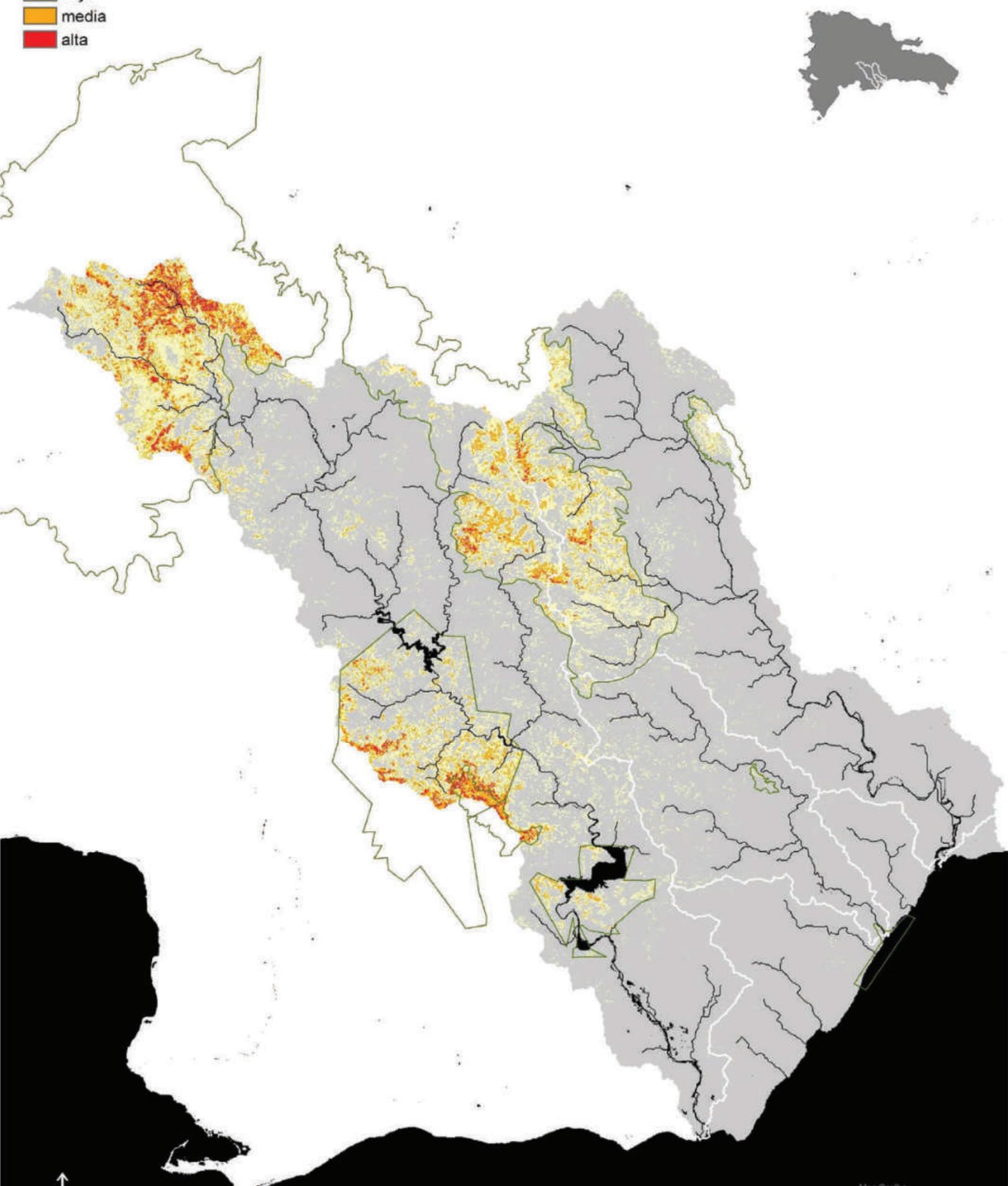


Altimetría &gt;1000m snm



Áreas protegidas

- baja
- media
- alta



Mar Caribe



## 42. Zonas prioritarias a escala local

### Zona 1: San Francisco, Arroyo Higüero

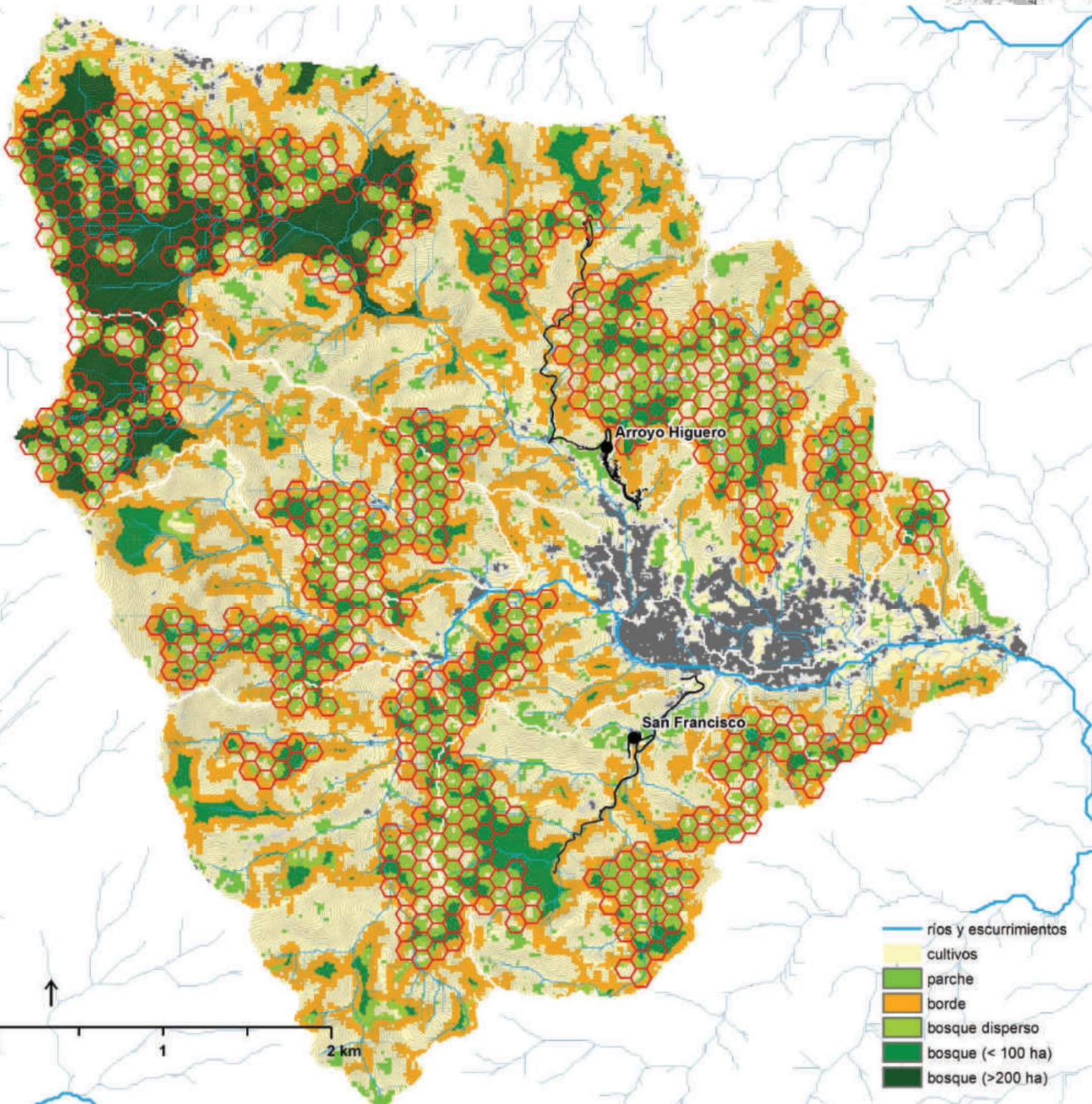
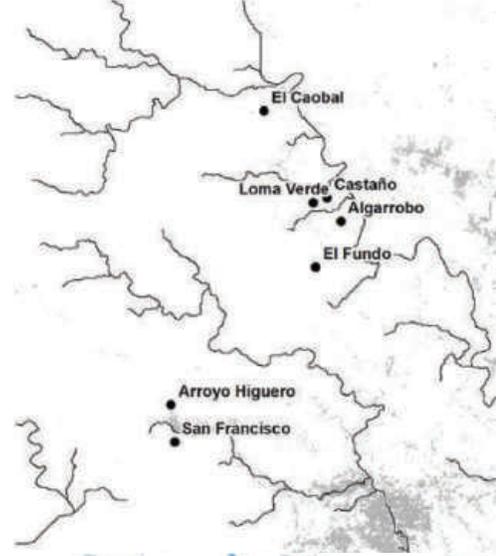
La subcuenca que delimita a estas comunidades tiene 2,373 ha. De los cuales 1,0216 (43.0%) son áreas no-forestales y 1,352 (57%) forestales.

Las zonas prioritarias a escala local se concentran en las áreas de bosque disperso próximas con áreas de bosque denso según el análisis de fragmentación que divide a las zonas forestales en cuatro categorías:



Las zonas con bosque disperso y sus contornos (984.6 ha) son las que requieren atención prioritaria para los módulos de reforestación. Aunque para facilitar la delimitación de zonas de actuación se agruparon según su continuidad en grupos de módulos mayores a 5ha. En total se identificaron 10 zonas prioritarias que en conjunto suman 700 módulos de 1ha.

Los módulos de aprovechamiento productivo y su ubicación se deben discutir con las comunidades y en las microcuencas se identifican 877.4 ha (36.9%) en donde hay oportunidades para su implementación.



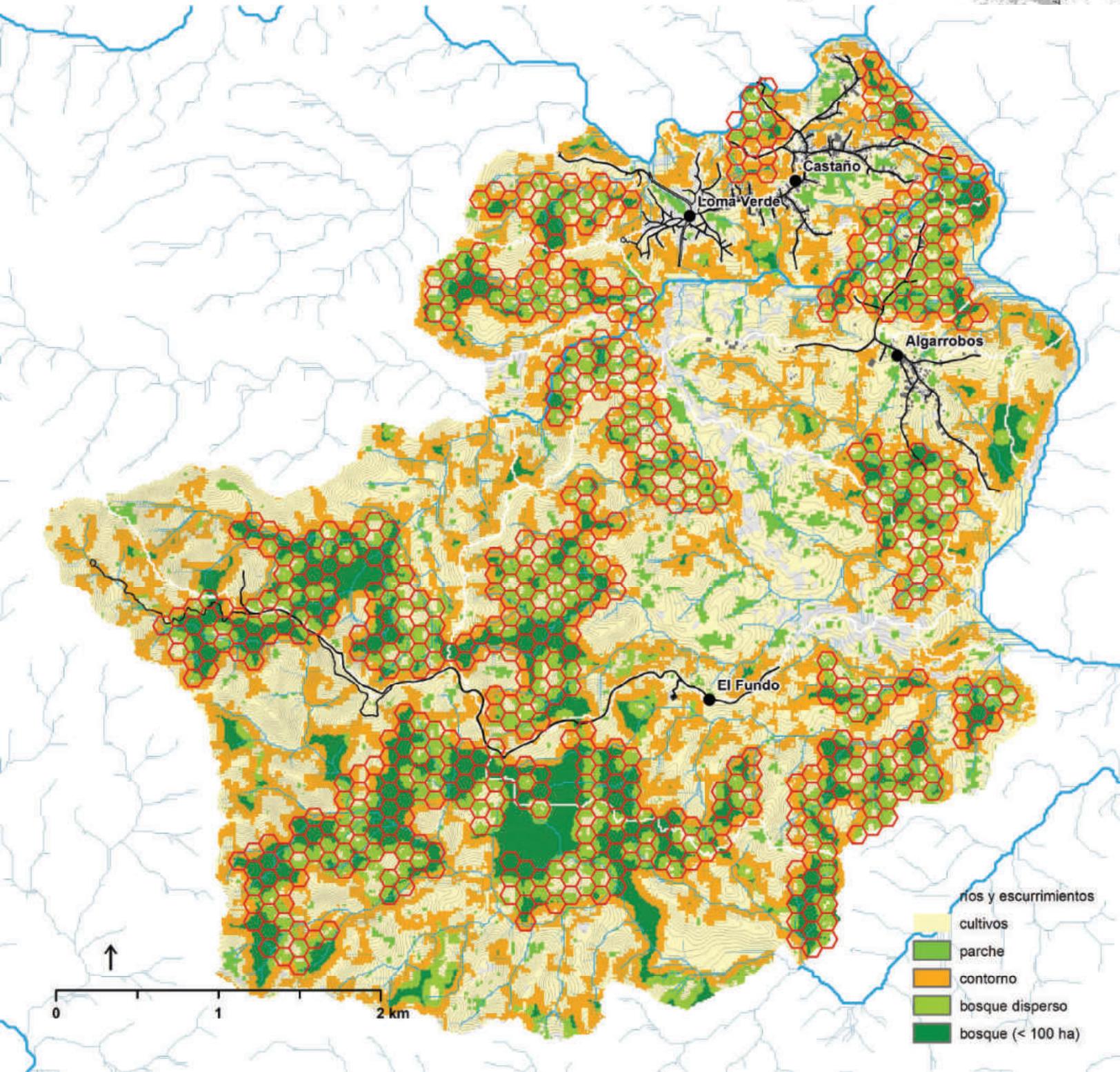
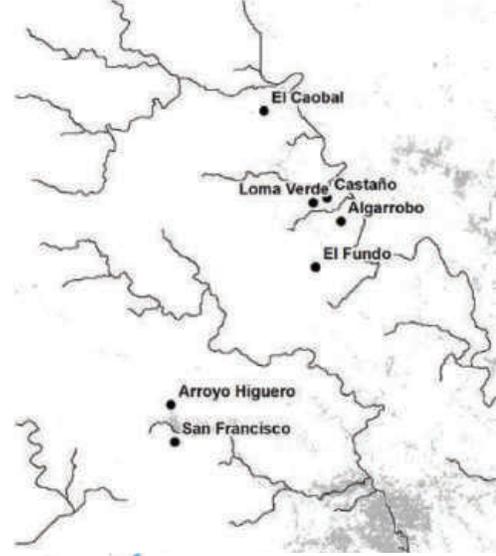
## Zona 2. Loma Verde, Castaño, Algarrobos y El Fundo

La subcuenca que delimita a estas comunidades tiene 2,362 ha. De los cuales 1,025 (43.4%) representa no-forestal y 1,352 (56.6%) forestal.

Las zonas prioritarias a escala local se concentran en las áreas de bosque disperso próximas con áreas de bosque denso según el análisis de fragmentación que divide a las zonas forestales en cuatro categorías:



Las zonas con bosque disperso y sus contornos (751 ha) son las que requieren atención prioritaria para los módulos de reforestación. Aunque por su continuidad se agruparon en 700 módulos de 1ha. Las áreas agrícolas en donde se pueden aplicar módulos productivas representan 938.7 ha (39.7%).



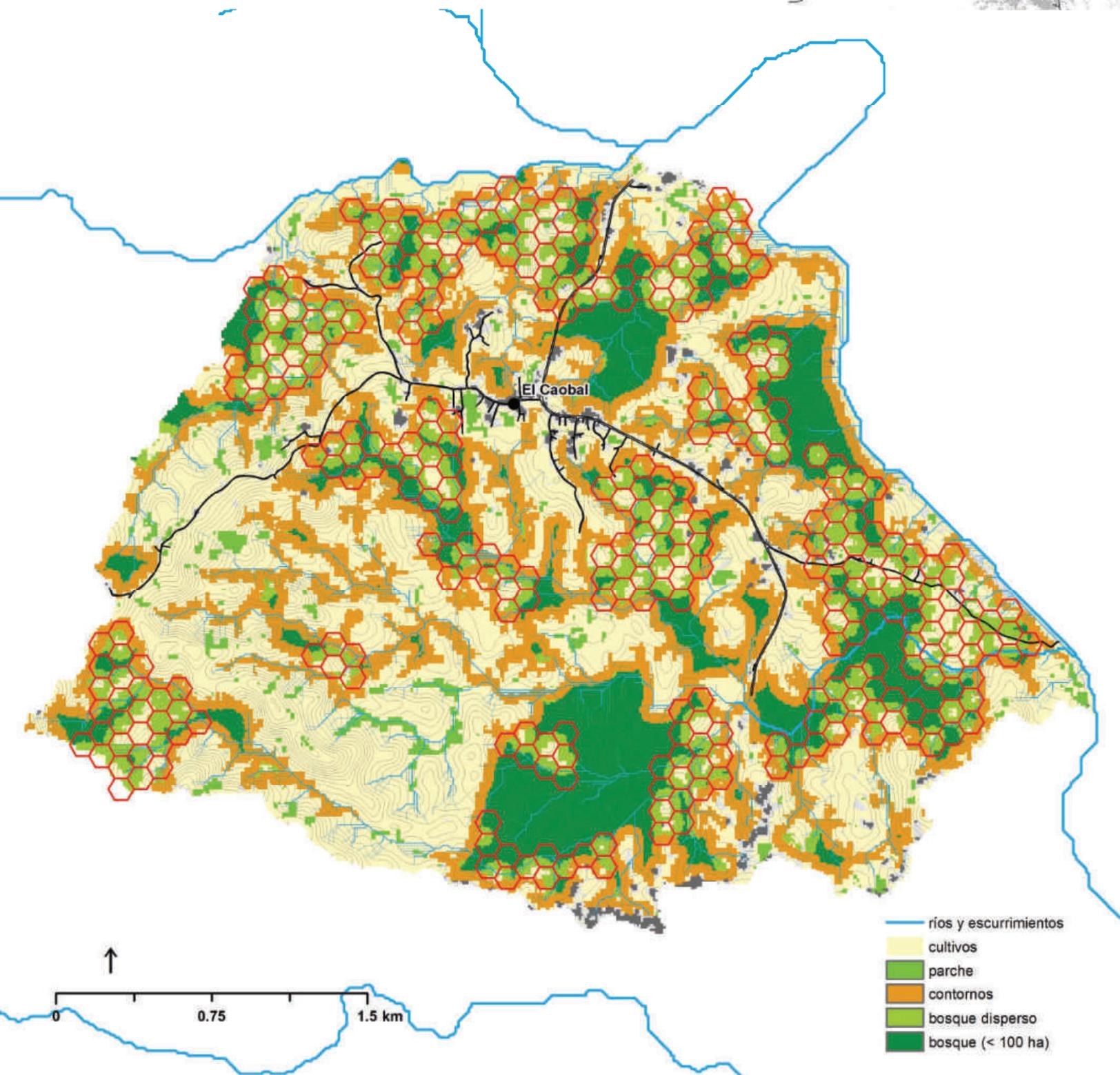
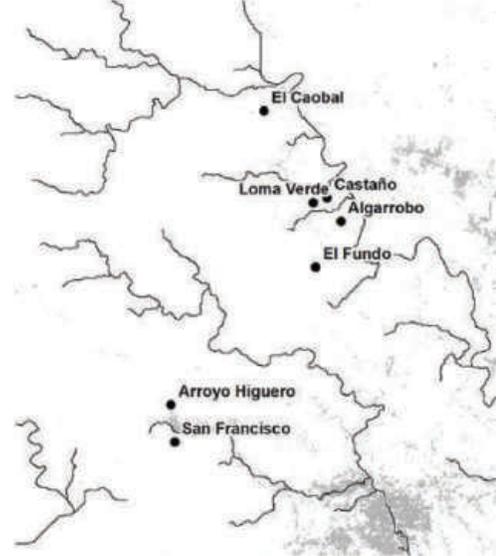
## Zona 3. El Caobal

La subcuenca que delimita a estas comunidades tiene 1,228 ha. De los cuales 532 ha (43.3%) representa no-forestal y 696 (56.7%) forestal.

Las zonas prioritarias a escala local se concentran en las áreas de bosque disperso próximas con áreas de bosque denso según el análisis de fragmentación que divide a las zonas forestales en cuatro categorías:



Las zonas con bosque disperso y sus contornos (486 ha) son las que requieren atención prioritaria para los módulos de reforestación. Aunque por su continuidad se identificaron 338 módulos de 1ha. Las áreas agrícolas en donde se pueden aplicar módulos productivas representan 489.3 ha (39.8%).



## 43. Resumen

De los 181,051 ha de superficie de las cuencas, se identificaron 84,631 ha (46.7%) como bosques. De estos 1,718 ha representan zonas de reforestación de alta prioridad y 8,324 ha de prioridad media, un total del 11.8%. Estas zonas según el análisis multicriterio se concentran en tres zonas de carácter protegido en su mayoría en la cuenca del Río Nizao; Valle Nuevo, Luis Quin y La Humeadora.

A escala de comunidades por microcuencas se identificaron 1,738 módulos de 1ha en zonas de bosque disperso que merece la pena mejorar y recuperar, y 2,304 ha de zonas de cultivo donde se pueden aplicar diferentes módulos de aprovechamiento, aunque esto requiere de una aproximación y un compromiso con cada comunidad.

A continuación se resumen el número de módulos de reforestación y aprovechamiento por comunidad.

Localidades	Módulos de Reforestación	Módulos de Aprovechamiento
San Francisco	350	31 ha (500 tareas)
Arroyo Higüero	350	31 ha (500 tareas)
Loma Verde	75	31 ha (500 tareas)
Castaños	75	31 ha (500 tareas)
Algarrobos	100	31 ha (500 tareas)
El Fundo	350	31 ha (500 tareas)
El Caobal	338	31 ha (500 tareas)

\*1 tarea equivale a 628.9 m<sup>2</sup>; 50 tareas equivale a ~3.1 ha, 500 tareas equivale a 31 ha

Por lo que para cumplir el objetivo del estudio se deben hacer:

217	módulos de aprovechamiento
1,738	módulos de reforestación a escala de microcuenca
917	módulos de reforestación en áreas de prioridad media y alta de las cuencas
<b>2,900 ha</b>	<b>totales</b>

### Requisitos para el acceso a módulos de reforestación

1. Condiciones básicas: suelo (salinidad, pH, nutrientes, inclinación, porosidad), agua (composición, fuentes de acceso), clima (temperatura, humedad, lluvias, luminosidad), altitud, equipo y maquinaria necesarios.
2. Tenencia de la tierra: documento que acredite la propiedad o usufructo del terreno en donde se piensa sembrar.
3. Buenas prácticas: capacitaciones con los conocimientos necesarios para el manejo agroecológico de tierras que eviten o minimicen el impacto ambiental en la zona.
4. Carta compromiso: responsabilidad adquirida para la implementación de módulos productivos en una extensión mínima (1 hectárea) por determinado tiempo para el desarrollo del proyecto si es seleccionado como beneficiario.
5. Seguimiento: visitas presenciales a parcelas de producción (trimestral o semestral).

### Parámetros para priorizar la asignación de módulos productivos

1. Personas beneficiadas: comunidades con mayor población y terrenos pertenecientes a familias que la trabajen.
2. Nivel de pobreza: comunidades con porcentajes o índices altos de pobreza y pobreza extrema.
3. Extensión: dueños de parcelas con superficie igual o menor a 10 hectáreas o 159 tareas.
4. Ubicación: parcelas cercanas a las comunidades que forman parte de la zona de estudio, y lejanas de zonas de escurrimientos.
5. Accesibilidad: proximidad a carreteras pavimentadas o caminos de terracería.

Para el acercamiento con las personas de las comunidades se realizarán talleres participativos con un enfoque de microcuenca, que vinculen a los habitantes de cada zona dependiendo de la microcuenca a la que pertenezcan. El objetivo es seleccionar en consenso los parámetros que servirán para priorizar la asignación de los módulos productivos entre las diferentes comunidades, lo que aumenta la aceptación del proyecto y el compromiso con el mismo.

## 44. Línea base y trayectoria deseada

Previo a cualquier acción de restauración o reforestación deben definirse aquellos factores que están limitando el funcionamiento correcto de los bosques. Por lo que resulta necesario contar con información acerca del estado actual de los ecosistemas: Este atributo es llamado línea base; la línea base es un diagnóstico que debe realizarse directamente en los sitios identificados como prioritarios antes de realizar las labores de siembra.

Las variables para definir el estado de la línea base son: la estructura de la vegetación, y la densidad de propágulos en el banco del suelo forestal.

La caracterización de la vegetación se realiza en parcelas cuadradas de 15 x 15 metros, en las que se mide el diámetro a la altura de pecho de las plantas de más de 1.5 m de altura y se etiquetan con el nombre común o científico, de acuerdo al conocimiento de las personas. Una vez realizado esto, es necesario calcular el valor de importancia para cada una de las especies en la parcela con la siguiente fórmula<sup>1</sup>:

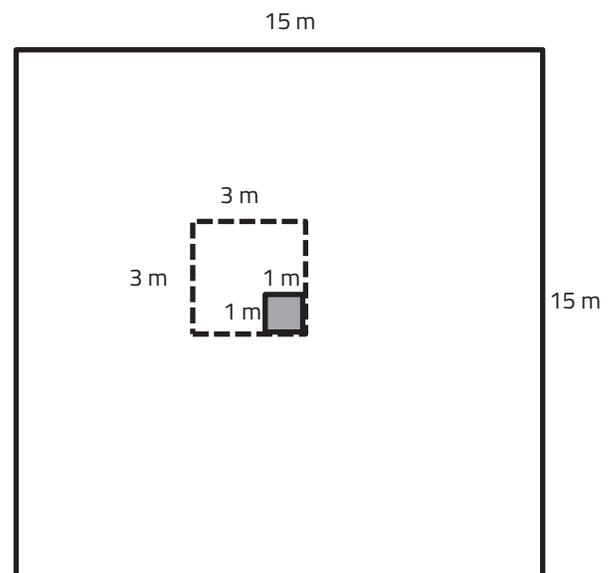
$$IVI = \frac{\text{Número de individuos de la especie}}{\text{Total de especies en la parcela}}$$

Para definir el potencial de regeneración pasiva se toma un 1 m<sup>2</sup> de suelo y se tamiza para estimar la cantidad de semillas por ha. Así mismo en parcelas de 3 x 3 m se cuentan todas las plántulas de arbolitos, si es posible se identifican.

Los números obtenidos deben ser comparados con un ecosistema de referencia, en este caso se elegirá una zona de bosque original cercana al sitio de identificado como prioritario. En el ecosistema de referencia deberá repetirse el diagnóstico para comparar los valores de importancia y la densidad de propágulos del banco de semillas. Los diagramas de la derecha muestran como es el diseño de la parcela para determinar la estructura de la vegetación y algunos aspectos para determinar el grado de conservación del bosque original.

La estructura del bosque original es denominado trayectoria deseable, como clave un bosque en buen estado de conservación es aquel en el que se registra un alto número de especies nativas, los diámetros de las especies se mantienen entre los 35-60 cm de diámetro, aunque se localizan árboles don diámetros de más de 1 m, existen elementos arbustivos y arbolitos pequeños a la sombra de los árboles y algunas especies de hierbas. En los bosques sanos existe una alta densidad de semillas y plántulas durante el verano, lo cual muestra que son capaces de regenerarse.

Figura 24.1 Características de un bosque de referencia<sup>2</sup>



<sup>1</sup>Williams-Linera G., López barrera F., Bonilla-Moheno M. 2015. Establecimiento de una línea base para la restauración de un bosque de niebla en un paisaje periurbano. *Madera y Bosques* 21(2):89-101

<sup>2</sup> Ilustración tomada de: Cárdenas-Torres M.A. 2014. Estudio comparativo de la composición florística, estructura y diversidad de fustales en dos ecosistemas del campo de producción 50k cpo-09, llanos de Orinoco colombiano. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a06>

# **V. Módulos de reforestación y restauración**

En este apartado se presenta la propuesta de diseño de módulos de reforestación y restauración. En total se trabajaron 22 módulos: 11 de regeneración pasiva y restauración activa y 11 de aprovechamiento sostenible y mejoramiento de áreas de cultivo. Por último se presentan las fichas técnicas de las especies propuestas para plantar, se consideraron tres niveles de plantaciones: plantación para la conservación y protección de las cuencas y microcuencas de las áreas de estudios, plantación para modelos de reforestación con fines productivos, árboles frutales que se plantarán en áreas de cultivos como sombra temporal y permanente en Cacao y como alternativa económica a los productores.

## 5.1 Módulos de regeneración pasiva y restauración activa

La restauración activa es una colección de actividades que tienen como finalidad recuperar la estructura, productividad y diversidad original de especies que forman a los diferentes tipos de ecosistemas. Para que la restauración funcione es necesaria la intervención humana. Ya que la participación social garantizará los procesos de recuperación en los ecosistemas, pero también coadyuvará a disminuir los disturbios que causan que la regeneración natural no ocurra o sea lenta.

El tipo de acciones de restauración depende de, por lo menos, tres factores críticos: la clase de ecosistema que pretende recuperarse, el nivel de degradación y la ubicación.

Las diferentes comunidades de flora y fauna que conforman los ecosistemas tienen vulnerabilidades naturalmente distintas. En tal sentido, no será lo mismo recuperar un bosque de pino caracterizado por tener amplios espacios abiertos, y un moderado número de especies; a recuperar un bosque latifoliado nublado, en el cual, existe un muy alto número de especies y éstas tienen necesidades de temperatura y humedad muy peculiares.

En contraparte el grado de degradación que puede tener un ecosistema es resultado de la historia de aprovechamiento y de la cantidad de fenómenos naturales que ha soportado. Conforme se incrementan las tasas de intensidad y superficie que son deterioradas, las comunidades de flora y fauna pierden su funcionalidad y su resiliencia.

Por ejemplo, si un huracán categoría 4 o 5 impacta una zona con bosques tropicales, probablemente haya caída de los árboles más viejos y aquellos que están a su alrededor, entonces la fauna buscaría resguardo en los bosques cercanos. Para restaurar estas zonas bastaría eliminar la madera muerta y sembrar pocos individuos (ver módulo 55). Sin embargo si un huracán categoría 4 o 5 impactara cada año (lo que sucederá debido al cambio climático), el impacto sería claramente mayor, si a esto sumamos que la mayoría del territorio de la cuenca de San Cristóbal se domina por sistemas agrícolas, en un lapso pequeño la fauna se encontraría sin refugios y no habría bancos de semillas para recuperar los bosques, entonces las estrategias de restauración serán más complejas y costosas.

Se definen tres niveles de degradación (estado del ecosistema).

1. **Muy degradado**, en el cual falta la biodiversidad y los atributos abióticos como la estructura del suelo no existen o hay altos niveles de contaminación. En este nivel es necesario mejorar la condición de los atributos abióticos y reintroducir a la flora y fauna (por ejemplo, zonas con aprovechamiento de minería a cielo abierto).
2. **Degradado**, los atributos abióticos del ecosistema, existen aunque se ven deteriorados, sin embargo las especies tienen poca disponibilidad de hábitat o bien muchas de ellas están en alguna categoría de riesgo por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) o el Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Por lo tanto las estrategias

deben revertir la pérdida de hábitat o fragmentación o bien, reincorporar a los ecosistemas las especies faltantes. Las acciones de reforestación aplican en este nivel de degradación.

3. **Poco degradado**, algunos elementos bióticos faltan o se perdieron por disturbios de corto plazo y baja intensidad. El ecosistema se reestablece con acciones pequeñas de rehabilitación pasiva. Por ejemplo caída de árboles.

Finalmente debe tomarse en cuenta la exposición y la pendiente de los sitios con degradación, ya que la densidad de siembra dependerá de ambos factores.

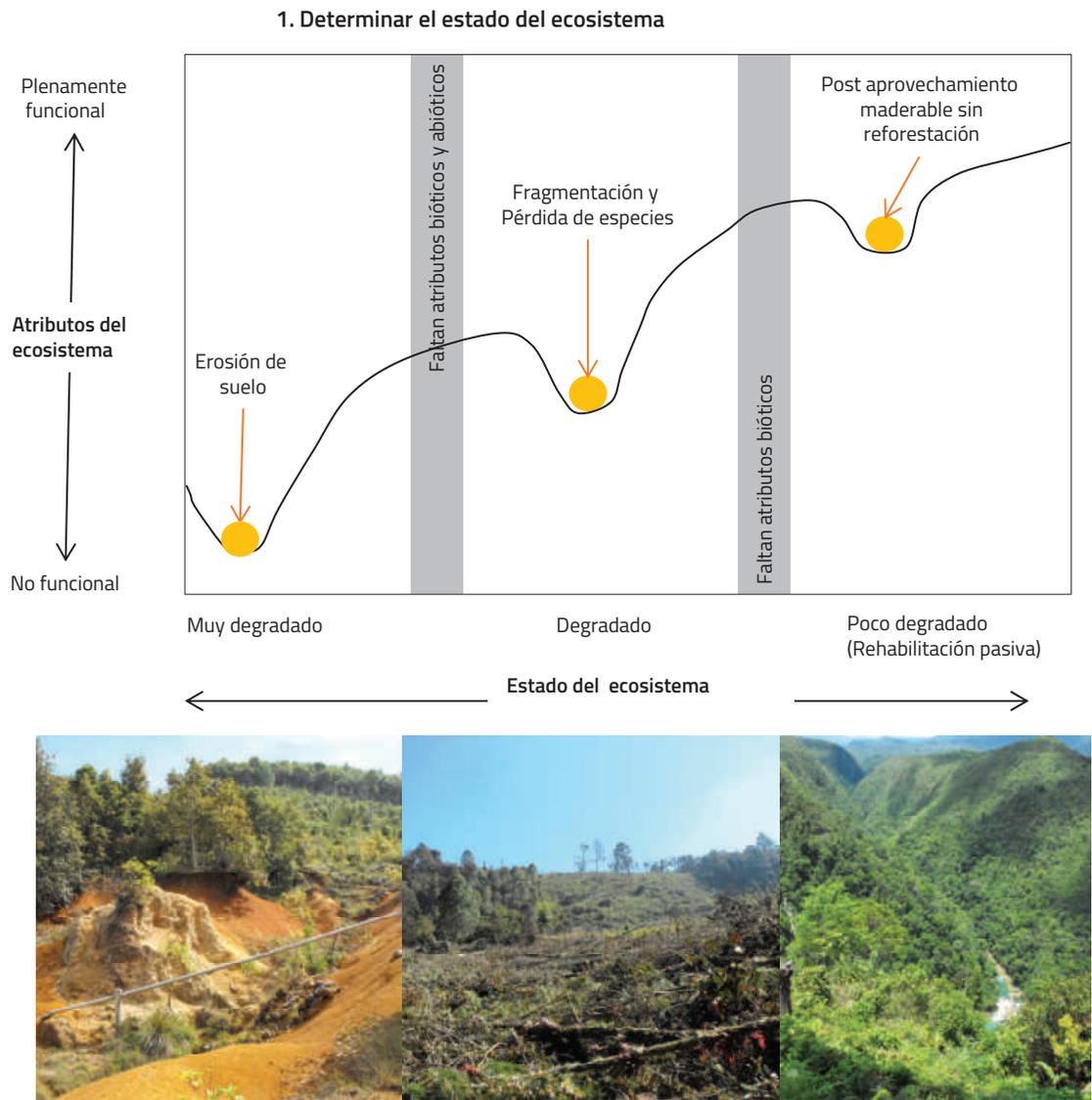
### Beneficios de la restauración

1. Incrementa los niveles de captura y almacenaje de carbono.
2. Favorece el movimiento de la fauna silvestre, las especies de flora y los recursos genéticos.
3. Incrementa el tamaño poblacional y sobrevivencia de las especies nativas.
4. Facilita y acelera la recuperación de zonas degradadas por disturbios naturales o humanos.
5. Conserva el ciclo del agua y asegura la disponibilidad hídrica.
6. La recuperación de los bosques es la principal acción para combatir los efectos del Cambio Climático.
7. Contribuye a mejorar la resiliencia de la sociedad frente a eventos de Cambio Climático.
8. Promueve la participación y gobernanza social sobre los bosques.

Se proponen 11 módulos con acciones de restauración, cuatro de ellos, pueden aplicarse en zonas con bajo nivel de deterioro, módulos de enriquecimiento de especies (FICHA RR1), Módulos para la obtención y dispersión de semillas (FICHA RR2), módulos para la recuperación de claros en los bosques (FICHA RR3) y acciones para la eliminación de especies invasoras (FICHA RR4). Se incluyeron seis módulos de restauración para áreas deforestadas, tres para franjas ribereñas (FICHAS RR5 y 6), uno para el bosque conífero (FICHA RR7), otro para los bosques latifoliados húmedos y semihúmedos (FICHA RR8) y uno para bosques nublados (FICHA RR9). Finalmente se presentan dos módulos para acciones de mejoramiento de suelos con síntomas de erosión (FICHA RR10) y la prevención de incendios (FICHA RR11).

En las páginas siguientes se describen, los módulos para cada tipo de bosque, estado del ecosistema y ubicación en la cuenca. No debe perderse de vista que la restauración es un proceso de mediano y largo plazo, que requerirá de retroalimentaciones en función de las características locales del paisaje que tendrá diferentes beneficios.

Figura 1. Pasos para definir los módulos de restauración activa



### 2. Determinar el tipo de bosque



### 3. Ubicación en la cuenca

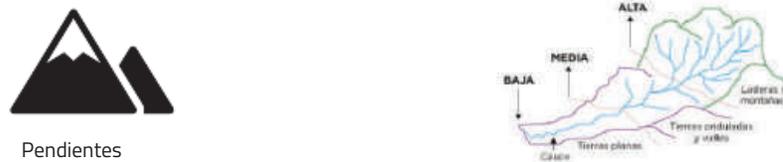
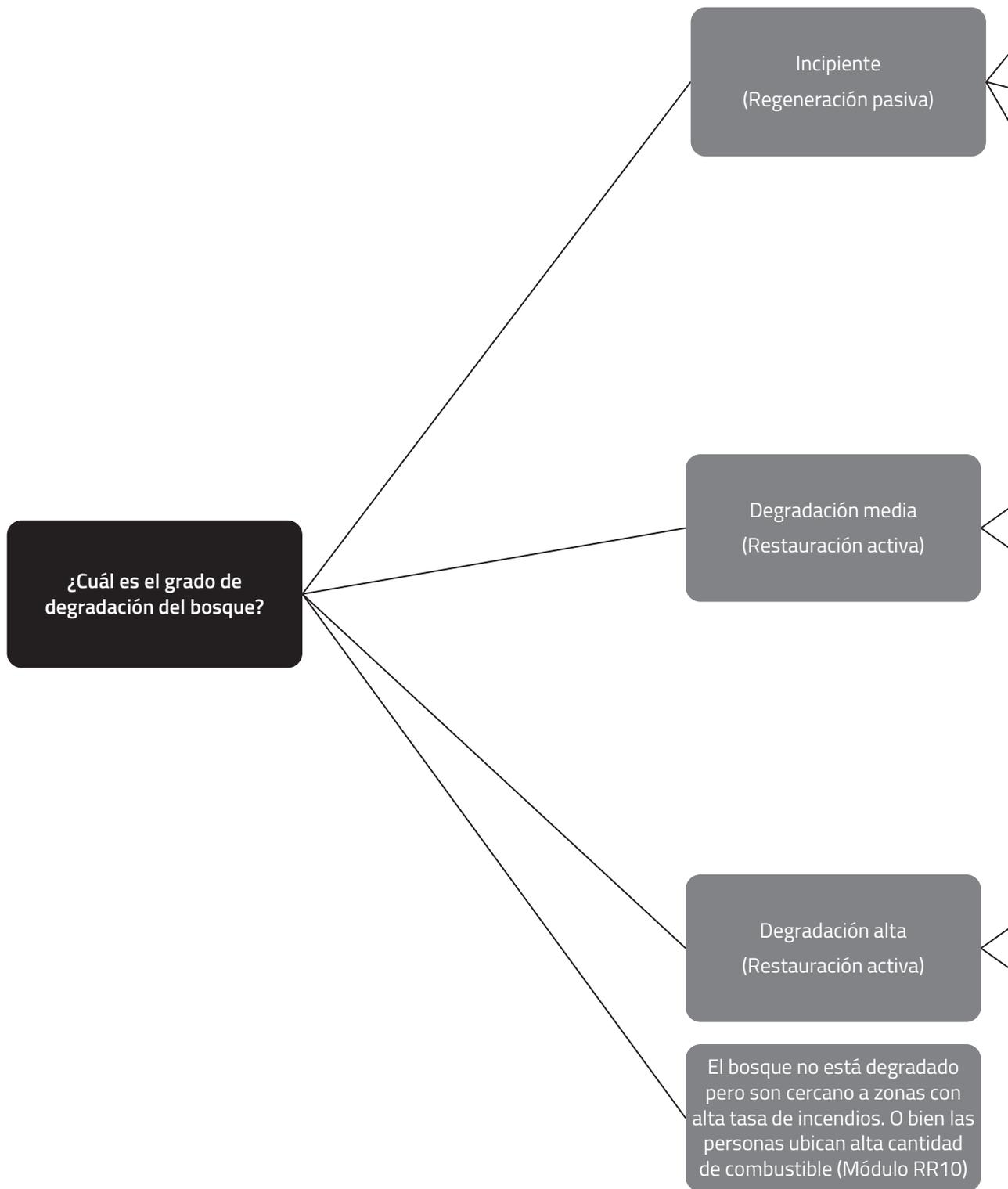


Diagrama 1. Árbol para la selección de módulos de restauración



El bosque tiene menos especies que el bosque de referencia (Módulo RR1)

El bosque no presenta propágulos o bien el paisaje es altamente fragmentado (Módulo RR2)

En el bosque hay caídas de árboles en superficies menores a una tarea (Módulo RR3)

Existen especies invasoras (Módulo R4R)

Las franjas ribereñas son delgadas, existen desbordamientos en época de lluvias (Módulo RR6)

El terreno está totalmente deforestado

El terreno está deforestado y el suelo tiene síntomas de erosión (Módulo RR9)

El terreno está a la orilla de un río o arroyo (Módulo RR5)

El terreno está en otra ubicación. Entonces Identificar tipo de bosque (Módulos RR7, 8 y 9)

# RR1. Módulos de restauración y rehabilitación

## Enriquecimiento de especies

### Objetivo

Aumentar el número de especies de plantas y fauna que existen en un bosque con disturbio moderado.

### ¿Qué resuelve?

Como resultado del aprovechamiento selectivo o a raíz de desastres naturales tales como los huracanes algunas especies desaparecen de los bosques o son más escasas. Es importante mantener la variedad de especies en los bosques, ya que de ello depende que los ecosistemas puedan cumplir todas sus funciones.

### ¿Dónde o cuando utilizarlo?

Zonas del bosque que hayan sufrido disturbios y ahora tienen pocas especies. Las especies son secundarias y puede haber presencia de especies exóticas.

### Descripción técnica

#### Superficie mínima para un módulo

No aplica superficie mínima, depende del área con vegetación homogénea.

#### Especies útiles

La selección de especies depende del tipo de bosque, en el caso del bosque conífero debe existir una dominancia de Pino criollo; puede combinarse con: Guáano (*Cupania americana*), Hicaco (*Chrysobalanus icaco*), Aceituno o Roblillo (*Tabebuia berterii*) y Caimitillo (*Chrysophyllum oliviforme*).

Mientras que en bosques latifoliados especies de hoja ancha, tales como: El Yagrumo y la Amapola.

Deben preferirse especies intermedias o umbrófilas, ya que son las primeras que se afectan con los disturbios.

#### Densidad de siembra

No aplica la densidad de siembra, ya que se trata de un enriquecimiento de especies.

#### Distancia entre plantas

La distancia entre los árboles existentes y los nuevos no debe ser menor a 4 m ni mayor a 10 m.

En algunos casos resulta difícil encontrar en viveros especies nativas o endémicas, en estos casos debe optarse por realizar bancos de semillas.

#### Bancos de semillas

En algunos casos no existen plántulas de especies nativas intermedias, por lo tanto será necesario utilizar siembra de semillas.

Las semillas pueden ser obtenidas de boques originales con excelente grado de conservación (zonas núcleo de áreas protegidas). O bien ser rescatadas de trampas dispuestas por debajo de perchas artificiales (ver módulo 54).

Se recomienda utilizar entre 12 a 16 especies de árboles y como mínimo recolectarlas de 4 árboles semilleros o perchas diferentes, esto mantendrá sanas a las poblaciones de árboles en el bosque.

La siembra de semillas se realiza en núcleos de 3 x 3 m a distancias de 4 entre árboles, en cada núcleo se depositan 5 semillas de al menos cinco especies diferentes, las cuales se siembran en suelo húmedo a 1 cm de profundidad.

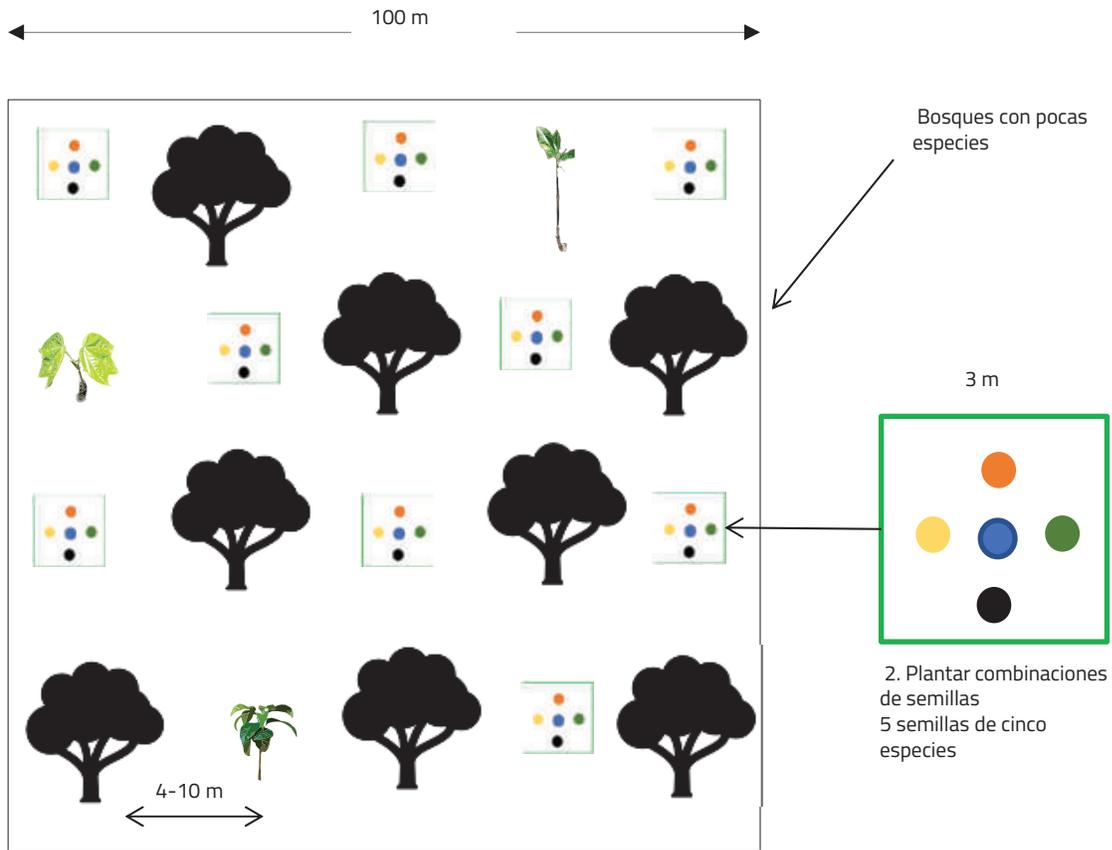
### Observaciones

Antes de realizar la siembra de semillas, debe observarse la salud del suelo, es decir que la apariencia es húmeda, con presencia de hojarasca y sin signos de compactación. De lo contrario será necesario realizar algunas prácticas de movimiento de suelo y enriquecimiento con hojarasca (módulo 61).

### Bibliografía útil

- Di Marco E. Enriquecimiento del bosque nativo. Disponible en: <http://forestaindustria.magyp.gob.ar/archivos/procedimiento-requerido-en-plantaciones/practica-silvicola-enriquecimiento-del-bosque-nativo.pdf>
- Casermeiro et al. 2015. Enriquecimiento de sistemas forestales degradados del distrito de Ñandubay con especies nativas leñosas. CDy T 5 (5) :1-24.

Figura 2. Módulo de enriquecimiento de especies



1. Intercalar plántulas de especies ausentes en huecos

## RR2. Módulos de restauración y rehabilitación Para recuperar dispersión de semillas

### Objetivo

Aumentar la frecuencia de visita de aves, reestablecer los bancos de semillas y favorecer la conectividad de los ecosistemas.

### ¿Qué resuelve?

Mitiga los efectos de la fragmentación forestal y recupera el servicio ecosistémico de dispersión de semillas, mejorando la conectividad de bosques.

Las perchas para aves mejoran la disponibilidad de semillas en los bancos de suelo de bosques y predios que se pretende restaurar.

### ¿Dónde o cuando utilizarlo?

Áreas altamente fragmentadas (los fragmentos de bosque se localizan a más de 200 m, terrenos con abandono menor a 5 años).

### Descripción técnica

#### Superficie mínima para un módulo

No aplica superficie mínima.

#### Especies útiles

Incluir la plantación de las especies que son más avifaunas, tanto por su copa que le sirve de cobija como por la dispersión de las semillas. Se sugieren:

No.	Nombre Común	Nombre Botánico
1	Amapalao Brucal	<i>Erythrina poeppigiana</i>
2	Almendro	<i>Prunus occidentalis</i>
3	Anacaguita	<i>Sterculia apetala</i>
4	Aceituno o Roblillo	<i>Tabebuia berterii</i>
5	Cabirma Santa	<i>Guarea guidonia</i>
6	Cabirma guinea	<i>Carapa guianensis</i>
7	Caracolí	<i>Abarema glauca</i>
8	Cigua	<i>Nectandra hihua</i>
9	Cigua aguacatillo	<i>Ocotea floribunda</i>
10	Cigua prieta	<i>Licaria trianda</i>
11	Cola	<i>Mora abottii</i>
12	Corazón de paloma	<i>Colubrina arborescens</i>
13	Guama	<i>Inga vera</i>
14	Guáranó	<i>Cupania americana</i>
15	Guaraguao	<i>Buchenavia tetraphylla</i>
16	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>
17	Guázara	<i>Eugenia domingensis</i>
18	Higo cimarrón	<i>Ficus trigonata</i>
19	Jobo de Puerco	<i>Spondias mombin</i>
20	Juan primero	<i>Simarouba glauca</i>
21	Penda	<i>Citharexylum fruticosum</i>
22	Capá criollo	<i>Spiroteca rubriflora</i>
23	Amacey	<i>Tetragastris balsamifera</i>
24	Jina criolla	<i>Inga fagifolia</i>
25	Mangle botón	<i>Conocarpus erectus</i>

### Diseño del módulo

Consiste en la instalación de postes elaborados con materiales locales (ramas, bambúes, árboles secos, etc.) con altura de 7 a 8 metros. Funcionan como sitios de reposo para aves y murciélagos, permitiendo la incorporación de semillas mediante las excretas de los dispersores.

### Distribución

La distribución de perchas se realiza con densidades de entre 10 a 30 perchas por cada hectárea (16 tareas) en distancias de 18 a 32 m entre cada una. La distribución es al azar.

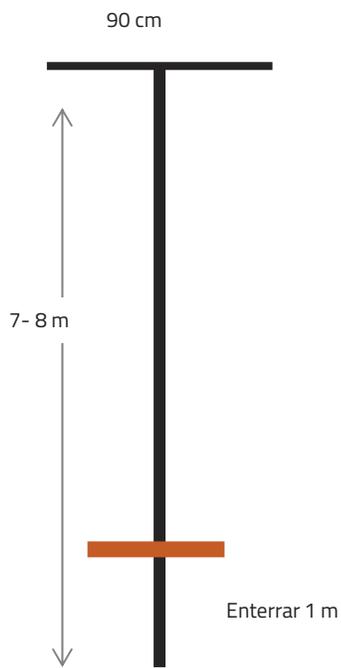
### Observaciones

Las perchas pueden ser utilizadas como sitios de rescate de semillas para realizar enriquecimiento de bosques o comenzar siembras en viveros comunitarios.

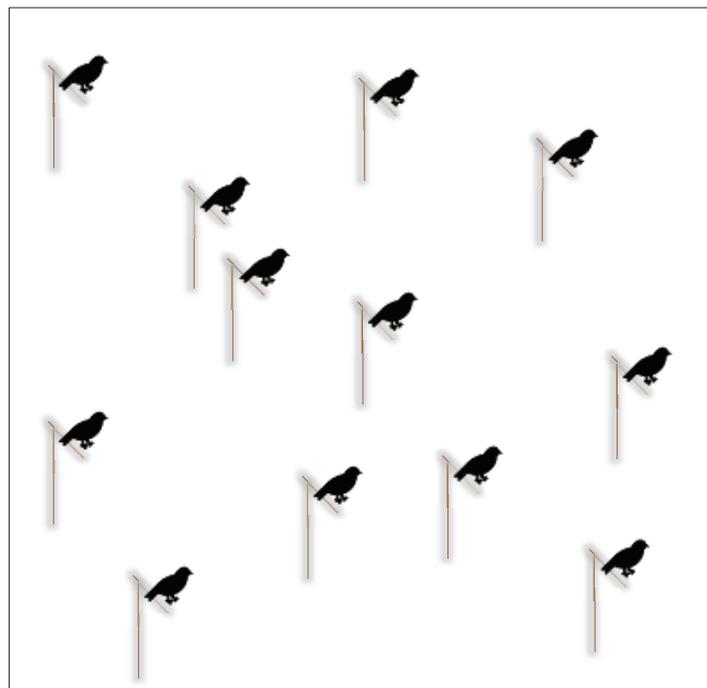
### Bibliografía útil

- Rubiano-Guzmán (2016) Las Perchas Artificiales como Facilitadoras de la Lluvia de Semillas en un Área Post-tala de Pino (*Pinus patula*) en el Parque Forestal Embalse del Neusa (Tausa-Cundinamarca)

Figura 3. Ejemplo de perchas para la captura de semillas silvestres



1 hectárea



## RR3. Módulos de restauración y rehabilitación Para recuperar claros de bosque

**Zonas con caída de árboles en superficies menores a una tarea**

### Objetivo

Acelerar los procesos de recuperación después de una perturbación de corta duración.

### ¿Qué resuelve?

Muchas perturbaciones ocurren por fenómenos naturales, entre las cuales se encuentran caídas de árboles viejos, quema de zonas de bosque durante eventos de tormentas eléctricas (raras en el Caribe), caídas de árboles tras el paso de huracanes y tormentas tropicales o muerte natural de árboles. Eliminar los árboles muertos y sembrar plantas nuevas acelera los procesos de recuperación del bosque.

Al mantener la cobertura del suelo y eliminar el material vegetal muerto se previene la erosión del suelo y se disminuye el material combustible, lo cual mitiga incendios.

### ¿Dónde o cuando utilizarlo?

Cuando la superficie con bosque degradado es menor a una tarea, ya existen arbolitos (1-1.5 m de altura) y el área deteriorada se encuentra rodeada por bosques originales.

### Descripción técnica

#### Superficie mínima para un módulo

100 m<sup>2</sup>

#### Densidad de siembra

La densidad de plántulas depende del tamaño del claro

Tamaño del claro (m <sup>2</sup> )	Número de plantas	Distancia entre plantas (m)
100-150	6	4
151-250	8	4-6
251- 400	15	4-6

\*Datos aplicables para bosques latifoliados húmedos y subhúmedos. Para otros bosques consultar módulos de restauración activa.

### Especies útiles

Especies pioneras, de acuerdo al tipo de bosque. En el caso del bosque conífero debe existir una dominancia de Pino criollo, combinado con Guámano (*Cupania americana*), Hicaco (*Chrysobalanus icaco*), Aceituno o Roblillo (*Tabebuia berterii*) y Caimitillo (*Chrysophyllum oliviforme*).

Mientras que en bosques latifoliados especies de hoja ancha, tales como:

No.	Nombre Común	Nombre Botánico
1	Amapolao Brucal	<i>Erythrina poeppigiana</i>
2	Yagrumo	<i>Cecropia scheberiana</i>
3	Anacaguaita	<i>Sterculia apetala</i>
4	Cabirma Santa	<i>Guarea guidonia</i>
5	Cabirma guinea	<i>Carapa guianensis</i>
6	Caya amarilla	<i>Sideroxylum foetissimum</i>
7	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>
8	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>
9	Cigua	<i>Nectandra hihua</i>
10	Cigua aguacatillo	<i>Ocotea floribunda</i>
11	Cigua prieta	<i>Licaria trianda</i>
12	Corazón de paloma	<i>Colubrina arborescens</i>
13	Guama	<i>Inga vera</i>
14	Guámano	<i>Cupania americana</i>
15	Guaraguao	<i>Buchenavia tetraphylla</i>
16	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>
17	Guázara	<i>Eugenia domingensis</i>
18	Higo cimarrón	<i>Ficus trigonata</i>
19	Higuero	<i>Crescentia cujete</i>
20	Javilla criolla	<i>Hura crapitans</i>
21	Jobo de Puerco	<i>Spondias mombin</i>
22	Juan primero	<i>Simarouba glauca</i>
23	Penda	<i>Citharexylum fruticosum</i>
24	Amacey	<i>Tetragastris balsamifera</i>
25	Jina criolla	<i>Inga fagifolia</i>

### Diseño del módulo

1. Eliminar árbol muerto y aprovecharlo para otros fines.
2. Verificar la presencia de especies útiles y en su caso mantenerlas en el sitio.
3. Sembrar plántulas de un año con distancias de entre 4 a 6 metros entre ellas.
4. Realizar mantenimientos eliminando malezas en un hoyado de aproximadamente 20 cm de radio. El proceso debe replicarse por al menos 3 años o hasta que los arbolitos alcancen una altura de 2.5 m.

### Distribución

La distribución de plantas se realiza al azar cuidando que la separación entre plántulas nunca sea menor a 4 m o mayor a 6m.

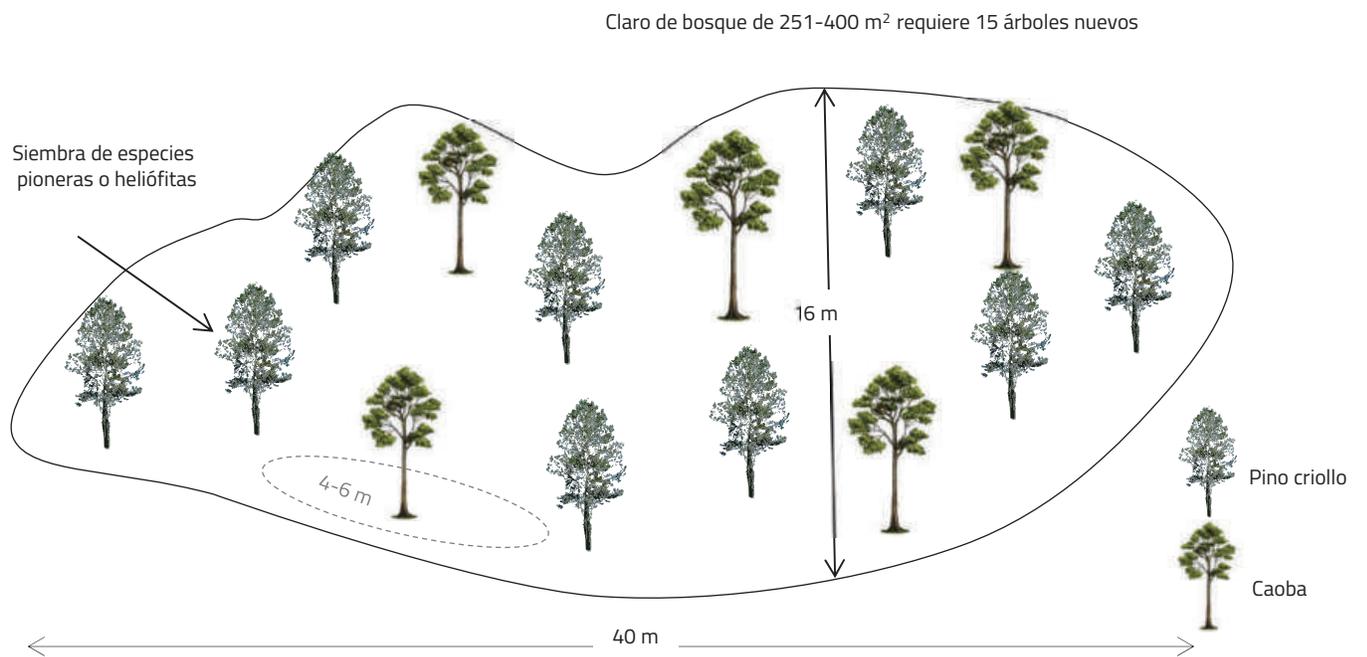
### Observaciones

Se recomienda la siembra de especies pioneras o heliófilas, debido a que son especies de crecimiento rápido y muchas de ellas se consideran maderables, por ejemplo el pino criollo y la caoba.

### Bibliografía útil

- Andrés Sanchún, Raúl Botero, Albert Morera Beita, Germán Obando, Ricardo O. Russo, Carola Scholz y Manuel Spinola (2016). Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas. UICN, San José, Costa Rica. XIV + 436p.

Figura 4. Ejemplo de siembra de plántulas en un claro de bosque grande



## RR4. Módulos de restauración y rehabilitación

### Eliminación de especies de flora invasora

#### Objetivo

Eliminar especies de flora con potencial invasivo para recuperar los procesos de recuperación espontánea del bosque.

#### ¿Qué problema resuelve?

Las especies de flora invasora son aquellas plantas generalmente exóticas que crecen de manera rápida y que impiden el crecimiento de las especies autóctonas. Esto ocurre por diferentes razones: puede ser porque agotan los recursos del suelo, sus hojas y raíces contienen sustancias que impiden el crecimiento de otras plantas o bien, la estructura de sus raíces no permite el desarrollo ni germinación del banco de semillas. Las plantas invasoras se reconocen porque en pocos años pueden dominar el paisaje; por lo que una parte fundamental del éxito en la restauración de los bosques es retirarlas.

#### ¿Dónde o cuándo utilizarlo?

En lugares donde existe abundancia de plantas exóticas y no se precisa recuperación espontánea de los bosques originales.

Entre los árboles invasores se enlistan: el tulipán africano, la Espadotea, el Pipí, el Árbol de fuente, *Acacia magnum*, Leucaena, Laurel y Eucalipto (Ver apartado Propuesta de especies) y algunos helechos africanos del género *Dricanopteris*, que crecen en sitios donde se abandona la agricultura.

#### Descripción técnica

1. Identificar las plantas invasoras o exóticas en zonas de bosque.
2. Eliminar mecánicamente a los individuos invasores. Nunca utilizar químicos. Es importante eliminar a los individuos desde la raíz. En el caso de los árboles la madera y fibras pueden ser aprovechados en la construcción o para combustibles. En el caso de los helechos se recomienda triturarlos y aplicarlos a composteo.
3. Para lograr éxito al largo plazo, no siembre plantas exóticas a menos de 500 m de bosques originales.

#### Bibliografía útil

- Herrera et al. 2016. Manual de plantas invasoras de Sudamérica. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Victor-Escobedo/publication/309491720\\_Eschscholzia\\_californica/links/58136fbd08ae90acb23b76a1/Eschscholzia-californica.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Victor-Escobedo/publication/309491720_Eschscholzia_californica/links/58136fbd08ae90acb23b76a1/Eschscholzia-californica.pdf)

Figura 5. Eliminación mecánica de plantas exóticas



## RR5. Módulos de restauración y rehabilitación

### De restauración de franjas ribereñas

#### Objetivo

Asegurar que los ríos y arroyos cuenten con una estructura de vegetación funcional que prevenga posibles inundaciones, actúe como corredor para la biodiversidad y mantenga los caudales hídricos.

#### ¿Qué problema resuelve?

La vegetación ribereña o bosques de galería, son corredores para la migración, flujo genético y hábitat de especies de flora y fauna. Sus condiciones ambientales especiales (microclima, tipo de suelo y morfología), influyen en el funcionamiento hidrológico de las cuencas, modificando la escorrentía, estabilidad de márgenes, equilibrio térmico del agua, ciclos de nutrientes y control de la sedimentación. Por lo que devolver la estructura y composición original a estos bosques, previene riesgos de inundación, deslaves y problemas con la calidad del agua en toda la cuenca.

#### ¿Dónde o cuándo utilizarlo?

Estos módulos pueden ser empleados en zonas sin vegetación ribereña, en aquellos sitios donde solo existe una a cuatro líneas de árboles (< 20 m) al margen de ríos o arroyos, o bien en sitios con baja riqueza de especies y bajo nivel del NDVI (< 0.5).

Se considera zona ribereña a la superficie que se localiza 30 m alrededor del río, de acuerdo con la Ley 64-00.

#### Descripción técnica

##### Superficie mínima para el módulo

El módulo tipo es de 200 m de largo por 30 m de ancho, es decir una superficie de 0.62 hectárea (10 tareas).

Se presentan tres tipos de módulos para las franjas ribereñas:

1. Módulo de enriquecimiento: para zonas con pocas especies o solo presencia de especies secundarias (ver módulo 53).
2. Módulo de conexión, para zonas sin vegetación ribereña.
3. Módulo de ampliación, para áreas con vegetación ribereña menor a 30 m de ancho.

#### Especies útiles

El listado de especies depende del tipo de bosque que circunde a la zona del río. Es necesario, considerar inventarios en bosques de referencia cercanos al sitio de restauración.

Incluir las especies que se ha demostrado que son resistentes a las inundaciones, sobre todo las que están dentro de los 30 metros a ambos márgenes de los ríos y arroyos. Estas especies son:

No.	Nombre Común	Nombre Botánico
1	Cabirma Santa	<i>Guarea guidonia</i>
2	Cabirma guinea	<i>Carapa guianensis</i>
3	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>
4	Cigua	<i>Nectandra hihua</i>
5	Cigua aguacatillo	<i>Ocotea floribunda</i>
6	Cigua prieta	<i>Licaria triandra</i>
7	Cola	<i>Mora abottii</i>
8	Guama	<i>Inga vera</i>
9	Hicaco	<i>Chrysobalanus icaco</i>
10	Guárano	<i>Cupania americana</i>
11	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>
12	Higuero	<i>Crescentia cujete</i>
13	Javilla criolla	<i>Hura crapitans</i>
14	Mara	<i>Calophyllum calaba</i>
15	Roble criollo	<i>Catalpa longisima</i>
16	Roble blanco	<i>Tabebuia heterophylla</i>
17	Yagrumo	<i>Cecropia scheberiana</i>
18	Jina criolla	<i>Inga fagifolia</i>
19	Jagua	<i>Genipa americana</i>

#### Densidades

Se aconseja una densidad tipo de 72 árboles por tarea, pero la densidad puede variar en función del bosque de referencia.

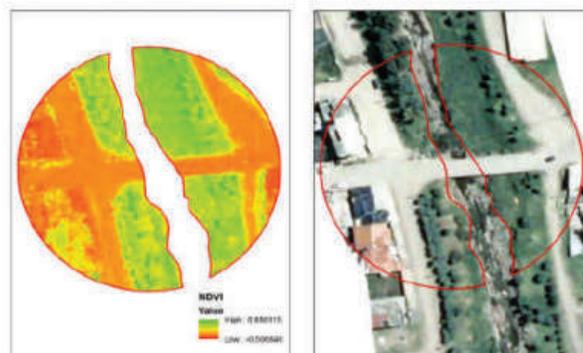
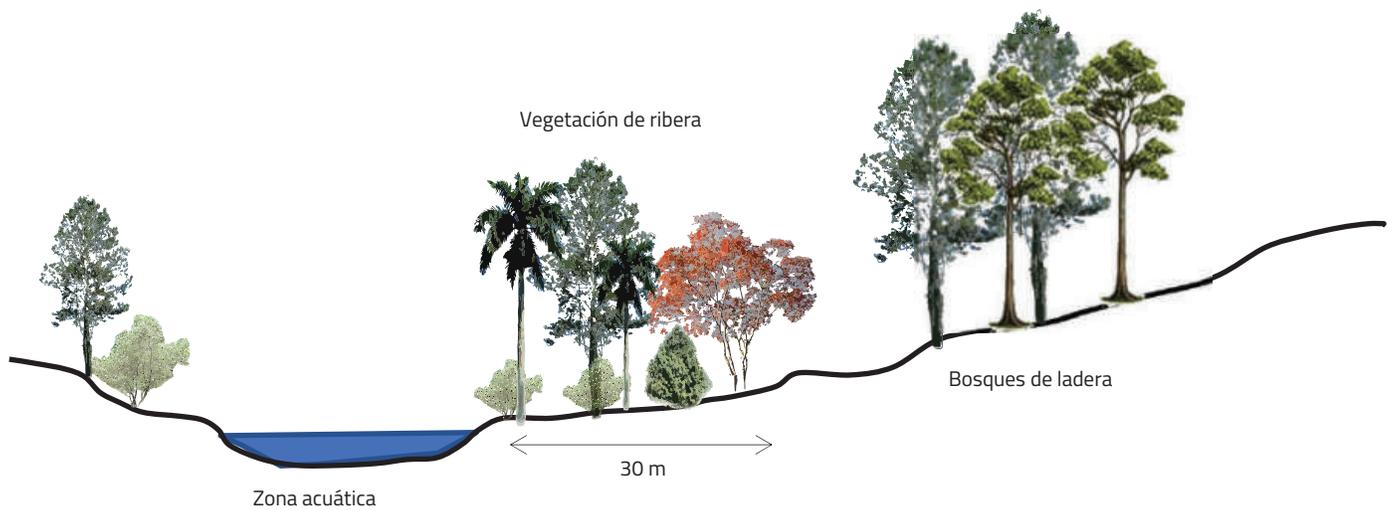
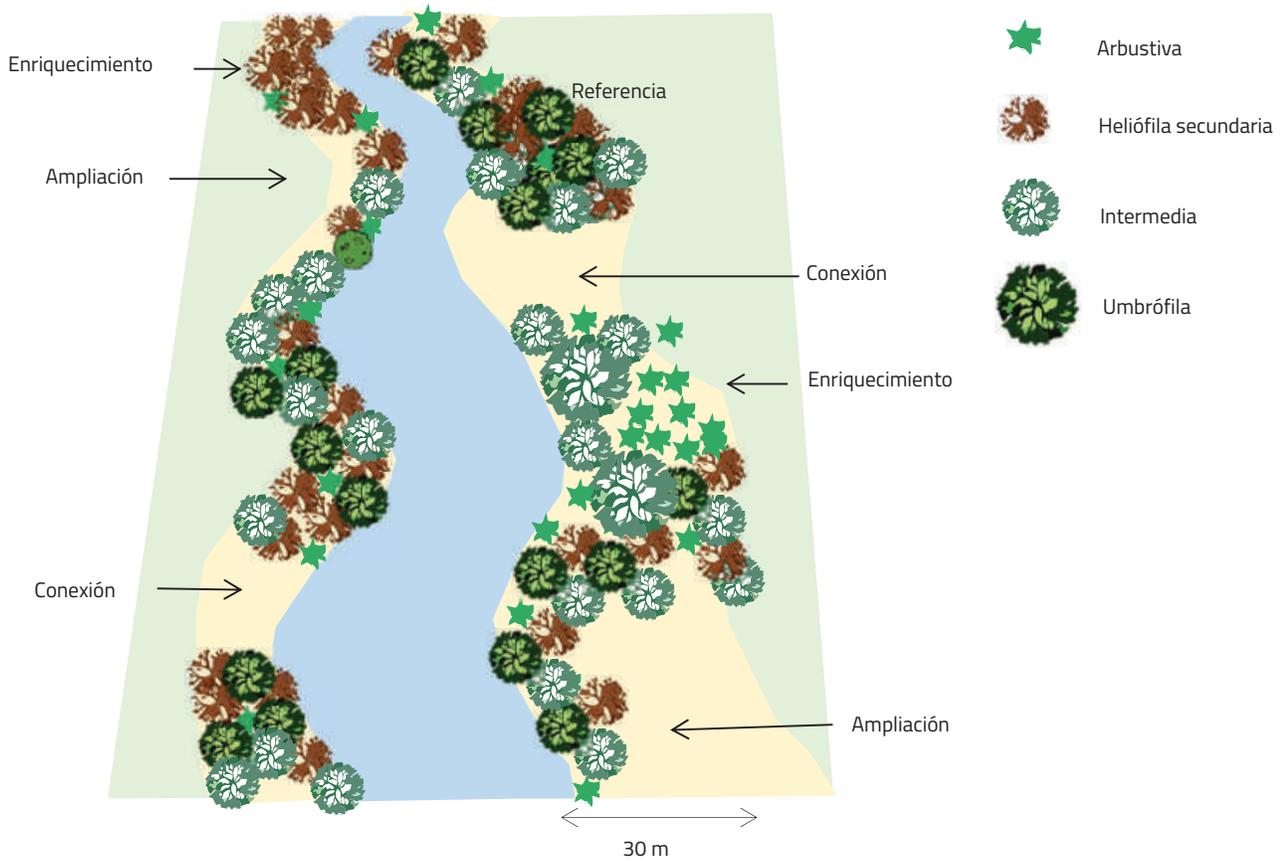


Figura 6. Ejemplo de tipología variable para la restauración del bosque ripario



## RR5.1 Módulos de restauración y rehabilitación De conexión ribereña

### Objetivo

Mantener la conectividad de los bosques ribereños y garantizar corredores biológicos funcionales.

### ¿Qué problema resuelve?

La ausencia de tramos completos de vegetación arbórea en los márgenes ribereños.

### ¿Dónde o cuándo utilizarlo?

Estos módulos pueden ser empleados en zonas sin vegetación ribereña de estrato arbóreo.

### Descripción técnica

#### Superficie

El módulo tipo es de 220 m de largo por 45 m de ancho, es decir una superficie de 1 hectárea (16 tareas). El largo y ancho del módulo puede modificarse según criterios del técnico forestal.

#### Densidad de siembra:

Sección de cuenca	Densidad de plantas por tarea	Distancia de siembra	Número mínimo de especies
Alta (bosque de pino)	50	4 m	5
Media y baja (bosques latifoliados)	70	4 m	5

### Especies útiles

Se destaca que en cualquier caso, es deseable hacer una visita a alguna zona de referencia cercana en la que existan bosques ribereños originales.

#### Cuenca alta:

Sembrar Pino (*Pinus occidentalis*) acompañado por al menos cuatro especies, tales como: Aceituno (*Tabebuia berterii*), Hicaco (*Chrysibakanus icaco*), Caimito (*Chrysophyllum cainito*), Caimito rubio (*Goetzea ekmanii*), Guámano (*Cupania americana*), Penda (*Citharexylum fruticosum*) y Ozúa (*Pimenta ozua*).

#### Cuenca media y baja:

Caoba criolla (*Swietenia mahagoni*), Javilla criolla (*Hura crepitans*), Cabirma santa (*Guarea guidonia*) y Cabirma guinea (*Carapa guianensis*), Pino macho (*Xanthoxylum elephantiasis*), Guázima (*Guazuma ulmifolia*), Amapola (*Erithrina poeppigiana*), Yagrumo (*Cecropia scheberiana*), Cigua (*Nectandra hihua*), Pomo (*Syzygium jambos*),

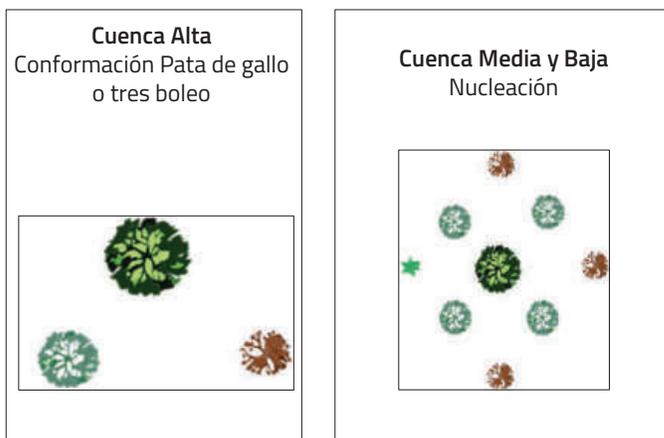
Guaraguao (*Buchenavia tetraphylla*), Capá criollo (*Spirotecma rubriflora*) y Mangle botón verde (*Conocarpus erectus*)

### Diseño del módulo

Antes de plantear un módulo ribereño es necesario detectar cual es la zona del canal del río durante el temporada de secas y el temporal de lluvias, ya que la zona de playa ribereña debe permanecer poblada por especies arbustivas y herbáceas.

Es importante considerar que la plantación debe realizarse siempre a curvas de nivel.

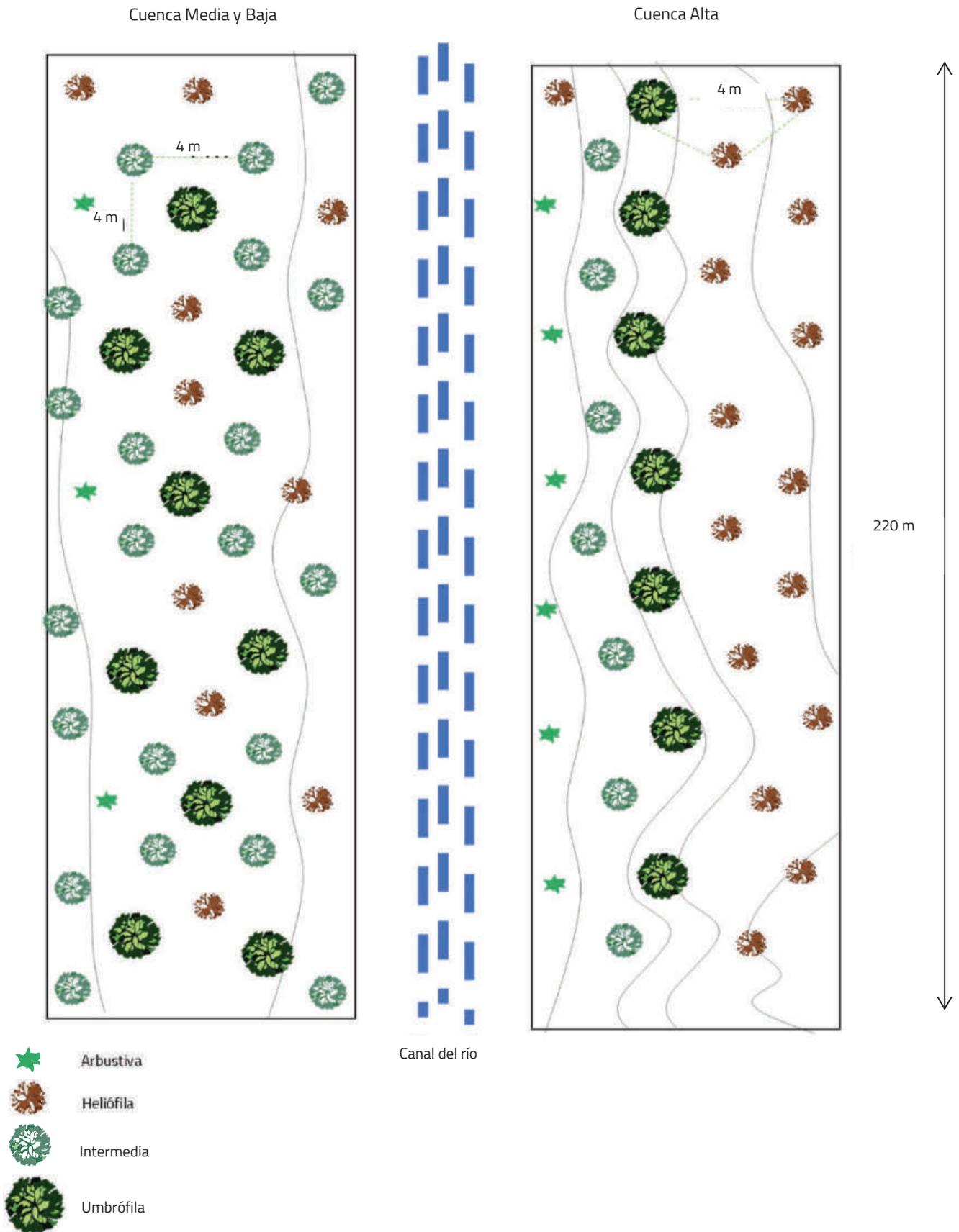
### Marcos de plantación



### Bibliografía útil

- Nello T., Fonseca F., Raes L., Sanchun A., Sabornio J. Chacón Ó. (2018). Guía Técnica para la Restauración de manglar y Bosque de Galería, en el Salvador. USAID.

Figura 7. Marcos de plantación en franjas ribereñas



## RR6. Módulos de restauración y rehabilitación De ampliación de margen ribereño

### Objetivo

Incrementar el ancho de las zonas ribereñas, para mejorar la protección frente a inundaciones.

### ¿Qué problema resuelve?

Previene el asolvamiento de los ríos en la cuenca media y baja, asimismo mejora la resiliencia frente a inundaciones. Las franjas ribereñas deben mantener un ancho mínimo de 30 m cubiertos por vegetación, lo cual es cerca de 5 a 6 líneas de vegetación, de lo contrario comenzarán a presentarse problemas de modificación de los cauces originales y se incrementará el riesgo de desbordamiento del cauce.

### ¿Dónde o cuándo utilizarlo?

Estos módulos deben emplearse en segmentos de ríos con menos de 30 m de ancho de franjas ribereñas.



### Descripción técnica

#### Superficie

El módulo tipo es 25 m de ancho, con una superficie de 0.5 hectárea (aproximadamente 200 m de largo). El largo y ancho del módulo puede modificarse según criterios del técnico forestal y en función de la vegetación presente.

#### Densidad de siembra

Sección de cuenca	Densidad de plantas por tarea	Distancia de siembra	Número mínimo de especies
Alta (bosque de pino)	70	4 por 6 m	5
Media y baja (bosques latifoliados)	50	10 por 16 m	5

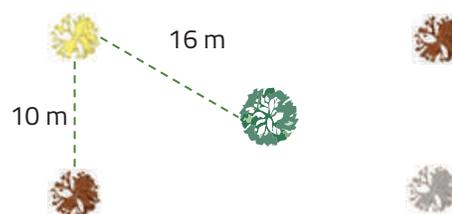
### Especies útiles

Se destaca que en cualquier caso, es deseable hacer una visita a alguna zona de referencia cercana en la que existan bosques ribereños originales. Sin embargo se señalan las mismas especies que en la ficha RR5.

Es posible que las zonas límite de la franja ribereña se encuentren destinadas a usos productivos, en este caso se recomienda establecer una mayor proporción de especies útiles, por ejemplo melíferas y comestibles de tal forma que se mezcle el establecimiento de un sistema agroforestal con la rehabilitación del bosque ribereño.

### Diseño del módulo

Se recomienda un marco de plantación siguiendo las curvas de nivel con un diseño de rectángulo con franja central



### Bibliografía útil

- Nello T., Fonseca F., Raes L., Sanchun A., Sabornio J. Chacón Ó. (2018). Guía Técnica para la Restauración de manglar y Bosque de Galería, en el Salvador. USAID.

Figura 8. Marcos de plantación en franjas ribereñas



## RR7. Módulos de restauración y rehabilitación

### De restauración del bosque de coníferas

#### Objetivo

Restaurar el bosque conífero retornando su capacidad para el aprovechamiento maderable y la conservación de la cuenca alta.

#### ¿Qué problema resuelve?

Reestablece la cobertura de vegetación en la cuenca alta, siendo estos los sitios de distribución natural del bosque conífero.

#### ¿Dónde o cuándo utilizarlo?

El módulo debe ser utilizado en áreas degradadas que originalmente eran bosques coníferos, los cuales pueden estar completamente deforestados, presentarse en territorios fragmentados o presentar síntomas de plagas recurrentes en la vegetación original. La presencia de plagas siempre es síntoma de fragmentación en el paisaje y debe considerarse realizar un diagnóstico y el diseño de un programa integrado de manejo de plagas antes de realizar cualquier actividad de reforestación.



#### Descripción técnica

##### Superficie mínima para el módulo

La extensión de los módulos de restauración de bosques nunca debe ser menor a 1 hectárea (16 tareas). Y en el paisaje, la extensión mínima del rodal de bosque debe ser de 5 hectárea (80 tareas), de lo contrario las especies estarán condenadas a morir en el mediano plazo y se corre el riesgo de perder los servicios ecosistémicos.

##### Especies útiles

Pino (*Pinus occidentalis*) con algunas especies asociadas como el Aceituno (*Tabebuia berterii*) Hicaco (*Chrysibakanus icaco*), Caimito (*Chrysophyllum cainito*), Penda (*Citharexylum fruticosum*), Ozúa (*Pimenta ozúa*), *Cyatea*, *Brunellia comocladifolia* y *Garrya fodyeni*.

Los módulos deben contener dos estratos de siembra un arbustivo y un arbóreo, el primero facilitará la recuperación de fauna y con ello la dispersión de semillas en áreas fragmentadas. En la tabla se detalla la cantidad de especies por cada tipo.

Área (ha)	Arbustos	Heliófilas	Intermedias	Total de especies
1-3	2-4	4-6	4-4	6-8
3-10	3-5	5-8	4-6	8-10
>10	4-6	10-12	6-8	10-12

La carencia de especies en los viveros puede solventarse con el establecimiento de perchas para aves y módulos de semillas.

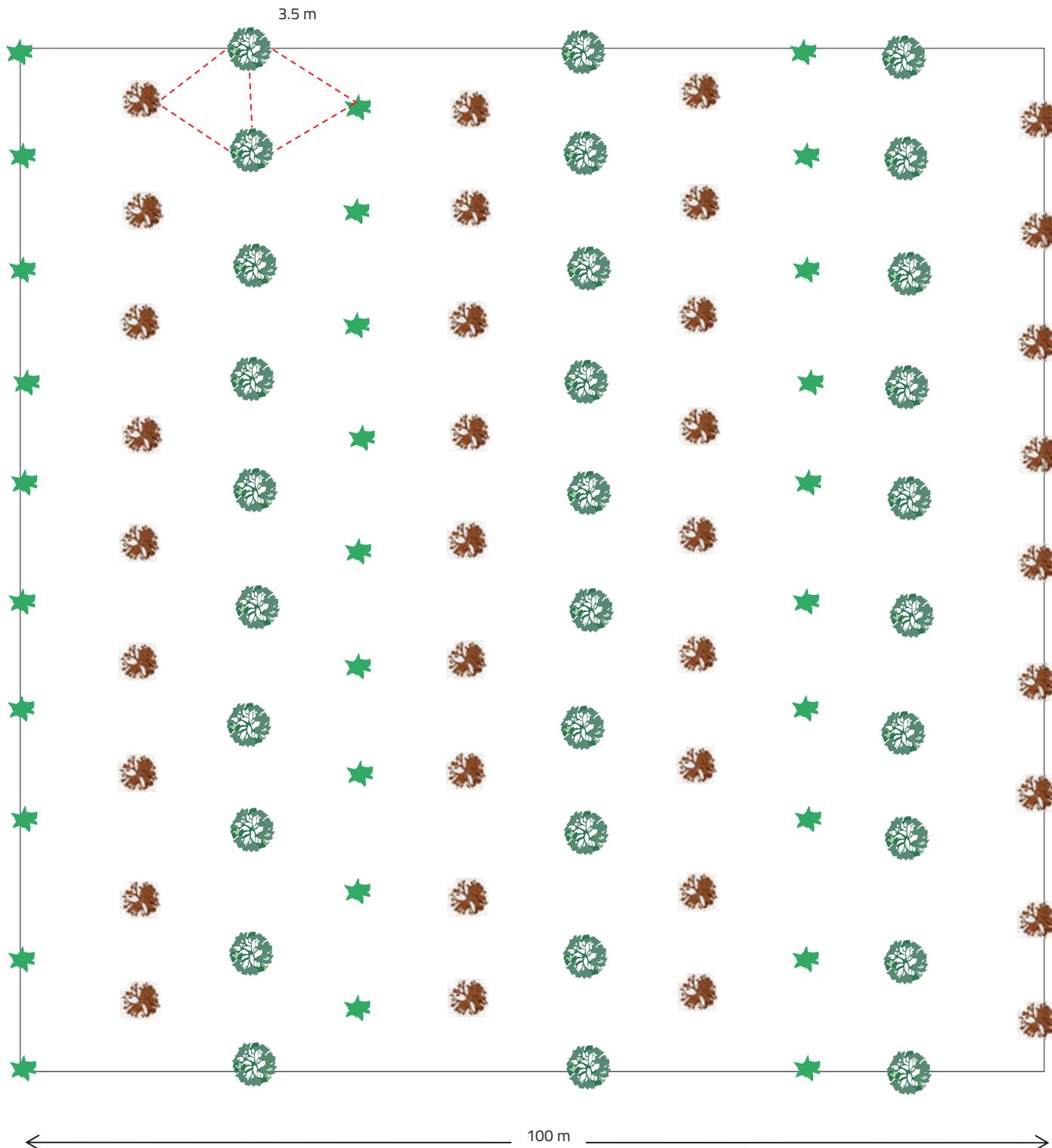
##### Densidades

Se estima una densidad de 1,100 plantas por hectárea (70 por tarea) en zonas con pendiente moderada (10-30%) y de 960 plantas por ha en sitios con pendientes mayores (60 plantas por tarea).

##### Distancias de plantación

Se aconsejan marcos de siembra de 3.5 por 3.5 m en sistema de pata de gallo o tres boleos.

Figura 9. Módulo para la restauración del bosque conífero



-  Arbustiva
-  Heliófila
-  Intermedia

## RR8. Módulos de restauración y rehabilitación Bosque latifoliado húmedo y subhúmedo

### Objetivo

Restaurar el bosque latifoliado húmedo y subhúmedo, para con ello incrementar la capacidad de infiltración de agua y otros servicios de los ecosistemas.

### ¿Qué problema resuelve?

Reestablece la cobertura de vegetación en las cuencas medias y altas donde originalmente se distribuyen estos bosques.

### ¿Dónde o cuándo utilizarlo?

El módulo debe ser utilizado en áreas degradadas que originalmente eran bosques latifoliados húmedos y subhúmedos, los cuales pueden estar completamente deforestados, presentarse en territorios fragmentados o que tienen una superficie menor a 5 hectárea (80 tareas).



### Descripción técnica

#### Superficie mínima para el módulo

La extensión de los módulos de restauración de bosques nunca debe ser menor a 1 hectárea (16 tareas), se busca que los fragmentos de bosque alcancen superficies mayores de 5 hectárea (80 tareas), lo cual mantendrá bosques sanos.

#### Especies útiles

Los módulos deben contener dos estratos de siembra uno arbustivo, se recomienda *Brunellia comocladifolia* y *Garrya fadyenii* y un arbóreo compuesto por *Prestoea montana*, *Podocarpus aristulatus*, *Antirhea oligantha*, *Ocotea floribunda*, *Prunus occidentalis*, *Coccoloba wrightii*, *Pinus occidentalis*, Caoba criolla (*Swietenia mahagoni*), Javilla criolla (*Hura crepitans*), Cabirma santa (*Guarea guidonia*) y Cabirma guinea (*Carapa guianensis*), Pino macho (*Xanthoxylum elephantiasis*), Guázima (*Guazuma ulmifolia*), Amapola (*Erithrina poeppigiana*), Yagrumo (*Cecropia scheberiana*).

La carencia de especies en los viveros puede solventarse con el establecimiento de perchas para aves y módulos de semillas.

El número de especies dependerá de la altitud, imitando las características de los bosques originales, tal como se muestra en la tabla.

Elevación (m)	Arbustivas	Heliófilos	Intermedias	Umbrófilas	Total de especies
1300-1600	3	4	3	2	12
1601-1900	3	3	2	2	10
>1900	2	2	1	3	8

### Densidades

Se estima una densidad de 810 plantas por hectárea (50 por tarea) en zonas con pendiente moderada (10-30%) y de 567 plantas por ha en sitios con pendientes mayores (35 plantas por tarea), la siembra debe realizarse en el sentido de las curvas de nivel.

Las proporciones varían de acuerdo al grupo funcional de especies requiriéndose un mayor número de especies arbustivas e intermedias que umbrófilas.

### Distancias de plantación

La siembra debe realizarse con distancias diferenciales de acuerdo al grupo funcional de especies, tal y como se muestra en la tabla.

Grupo funcional	Número de plantas por hectárea		Distancia entre plantas (m)
	Pendiente <30 %	Pendiente >30 %	
Arbustivas	490	343	1.5x1.5
Heliófilas	160	112	3x3
Intermedias	120	84	4x4
Umbrófilas	40	28	6x5.5
<b>Total</b>	<b>810</b>	<b>567</b>	

### Bibliografía útil

- Ceccon. 2013. Restauración en bosques tropicales: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales. UNAM. México.

Figura 10. Módulo de siembra en bosque latifoliado con terreno con pendiente menor a 25 % en sitios totalmente deforestados

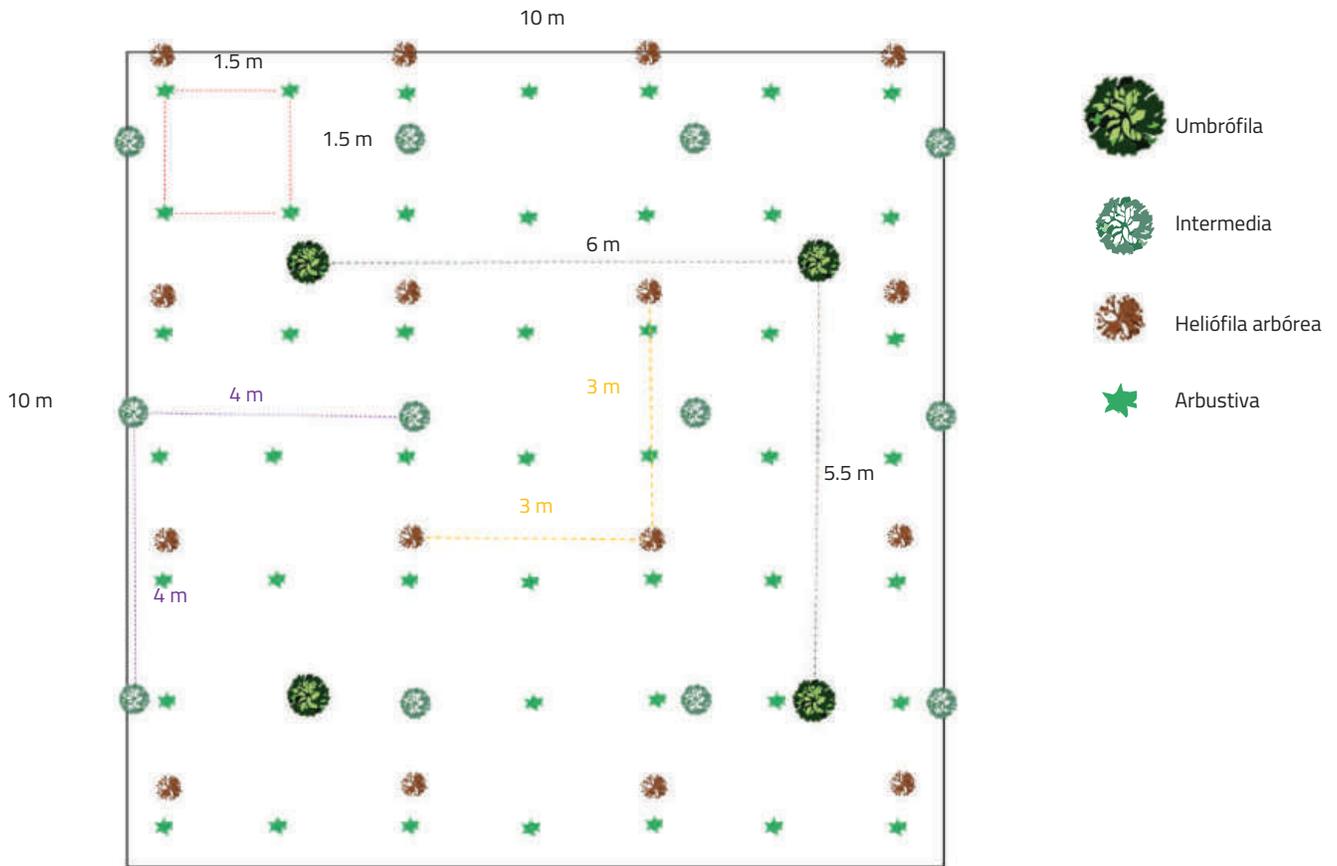
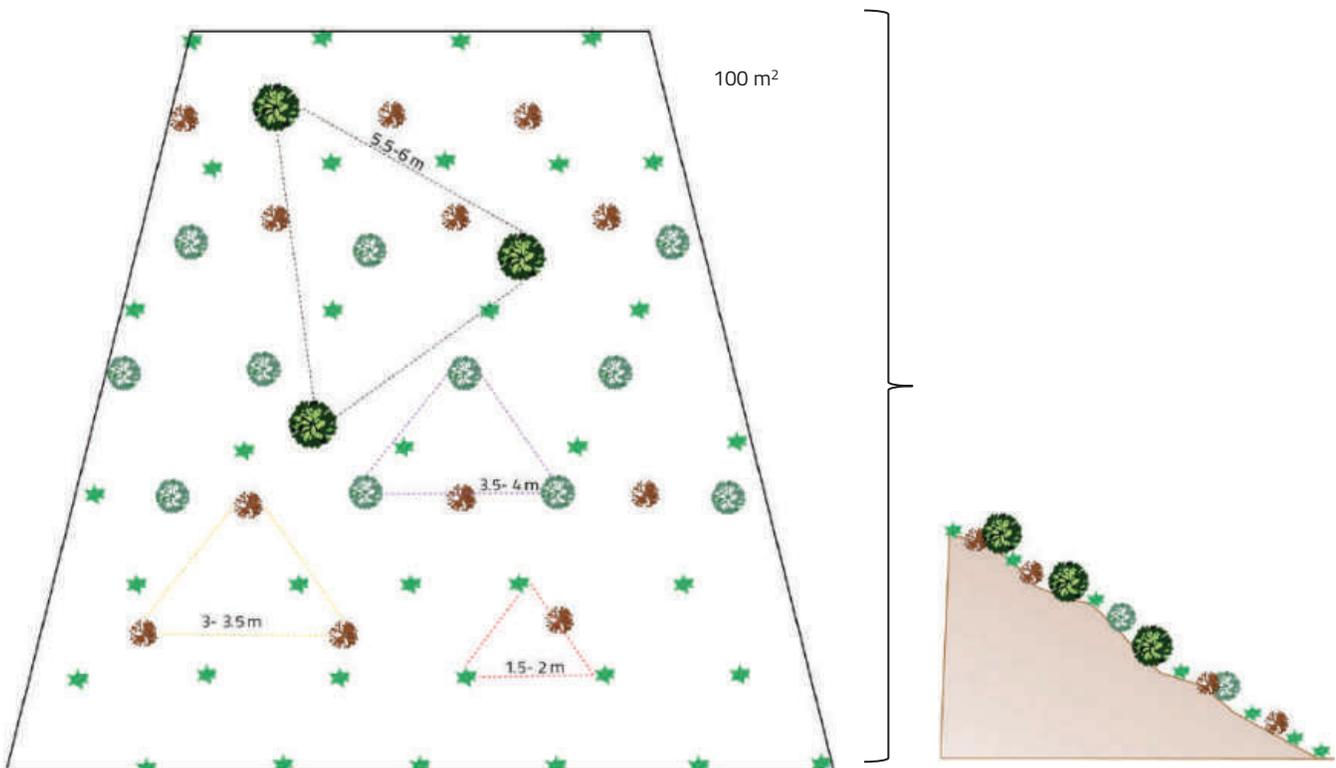


Figura 11. Módulo de siembra en bosque latifoliado con terreno con pendiente mayor a 25 % en sitios totalmente deforestados



## RR9. Módulos de restauración y rehabilitación

### Bosque latifoliado nublado

#### Objetivo

Restaurar el bosque latifoliado nublado para que mantenga su potencial como centro de riqueza de especies.

#### ¿Qué problema resuelve?

Los bosques nublados almacenan al mayor número de especies en el mundo. Son el hábitat principal de las orquídeas, bromelias y musgos, por lo que recuperar sus condiciones naturales coadyuvará al mantenimiento de la biodiversidad.

#### ¿Dónde o cuándo utilizarlo?

El módulo debe ser utilizado en áreas degradadas que originalmente eran bosques nublados pero que actualmente están deforestados.



#### Descripción técnica

##### Superficie mínima para el módulo

La extensión de los módulos de restauración de bosques nunca debe ser menor a 1 hectárea (16 tareas), se busca que los fragmentos de bosque alcancen superficies mayores de 5 hectárea (80 tareas), lo cual mantendrá bosques sanos.

##### Especies útiles

*Cyathea spp.*, *Brunellia comocladifolia*, *Podocarpus aristulatus*, *Antirhea oligantha*, *Garrya fadyenii*, *Ocotea wrightii*, *Weinmannia pinnata*, *Tabebuia vinosa*, *Ocotea cicatricosa*. *E Inga vera*.

La carencia de especies en los viveros puede solventarse con el establecimiento de perchas para aves y módulos de semillas. Al mediano plazo será indispensable reintroducir orquídeas, bromelias y otras plantas epífitas, provenientes de bosques originales.

El número de especies dependerá de la altitud, imitando las características de los bosques originales, tal como se muestra en la tabla.

Elevación (m)	Heliófilas	Intermedias	Umbrófilas	Total de especies
600-1900	2	6	2	10
1900-2300	4	4	2	10

#### Densidades

Se estima una densidad de 502 plantas por hectárea (31 por tarea) en zonas con pendiente moderada (10-30%) y de 377 plantas por ha en sitios con pendientes mayores (24 plantas por tarea), la siembra debe realizarse siguiendo las curvas de nivel.

Las proporciones varían de acuerdo al grupo funcional de especies requiriéndose un mayor número de plantas de especies heliófilas e intermedias que umbrófilas.

Grupo funcional	Número de plantas por hectárea	
	Pendiente 30 < %	Pendiente >30 %
Heliófilas	154	116
Intermedias	220	165
Umbrófilas	128	96
<b>5Total</b>	<b>502</b>	<b>377</b>

#### Distancias de plantación

La siembra debe realizarse con marcos de 5 × 5 m, 4 × 5 m y 6 × 5 m, siguiendo el patrón de las figuras de la derecha.

#### Bibliografía útil

- Martin, Sherman y Fahey. 2007. Tropical montane forest ecotones: climate gradients, natural disturbance, and vegetation zonation in the Cordillera Central, Dominican Republic. *J Biogeogr.* 34: 1792-1806.
- Aide, Ruiz-Jean y Grau. 2010. What is the State of Tropical montane cloud forest restoration? Chapter 8. En: Brujinzell (ed.). *Tropical montane cloud forest*. Cambridge.

Figura 12. Módulo de siembra en bosque latifoliado nublado con terreno con pendiente menor a 30 % en sitios totalmente deforestados

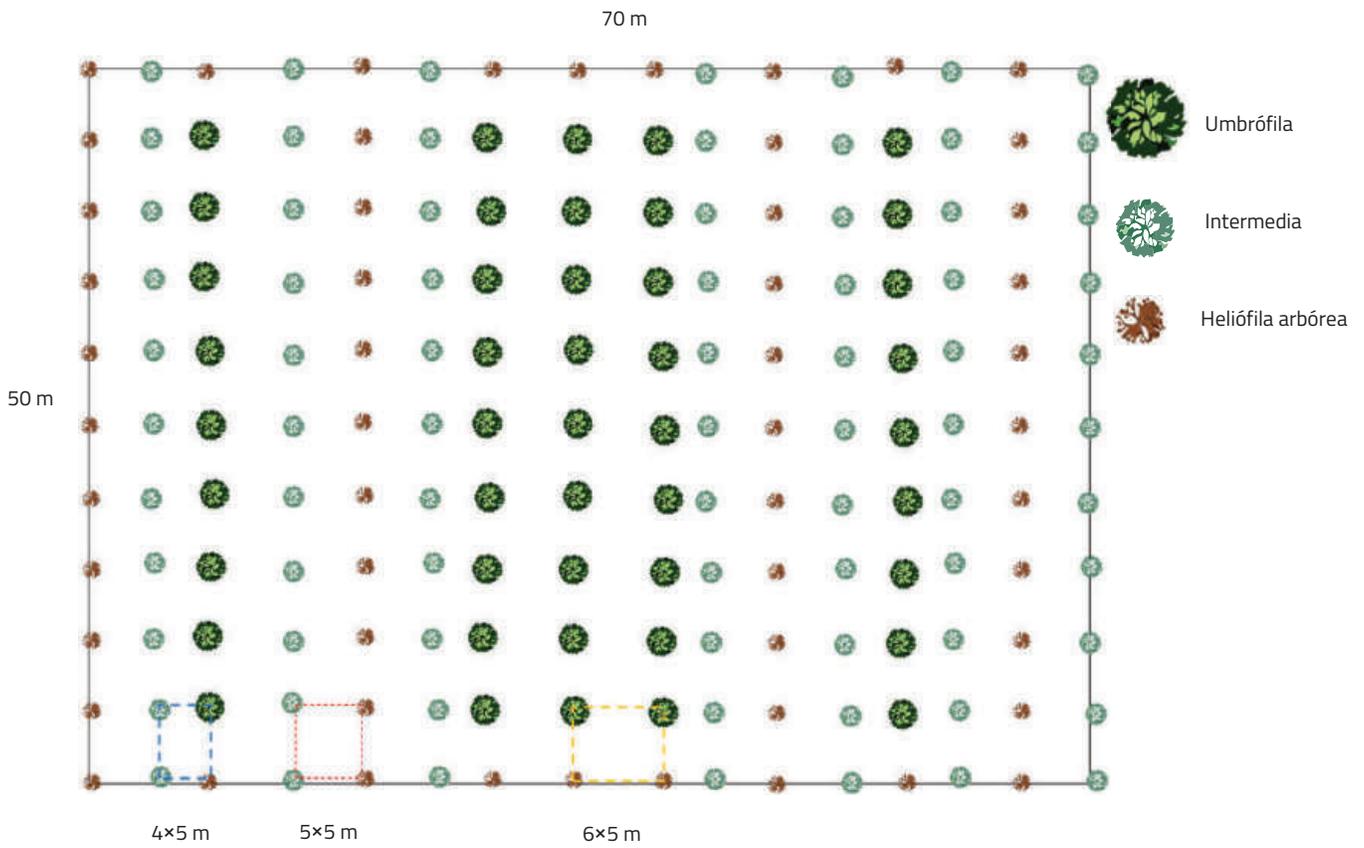
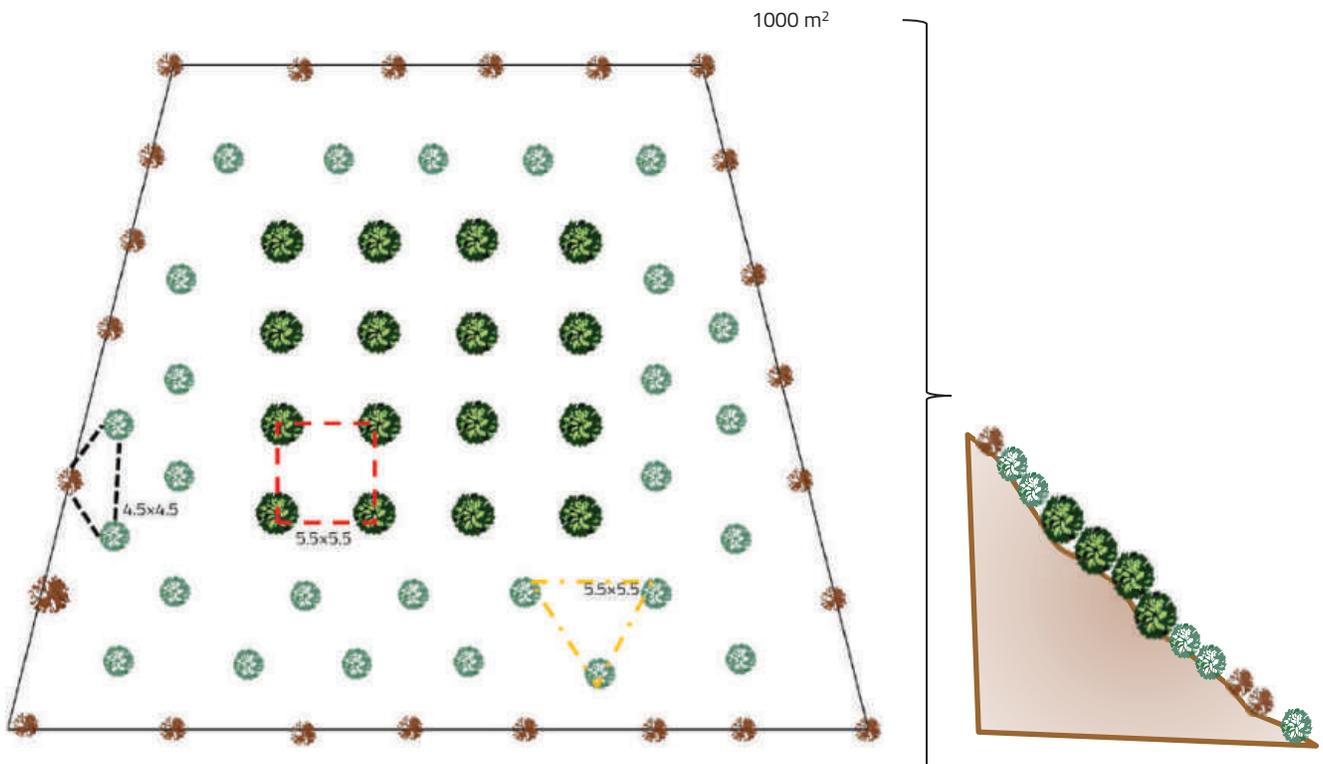


Figura 13. Módulo de siembra en bosque latifoliado con terreno con pendiente mayor a 30 % en sitios totalmente deforestados



# RR10. Módulos de restauración y rehabilitación

## Protección de erosión y deslaves

### Objetivo

Garantizar que los suelos en sitios deforestados mantengan su buen grado de conservación, y permitan el restablecimiento de bosques originales.

### ¿Qué problema resuelve?

Revierte la pérdida de textura del suelo, problemas de compactación y formación de cárcavas.

### ¿Dónde o cuándo utilizarlo?

En suelos deforestados con pendientes mayores a 25 % que serán restaurados y presentan síntomas de erosión laminar.



En áreas con presencia de cárcavas

### Descripción técnica

Una vez que se ha identificado al zona afectada por pérdida de suelo es necesario medir el nivel de daño. Será necesario que algún técnico con conocimiento de suelos determine algunas características. Por ejemplo la profundidad, textura, presencia de capas endurecidas, pH y el porcentaje de predegradación.

Posteriormente se procede a realizar las acciones de recuperación, las cuales son:

#### 1. Terrazas individuales para reforestación en laderas.

Esta práctica se asocia a la reforestación en zonas con pendientes mayores al 25 %. El número de terrazas se asocia a las densidades del módulo de restauración que se utiliza. Contribuye a captar agua para mantener la humedad de las plantas recién sembradas.

El primer paso para su construcción es trazar la curva de nivel en la que se realizará la reforestación. Posteriormente se marca un área de terraza de 1 m de diámetro alrededor de el sitio en el que se plantará el árbol.

El segundo paso consiste en excavar el suelo para formar una terraza, para lo cual se rebaja la parte alta del círculo y el material se aglomera en la parte de abajo, también pueden amontonarse rocas para lograr mayor estabilidad. La excavación debe permitir almacenar un espejo de agua de 10 cm y el piso debe quedar al mismo nivel que la contrapendiente (ver figura 14).

#### 2. Barreras de piedra o material vegetal muerto en curvas de nivel.

Consiste en acomodar piedras o ramas en curvas de nivel formando una barrera o pequeño muro con el objeto de retener el suelo y disminuir la velocidad del agua durante la temporada de lluvias en lugares con erosión laminar.

Una vez que se determinan las curvas de nivel en el sitio se excava una "zanja" de empotramiento sobre la curva trazada. La "zanja se construye con picos a 10 cm de profundidad y 30 cm de ancho.

Es necesario acercar ramas o rocas de áreas cercanas, posteriormente se acomodan en la zanja de tal manera que se forme una barreta cuadrangular de 30 cm de alto por 3° cm de ancho (ver figura 14).

Existen otras técnicas de buenas prácticas de conservación y remediación de suelos, para lo cual pueden consultarse manuales específicos que cuentan con cálculos y manuales detallados del tratamiento de este recurso.

#### 3. Barreras vivas.

Plantando especies a curvas de nivel y a distancias dependiendo de las pendientes. Como regla general a mayor pendiente mas cercanía entre barreras. Entre las especies que se pueden plantar, las gramíneas: Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) que también es un excelente estabilizador de talud, Citronella o Limoncillo de te (*Cymbopogon nardus*).

#### 4. Construcción de zanjas de laderas a curvas de nivel.

Es una obra que consiste en la excavación de una zanja para recoger las aguas desde la zona alta y evitar que la escorrentía provoque erosión. Para su construcción se debe tomar en cuenta la pendiente y tipo de suelo.

### Bibliografía útil.

- Comisión Nacional Forestal. 2018. Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas. CONAFOR. México.
- Zaccagnini, Wilson y Ozgust. 2014. Manual de Buenas prácticas para la conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. PNUD. Argentina.

Figura 14. Terrazas individuales para reforestación en laderas

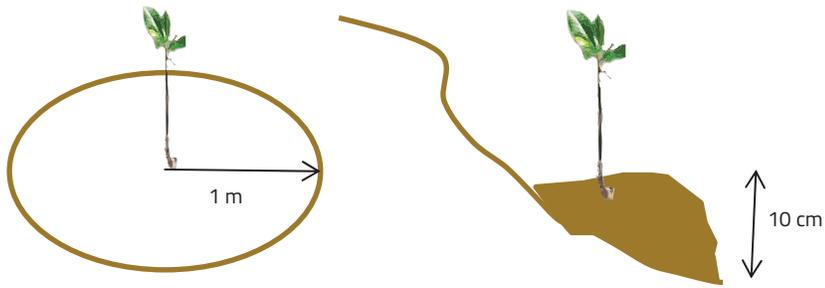


Figura 15. Barreras de piedra o vegetación muerta a curvas de nivel o cárcavas



# RR11. Módulos de restauración y rehabilitación

## Brechas cortafuego

### Objetivo

Dispones de medidas de prevención ante peligro de incendios en las zonas forestales.

### ¿Qué problema resuelve?

Reducen la posibilidad de inicio de fuego y disminuyen el avance de las llamas al ocurrir un incendio forestal. Las brechas cortafuego, son medidas exitosas para prevenir desastres en áreas boscosas, sobre todo durante periodos de sequía.

Debe considerarse que el fuego es una de las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero y también modifica la flora y fauna de los bosques tropicales y reduce la fertilidad de los suelos. Como resultado de los incendios frecuentes se incrementa el deterioro de los bosques y se capturan menores niveles de dióxido de carbono.

### ¿Dónde o cuándo utilizarlo?

Utilizarlo en zonas de bosque cercanas (< 500 m) de áreas donde ocurren prácticas frecuentes de conuquismo, renovación de pastos, y otras prácticas con riesgo de producir incendios.

### Descripción técnica

Para aplicarlas, debe identificarse la incidencia y frecuencia de fenómenos naturales que generan acumulación de combustibles, algunos ejemplos de estos fenómenos son los huracanes y las tormentas tropicales. Asimismo deben ubicarse las zonas en que son más comunes las prácticas que incluyen la quema de terrenos para el desarrollo de actividades productivas.

Para la selección de sitios se deben considerar zonas de bosque que limitan con áreas que frecuentemente utilizan fuego. Zonas de bosque con alta acumulación de leña muerta u otros combustibles y áreas en las cuales no existan barreras naturales para cortar el fuego tales como ríos, caminos o veredas menores a 3 m de ancho.

Su instalación consiste en eliminar los combustibles de las áreas delimitadas como de alto riesgo de incendio hasta dejar expuesto el suelo mineral, con el propósito de cortar la continuidad de la vegetación.

Las brechas cortafuego deben tener un anchó mínimo de 5 m en bosques coníferos y latifoliados con pendientes menores al 20 % y de 10 m en áreas con pendientes mayores a 20 m.

Durante su construcción deben rescatarse y reubicarse aquellas especies con interés para la conservación.

Una vez que han sido construidas es necesario dar mantenimiento eliminando cualquier materia vegetal que las invada o suelo. El mantenimiento debe realizarse de manera anual.

### Bibliografía útil

- Gutiérrez Navarro, García Barrios, Parra Vázquez, Rosset. 2017. De la supresión al manejo del fuego en la reserva de la Biósfera de la Sepultura, Chiapas: perspectivas campesinas. *Región y Sociedad* XXIX (70): 31-70.
- PNUD. 2017. Identificación de zonas propias para desazolve, brechas cortafuegos y erradicación de especies invasoras. Proyecto 86487.
- PRONATURA SUR. AC: Guía para la Inclusión de criterios de conservación de la biodiversidad y manejo forestal el la Sierra Madre de Chiapas, México.

Figura 16. A. Región con conuquismo; B y C. Limpieza de terreno para la construcción de una brecha cortafuego



Fuente de imágenes: <https://twitter.com/conafor/status/1063884480119808003?lang=fi>  
<http://clariotrd.blogspot.com/2011/04/los-incendios-y-conuquismo-ponen-en.html>  
<https://www.yucatanalamano.com/yucatecos-emplean-guardarrayas-para-evitar-propagacion-de-incendios/>

**Tabla 1.** Resumen de densidades

No.	Nombre	Área mínima	Número de especies	Distancia entre plantas	Densidad (plantas /ha)
RR1	Enriquecimiento de especies	No aplica	12 a16	3 por 3 m	No aplica
RR2	Dispersión de semillas	No aplica	No aplica	Cada 12 o 32 m	No aplica
RR3	Claros de bosque	100 a 400 m	1 a 3	4 por 6 m	6 a cada 100 m2
RR5	Conexión de franjas ribereñas	1 hectárea (1 tareas)	5	4 por 4 m	50 a 70
RR6	Ampliación de franjas ribereñas	5000 metros	5	Cuenca baja 10 x 16 m Cuenca media y alta 4 por 6 m	50 a 70
RR7	Bosque conífero	1 hectárea (16 tareas)	6 a12	3.5 por 3.5 m	960 a 1100
RR8	Bosque latifoliado	1 hectárea (16 tareas)	8 a 12	Arbustos: 1.5 por 1.5 m Heliófilas: 4 por 4 m Intermedias: 3 por 3 m Umbrófilas: 6 por 5.5 m	567 a 810
RR9	Bosque nublado	1 hectárea (16 tareas)	10	Heliófilas 4 por 5 m Intermedias 5 por 5 m Umbrófilas 6 por 5 m	377 a 502



## 5.2 Módulos de aprovechamiento sostenible

La agricultura entendida como el conjunto de actividades económicas y técnicas relacionadas con el tratamiento del suelo y el cultivo de la tierra para la producción de alimentos, comprende todo un conjunto de acciones humanas que transforman el medio ambiente natural. Dicha transformación a lo largo del tiempo conlleva efectos colaterales negativos sobre la sociedad a través de la tierra tales como; pérdida de biodiversidad, erosión, uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas, escurrimiento de nutrientes, agotamiento de acuíferos, deforestación, consumo de combustibles fósiles y liberación de gases invernadero entre otros, razones por las cuales, hoy día, dicha producción debe orientarse hacia el establecimiento de agroecosistemas sostenibles en términos sociales, económicos y ambientales.

Partiendo de diversos estudios de campo y del análisis de casos análogos de éxito, tanto en República Dominicana, como en otros países, se determinó que la implementación de Sistemas Agroforestales (SAF) en los terrenos de cultivo se convertirá en una estrategia que permita obtener las características de un ecosistema natural al mismo tiempo que una cosecha rentable.

Los sistemas agroforestales son sistemas multifuncionales que pueden proporcionar una gran variedad de beneficios económicos, socioculturales y ambientales. Es un método de aprovechamiento de la tierra que combina la utilización de los árboles, arbustos, (para sus productos y servicios con los cultivos agrícolas y los animales).

La agroforestería puede ser especialmente importante para los pequeños agricultores ya que genera diversos productos y servicios en una zona de tierra limitada. No obstante, estos sistemas tienen también sus limitaciones, por lo que es necesario llevar a cabo un análisis minucioso antes de su introducción.

El uso de SAF promueve la restauración de paisajes degradados, ayuda a mitigar el cambio climático y busca mejorar los medios de vida en las comunidades rurales. A través de ellos, se generan ingresos y se proporcionan una variedad de alimentos y productos derivados de los árboles y cultivos asociados que aumentan la seguridad alimentaria., esta última entendida "cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana" (Cumbre Mundial de Alimentación, FAO 1996).

A manera de resumen promueven los siguientes beneficios:

- Conservan y recuperan superficies forestales.
- Modifican el microclima (aportan sombra, humedad, protección del viento).
- Reducen pérdida de suelo por erosión y mejoran su fertilidad.
- Promueven la conservación de la biodiversidad y la polinización.
- Regulan la presencia de plagas.
- Mitigan el cambio climático.
- Capturan y almacenan dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).
- Diversifican la producción de alimentos y mejoran su calidad.
- Suministran alimentos, energía y forrajes para autoconsumo y venta.
- Promueven una actividad productiva rentable.
- Crean oportunidades de empleo permanente.
- Incrementan los ingresos económicos.
- Son más eficientes que los sistemas tradicionales porque conservan mejor la tierra, los nutrientes y el agua.

La implementación de estos sistemas se propone por medio del establecimiento y réplica de diversos Módulos de Aprovechamiento Agroforestal conformados a través de combinaciones de especies y densidades de plantación particulares. El principal reto en el diseño de estos Módulos, es integrar un agroecosistema que incorpore las cualidades de un ecosistema natural como resistencia a perturbaciones, estabilidad, productividad y balance y que proporcione las condiciones que aseguren el equilibrio dinámico necesario para lograr su sostenibilidad.

Los objetivos específicos hacia los que se orientan los diseños se pueden agrupar en los siguientes:

1. Módulos para mejorar la productividad y las buenas prácticas ambientales de cultivos preexistentes incorporando otras especies aprovechables.
2. Módulos para recuperar cultivos abandonados que poseen una buena perspectiva económica.
3. Módulos para diversificar la propuesta de especies productivas que los componen con el fin de transformar los monocultivos en prácticas no intensivas.
4. Módulos para promover cultivos actualmente limitados al autoconsumo que buscan dar valor agregado a los productos para su comercialización a mayor escala.

Fuente:

FAO. (2017). *Agroforestería para la restauración del paisaje*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 20.

5. Módulos de amortiguamiento en los que predomine la propuesta forestal por sobre la productiva para crear zonas de transición entre los terrenos cultivados y áreas naturales.

Es de suma importancia entender que la implementación de estos sistemas requiere del impulso de políticas favorables que ofrezcan incentivos a los agricultores, que promuevan inversiones y que faciliten la comercialización de los productos agroforestales.

Así mismo, será necesaria la transferencia de conocimiento y adopción de tecnologías a través de métodos participativos para enseñar a los productores a aplicar y manejar los sistemas adecuados para sus fincas, con el objetivo de restaurar sus tierras y de aumentar la producción agrícola a corto y largo plazo (FAO, 2017).



## Propuesta de módulos agroforestales

El determinar cuál sistema agroforestal establecer, dependerá de los objetivos del productor, de las características del sitio (altitud, asoleamiento, pendiente, pluviometría, características físicas y químicas del suelo, accesibilidad a la finca, etc.), las condiciones socioeconómicas (disponibilidad de mano de obra, cantidad de terreno efectivo), las características de las especies involucradas (árboles y cultivos) y del manejo de los componentes.

Del mismo modo, el SAF está relacionado directamente con los productos que se esperan conseguir. En la práctica, existe gran diversidad de sistemas que han sido desarrollados en respuesta a las condiciones particulares de cada sitio. Por lo tanto, no existe una receta aplicable en particular; lo recomendable es conocer las condiciones particulares de la finca y luego, adaptar los sistemas de interés según las condiciones propias del sitio.

En todos los casos, durante su proceso de implementación, será fundamental la participación de la comunidad y de expertos locales que puedan analizar las distintas realidades de las parcelas con la finalidad de facilitar una mejor toma de decisiones al momento de establecer las plantaciones.

En los casos en que ya exista un sistema agroforestal, puede ser más apropiado estudiar si se mejora dicho sistema en lugar de introducir uno completamente nuevo y en función de ello adecuar las propuestas y proceder a la mejora del material vegetal existente. Si hay presencia de especies exóticas invasoras, se deberán reemplazar por ejemplares nativos con base en las especies que indique el módulo de aprovechamiento seleccionado.

### Generalidades

Se proponen árboles nativos de rápido crecimiento, con hojas pequeñas que reducen la erosión por golpeteo, copa poco densa, raíces no superficiales que favorecen una mejor sujeción y con un mantenimiento no muy exigente.

Es importante señalar que todas las especies propuestas son árboles con múltiples usos como son; maderable, ornamental, medicinal, frutal, de servicio o melífero entre otros. La utilización de éstos últimos dentro de las diferentes propuestas de módulos, pretende incentivar la apicultura como una actividad productiva alterna que además favorece la biodiversidad.

Respecto al trazado de plantación el más recomendable siempre será el de curvas de nivel o líneas en contorno y contra la pendiente el cual disminuye las pérdidas de suelo por erosión. Así mismo, se recomienda que donde sea posible, se conformen terrazas individuales a los árboles. Con relación al marco de plantación, éste se obtiene de la combinación entre la distancia entre plantas y la forma de distribuir las, siendo estos los esquemas más comunes:

Marco cuadrado. Cada pie está situado en el vértice de un cuadrado.

Marco rectangular. Cada pie está situado en el vértice de un rectángulo.

Cinco de oros. Similar al marco real pero con un árbol en el centro de cada cuadrado.

Tresbolillo. Cada pie está situado en el vértice de un triángulo equilátero. Este arreglo permite 15% más de plantas por unidad de área que el marco cuadrado.

Los marcos de plantación dependerán en gran medida de la topografía del terreno, teniendo más opciones para los terrenos planos que para los que presentan inclinación.

Los módulos se proponen en superficies mínimas de 1 hectárea (15.9 tareas) entendiéndose que pueden replicarse tantas veces sea necesario dependiendo de la superficie disponible, sin embargo, para que las parcelas resulten un medio rentable de ingreso familiar se recomienda de manera general destinar superficies mínimas de 2 hectáreas (aproximadamente 32 tareas) para el establecimiento de un módulo de aprovechamiento.



Figura 1. Elementos presentes en un sistema agroforestal.

Se proponen 7 Módulos Básicos y 2 Módulos Alternos para implementarse en terrenos que están o estuvieron destinados al uso agrícola (se encuentren degradados o no), estableciendo que no se deberá desmontar ningún predio nuevo para su ejecución.

### Módulos básicos

Son módulos de agroforestería con cultivos probados, ya sea que se cultiven actualmente o que lo hayan hecho en el pasado en diversas regiones de la República Dominicana y que buscan el mejoramiento integral en la estructura y prácticas que se emplean, consolidando áreas no sólo productivas, sino que aporten múltiples beneficios ambientales armonizando dichos sistemas de producción con la conservación de las áreas de bosque.

#### • Cacao

Módulos para promover el cultivo de cacao orgánico bajo sombra, con sombra temporal provista por musáceas como el guineo o banano y sombra permanente por especies arbóreas nativas aprovechables. Se propone además un módulo que incorpora el cultivo de leguminosas como habichuelas que son fijadoras de nitrógeno y al igual que las musáceas, podrán cosecharse para el autoconsumo o venta local en corto tiempo.

**Cacao + musáceas + maderables (FICHA AF1)**

**Cacao + musáceas + frutales + leguminosas (FICHA AF2)**

#### • Café

Módulos para retomar la adecuada práctica en cultivos de café, optando por la plantación orgánica bajo sombra, con sombra temporal provista por musáceas y sombra permanente por árboles nativos aprovechables.. Se propone un módulo que incorpora el cultivo de raíces o tubérculos y otro con cultivo de cobertura como la auyama, todos los cuales al igual que las musáceas, podrán cosecharse para el autoconsumo o venta local en corto tiempo.

**Café + musáceas + maderables + cobertura (FICHA AF3)**

**Café + musáceas + frutales+ raíces (FICHA AF4)**

En estos módulos la selección de la especie de café a cultivar dependerá en mucho de la altitud en la que se encuentre el terreno, ya que este factor incide en el tamaño, forma y sabor. Por otro lado, desde el punto de vista técnico, se recomienda plantar la mayor diversidad de variedades posibles, para reducir la vulnerabilidad de las plantaciones ante el ataque de roya y broca.

#### • Aguacate

Módulos para diversificar la propuesta de especies productivas en los cultivos de aguacate con el fin de erradicar prácticas agrícolas nocivas con el medioambiente transformándolas en un sistema agroforestal. Se sustituirán individuos de manera ordenada combinándolo con frutales como el zapote y se incorporarán especies aprovechables de ciclo corto.

**Aguacate + frutales+ tubérculos (FICHA AF5)**

#### • Cítricos

Estos módulos son importantes ya que además de la producción de cítricos como el limón o la naranja agria, se incorporan a la plantación especies de árboles nativos y de cultivos que permiten el pastoreo por ser especies forrajeras.

La presencia de animales en este sistema coadyuva en el control de malezas y a la vez, se obtiene un producto animal durante el crecimiento de la plantación.

**Cítricos+ forrajeras (FICHA AF6)**

#### • Frutales

Módulo que se compone con árboles frutales nativos los cuales se busca incrementar su valor para comercializarse más allá del autoconsumo o la pequeña escala, implementando estrategias que den valor agregado a los productos.

**Frutales + cultivo ciclo corto (FICHA AF7)**

#### • Amortiguamiento (FICHA AF8)

Para conformar áreas de transición en los perímetros productivos y disminuir la presión sobre las áreas de bosque fortaleciendo su protección.

Son módulos con predominio de especies arbóreas nativas que brinden algún servicio o con algún tipo de aprovechamiento que no implique su tala o corte, pudiendo ser, por ejemplo, melíferas y/o medicinales.

#### • De borde (FICHA AF9)

Los módulos de borde serán una variante de los módulos básicos, los cuáles según su ubicación, incorporarán especies forestales como elementos limítrofes ya sea como cercas vivas o barreras rompevientos.

### Módulos alternos

Se valorará la conveniencia de implementar alguno de estos módulos en áreas con vocación productiva con la finalidad de diversificar las actividades y productos que pudieran comercializarse en beneficio de las comunidades. Para una mejor toma de decisiones, además de las condiciones ambientales y los requerimientos técnicos, se deberán valorar aspectos comerciales como el comportamiento en el mercado de los productos, demanda, precios, período de recolección, comercialización, etc., entendiendo que estos módulos se proponen como proyectos piloto con potencial de desarrollo favorable.

- **Apícola (FICHA AF 10)**

La apicultura constituye una alternativa productiva complementaria a la agricultura, ya que aumenta la polinización y fructificación de los cultivos y árboles, al mismo tiempo que es una actividad compatible con la conservación de los recursos forestales de la comunidad por lo que se propone un módulo que combine de 2 a 3 especies melíferas más la instalación de la infraestructura y facilidades necesarias para la producción y venta de miel.

Finalmente, se presenta una propuesta de huerto casero mixto, el cual se puede adaptar a las particularidades de consumo y preferencias de cada familia.

- **Huerto casero (FICHA AF 11)**

Se propone la sensibilización y capacitación de los agricultores para que destinen una pequeña porción de sus tierras de cultivo (en cualquiera de los tipos de Módulo) a la implementación de huertos caseros mixtos

que en pocos meses produzcan alimentos y les ayuden a enfrentar las necesidades básicas de la familia.

Los huertos mixtos se caracterizan por su complejidad, presentando múltiples estratos con gran variedad de árboles, cultivos y, algunas veces, animales. El huerto puede producir alimentos y cultivos comerciales, incluidos frutos, nueces, legumbres, fibras, madera, plantas medicinales y ornamentales; cerdos, gallinas, ganado y peces en estanque.

Es pertinente señalar que los módulos propuestos pueden adecuarse o tener variantes con base en nuevos objetivos, preferencias, mejor productividad, nichos de mercado, etc., modificaciones que deben consultarse y ser validadas por un especialista.

Los sistemas agroforestales permiten hacer múltiples combinaciones de estratos (cubresuelos o rastreras, herbáceas, arbustos, árboles) y tipos de cultivo, gracias a su estructura de múltiples niveles con lo cual se puede lograr encontrar las mezclas de mayor éxito para la comunidad siempre que compartan características que les permitan desarrollarse bajo las mismas condiciones ambientales y que no se genere una competencia que afecte a alguna de las especies que lo componen.

La introducción de más especies, amplía las oportunidades para la estructura y función de agroecosistemas integrados, permitiendo la formación de amortiguadores locales. Los agroecosistemas más sostenibles deben ser aquellos que mezclen cultivos anuales, perennes, arbustos, árboles y animales; y aquellos con diferentes etapas de desarrollo, que ocurren al mismo tiempo como resultado del tipo de manejo aplicado (Gliessman, 2002).

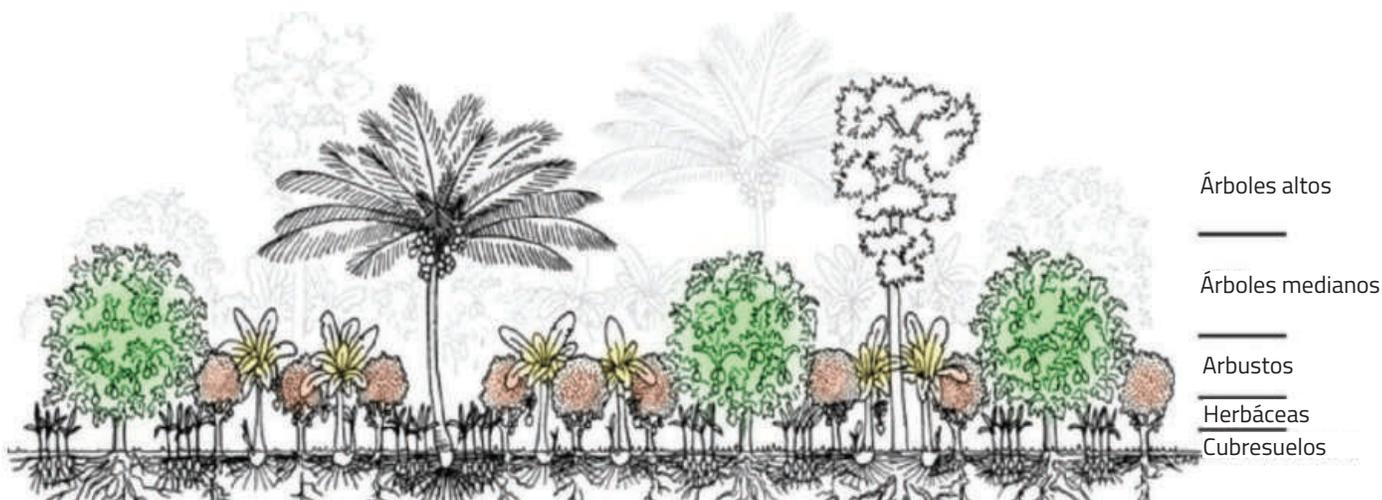


Figura 2. Perfil conceptual. Estratos en un sistema agroforestal.



# AF1. Módulo de aprovechamiento

## Cacao + musáceas + maderables

### Objetivo

Tener un área de cultivo de cacao orgánico bajo sombra acompañado de especies aprovechables que permitan incrementar su rentabilidad al incluir más de un componente productivo como son los maderables y musáceas.

### ¿Qué resuelve?

Logra un menor agotamiento del cacao y menor demanda de insumos que cuando se cultiva a pleno sol. Prolonga la vida productiva del cacao y mejora la fertilidad del suelo por el aumento de materia orgánica. Elimina el uso de agroquímicos tóxicos para la salud y el medio ambiente. Las leguminosas usadas como sombra transitoria fijan nitrógeno. Las musáceas permiten el autoconsumo así como la generación de recursos mientras se desarrollan las demás especies del sistema.

### ¿Dónde o cuándo utilizarlo?

En cultivos de cacao que precisen mejoras o de una renovación total o parcial con base en su baja producción o insostenibilidad económica, que no poseen la sombra adecuada para su óptimo desarrollo o como plantaciones nuevas en sitios con condiciones físico-ambientales óptimas. Son buena opción para los agricultores de ladera.

### Características/requerimientos del área

**Altitud (msnm):** 0 - 900

**Temperatura (°C):** 24 - 25

**Precipitaciones (mm):** + de 1,200

**Humedad relativa (%):** 70-80

**Suelo (textura):** franco, franco-arcilloso

**pH:** 5.5 - 6.5

**Pendiente del terreno (%):** 0 - 25

En parcelas donde soplan vientos fuertes permanentes se deberán plantar barreras rompevientos con árboles de porte vertical, rápido desarrollo y follaje denso (ver ficha AF9).

### Descripción técnica

**Zona de vida:** Bosque húmedo y muy húmedo.

**Superficie mínima módulo:** 1 hectárea (15.9 tareas)

**Especies útiles:** Cacao (*Theobroma cacao*), Plátano (*Musa x paradisiaca*), Piñón cubano (*Gliricidia sepium*), Cedro (*Cedrela odorata*) y Caoba criolla (*Swietenia mahagoni*).

### Distancia y/o densidad de plantación:

**Cacao:** a 3 x 3 x 3 metros, 1280 plantas/hectárea.

**Plátano (sombra temporal):** intercaladas con el cacao a 3 x 3 metros, 1280 plantas/hectárea.

**Piñón cubano (sombra transitoria):** a 9 x 9 x 9 metros, 143 árboles/hectárea. Se planta en las calles que se forman entre los surcos de cacao.

**Cedro y Caoba criolla (sombra permanente):** a 12 x 12 x 12 metros, 80 árboles/hectárea. 50% Cedro y 50% Caoba. Se plantan en las calles que se forman entre los surcos de cacao.

La sombra temporal, transitoria y permanente se deben plantar simultáneamente al inicio de la época de lluvias y de 6 a 7 meses antes del establecimiento del cacao. La sombra debe ser densa en el primer año y dejar pasar entre un 30 a 50 % de luz. Para el segundo año, se aumenta la intensidad de luz de un 50 % a un 75 %, para permitir el crecimiento de las plantitas de cacao. A los 3-4 años se elimina la sombra temporal y a los 8-10 años la transitoria. La labor más importante durante este periodo es la poda de formación de la sombra permanente. Debe tener una altura conveniente, de manera que entre ella y el cacao existan de 3 a 4 metros de separación para tener un ambiente adecuado.

Para el aprovechamiento maderable deberá elaborarse un Plan de Manejo que incluya la planificación, el aprovechamiento, la protección y la reposición de los árboles, basados en el principio de uso sustentable de los recursos naturales.

### Observaciones

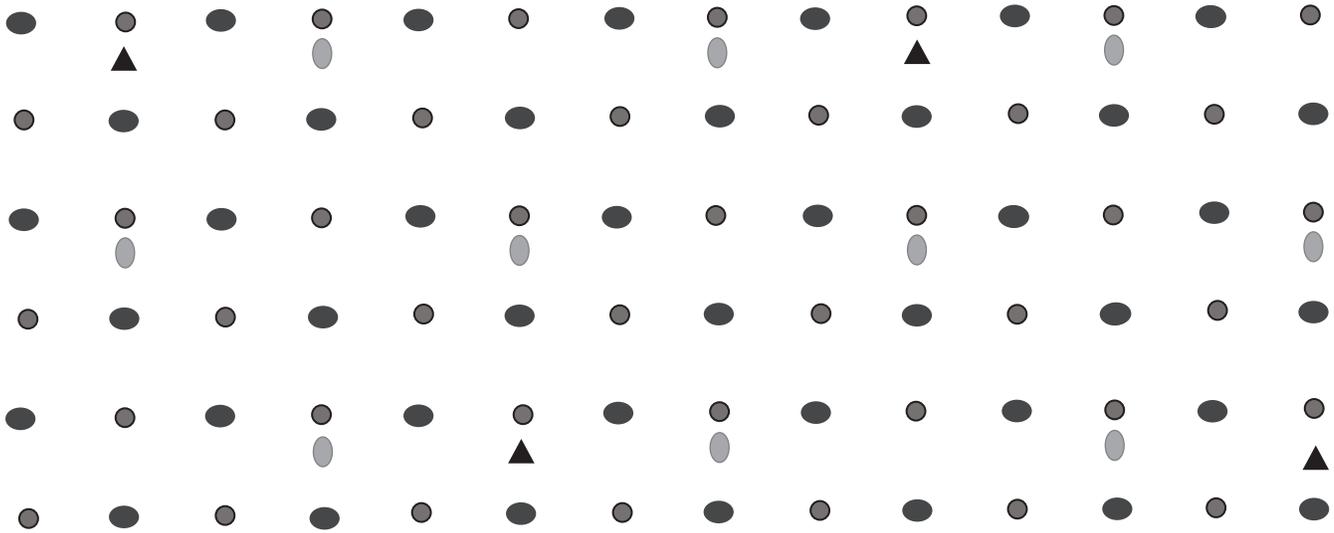
En el caso del cacao, seleccionar una planta de calidad comprobada (clon o injerto que garantice mayor productividad).

El adecuado conocimiento y correcta ejecución de los conceptos y procedimientos que conforman las etapas de desarrollo del sistema agroforestal precisa de asesoría y capacitación continua por parte de especialistas, así como la consulta de guías técnicas especializadas. Así mismo, para poder incrementar los precios de la cosecha de cacao, se requiere la infraestructura y capacitaciones vinculadas al aprendizaje y puesta en marcha de los procesos de secado y fermentación de los granos.

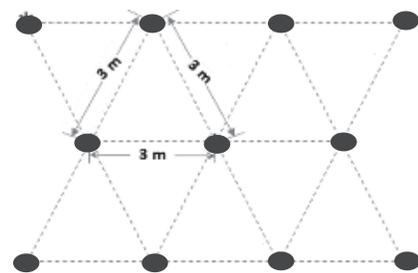
### Bibliografía útil

- Batista, L. (2009). *Guía Técnica El Cultivo de Cacao en la República Dominicana*. Santo Domingo, República Dominicana. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal CEDAF, 250p.
- Descamps, P. (2013). *Manual de producción de Cacao Orgánico*. Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería & Eco-Lógica., 23p.
- Federación Nacional de Cacaoteros (2013). *Guía ambiental para el cultivo del cacao* (2a ed.). Bogotá D.C. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 126p.
- Navarro, M., & Mendoza, I. (2006). *Cultivo del Cacao en Sistemas Agroforestales*. Nicaragua. ProDeSoc, 67p.
- Oficina Nacional Forestal, Costa Rica (2013). *Guía Técnica SAF para la implementación de Sistemas Agroforestales con árboles forestales maderables*, 30p.

Figura 3. Esquema de plantación de módulo de aprovechamiento: Cacao + musáceas + maderables



- = Cacao 3 x 3 x 3 m
- = Piñón cubano 9 x 9 x 9 m
- ▲ = Cedro/Caoba criolla 12 x 12 x 12 m
- = Plátano 3 x 3 x 3 m



Plantación a tresbolillo

Imagen objetivo



## AF2. Módulo de aprovechamiento Cacao + musáceas + frutales + cultivo ciclo corto

### Objetivo

Tener un área de cultivo de cacao orgánico bajo sombra acompañado de especies aprovechables que permitan incrementar su rentabilidad al incluir más de un componente productivo.

### ¿Qué resuelve?

Logra un menor agotamiento del cacao y menor demanda de insumos que cuando se cultiva a pleno sol. Prolonga la vida productiva del cacao y mejora la fertilidad del suelo por el aumento de materia orgánica y por la presencia de especies fijadoras de nitrógeno. Elimina el uso de agroquímicos tóxicos para la salud y el medio ambiente. Las musáceas y cultivo de ciclo corto permiten el autoconsumo así como la generación de recursos mientras se desarrollan las demás especies del sistema.

### ¿Dónde o cuándo utilizarlo?

En cultivos de cacao que precisen mejoras o de una renovación total o parcial con base en su baja producción o insostenibilidad económica, que no poseen la sombra adecuada para su óptimo desarrollo o como plantaciones nuevas en sitios con condiciones físico-ambientales óptimas..

### Características/requerimientos del área

**Altitud (msnm):** 0 - 800

**Temperatura (°C):** 24 - 25

**Precipitaciones (mm):** + de 1,200

**Humedad relativa (%):** 70-80

**Suelo (textura):** franco, franco-limoso, franco-arcilloso

**pH:** 5.5 - 6.5

**Pendiente del terreno (%):** 0 - 25

En parcelas donde soplan vientos fuertes permanentes se deberán plantar barreras rompevientos con árboles de porte vertical, rápido desarrollo y follaje denso (ver ficha AF9).

### Descripción técnica

**Zona de vida:** Bosque húmedo y muy húmedo.

**Superficie mínima módulo:** 1 hectárea (15.9 tareas)

**Especies útiles:** Cacao (*Theobroma cacao*), Plátano (*Musa x paradisiaca*), Amapola (*Erythrina poeppigiana*), Níspero (*Manilkara zapota*), Zapote (*Pouteria sapota*) y Habichuela (*Phaseolus vulgaris*).

### Distancia y/o densidad de plantación:

**Cacao:** a 3 x 3 x 3 metros, 1280 plantas/hectárea.

**Plátano (sombra temporal):** intercaladas con el cacao a 3 x 3 metros, 1280 plantas/hectárea.

**Amapola (sombra transitoria):** a 9 x 9 x 9 metros 143 árboles/hectárea. Se planta en las calles que se forman entre los surcos de cacao.

**Níspero y Zapote (sombra permanente):** a 12 x 12 x 12 metros, 80 árboles/hectárea. 50% Zapote, 50% Níspero. Se plantan en las calles que se forman entre los surcos de cacao.

**Habichuela:** 50 cm entre surcos y 20 a 25 cm entre plantas, 3 semillas por golpe para luego ralea a 1 sola planta. Se establecen en las calles entre los surcos de cacao.

La sombra temporal, transitoria y permanente se deben plantar simultáneamente al inicio de la época de lluvias y de 6 a 7 meses antes del establecimiento del cacao. La sombra debe ser densa en el primer año y dejar pasar entre un 30 a 50 % de luz. Para el segundo año, se aumenta la intensidad de luz de un 50 % a un 75 %, para permitir el crecimiento de las plantitas de cacao. A los 3-4 años se elimina la sombra temporal y a los 8-10 la transitoria. No se recomienda ningún tipo de poda en el zapote ni el níspero salvo un descopado para controlar la altura del árbol y facilitar la cosecha.

### Observaciones

En el caso del cacao y los frutales, seleccionar una planta de calidad comprobada (clon o injerto que garantice mayor productividad).

El adecuado conocimiento y correcta ejecución de los conceptos y procedimientos que conforman las etapas de desarrollo del sistema agroforestal precisa de asesoría y capacitación continua por parte de especialistas, así como la consulta de guías técnicas especializadas. Así mismo, para poder incrementar los precios de la cosecha de cacao, se requiere la infraestructura y capacitaciones vinculadas al aprendizaje y puesta en marcha de los procesos de secado y fermentación de los granos.

El cacao toma de 2 a 4 años en producir los primeros frutos para consumo y los frutales propuestos, de 4 a 5 años.

### Bibliografía útil

- Batista, L. (2009). *Guía Técnica El Cultivo de Cacao en la República Dominicana*. Santo Domingo, República Dominicana. CEDAF, 250p.
- Descamps, P. (2013). *Manual de producción de Cacao Orgánico*. Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería & Eco-Lógica., 23p.
- Federación Nacional de Cacaoteros (2013). *Guía ambiental para el cultivo del cacao* (2a ed.). Bogotá D.C. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 126p.
- Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc. Serie Cultivos. *Boletín Técnico No. 13. Cultivo de Zapote*. Santo Domingo, República Dominicana. FDA, 9p.
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola & Unión Europea (2004). *Cultivo de cacao bajo sombra de maderables o frutales*. Honduras. 17p.
- Navarro, M., & Mendoza, I. (2006). *Cultivo del Cacao en Sistemas Agroforestales*. Nicaragua. ProDeSoc, 67p.



## AF3. Módulo de aprovechamiento

### Café + musáceas + maderables + cultivo ciclo corto

#### Objetivo

Tener un área de cultivo de café orgánico bajo sombra acompañado de especies aprovechables que permitan incrementar su rentabilidad al incluir más de un componente productivo. como son los maderables y musáceas.

#### ¿Qué resuelve?

Es bueno para la protección del ambiente, del suelo, la regulación de temperatura en el cafetal y la reducción del gasto en insumos agroquímicos. El café bajo sombra provee de refugio a la biodiversidad tropical. Las musáceas y cultivo de ciclo corto permiten el autoconsumo así como la generación de recursos mientras se desarrolla las especies maderables. Además de su función productiva, la auyama previene el desarrollo de malezas.

#### ¿Dónde o cuándo utilizarlo?

En pequeñas fincas y minifundios con condiciones físico-ambientales óptimas, como buena opción para los agricultores de ladera para mejorar o renovar plantaciones establecidas sin trazo, con sombrío no regulado, con baja densidad de siembra, con déficit nutricional de los cafetos o con ejemplares envejecidos y en su mayoría para retomar la práctica del cultivo implementando nuevas plantaciones con un enfoque orgánico integral.

#### Características/requerimientos del área

**Altitud (msnm):** sobre los 700

**Temperatura (°C):** 17 - 23

**Precipitaciones (mm):** 1600 - 1800

**Humedad relativa (%):** 70-85

**Suelo (textura):** franco, franco-limoso, franco-arcilloso

**pH:** 5.5 – 6.5

**Pendiente del terreno (%):** < 35

En parcelas donde soplan vientos fuertes permanentes se deberán plantar barreras rompevientos con árboles de porte vertical, rápido desarrollo y follaje denso (ver ficha AF9).

#### Descripción técnica

**Zona de vida:** Bosque húmedo y muy húmedo.

**Superficie mínima módulo:** 1 hectárea (15.9 tareas)

**Especies útiles:** Café (*Coffea arabica*), Plátano (*Musa x paradisiaca*), Roble criollo (*Catalpa longissima*), Cedro (*cedrela odorata*), Auyama (*Cucurbita moschata*).

#### Distancia y/o densidad de plantación:

**Café:** a 2 x 2 metros, 2500 plantas/hectárea.

**Plátano (sombra temporal):** 6 m entre hileras x 3 m entre plantas. 556 plantas/hectárea. Intercalados sobre el surco de siembra del café.

**Roble criollo y Cedro (sombra permanente):** 12 m entre hileras por 10 m entre plantas. 83 árboles/hectárea. 50% Roble y 50% Cedro . Se plantan sobre el surco de siembra del café.

**Auyama:** 1 m entre surcos y 60 cm entre plantas, 2 a 3 semillas por golpe para luego ralea a 1 sola planta. Se establecen en las calles entre los surcos de café. Es de porte rastrero.

La sombra temporal y permanente se deben plantar simultáneamente al inicio de la época de lluvias y de 6 a 7 meses antes del establecimiento del cafetal. El plátano funciona como sombra temporal y su utilización se mantendrá por 3 a 5 años, cuando la sombra permanente inicia esa función reductora de la intensidad de luz. El roble y el pino funcionan como sombra permanente. En cafetales en producción, se recomienda podar los árboles cada año después de la cosecha, eliminando las ramas próximas a las plantas de café, de manera que entre ellas y el café existan de 3 a 4 metros de separación para tener un ambiente adecuado quedando una sombra dentro del cafetal del 40 al 50 %.

Para el aprovechamiento maderable deberá elaborarse un Plan de Manejo que incluya la planificación, el aprovechamiento, la protección y la reposición de los árboles, basados en el principio de uso sustentable de los recursos naturales.

#### Observaciones

En el caso del café, seleccionar una planta de calidad comprobada (clon o injerto que garantice mayor productividad).

El adecuado conocimiento y correcta ejecución de los conceptos y procedimientos que conforman las etapas de desarrollo del sistema agroforestal precisa de asesoría y capacitación continua por parte de especialistas, así como la consulta de guías técnicas especializadas. Así mismo, para poder incrementar los precios de la cosecha de café, se requiere la infraestructura y capacitaciones vinculadas al aprendizaje y puesta en marcha de los procesos postcosecha (despulpado, remoción del mucílago lavado y secado). El café toma de 3 a 4 años en producir los primeros frutos para consumo.

#### Bibliografía útil

- FHIA & Unión Europea. (2004). *Guía práctica: Producción de café con sombra de maderables*. Honduras. 24p.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2019). *Manual de producción sostenible de café en la República Dominicana*. República Dominicana, IICA, 104p.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2017). *Modelos de sistemas de producción de café en el PROCAGICA-RD*. República Dominicana, IICA, 45p.

Figura 5. Esquema de plantación de módulo de aprovechamiento: Café+ musáceas + maderables + cultivo ciclo corto

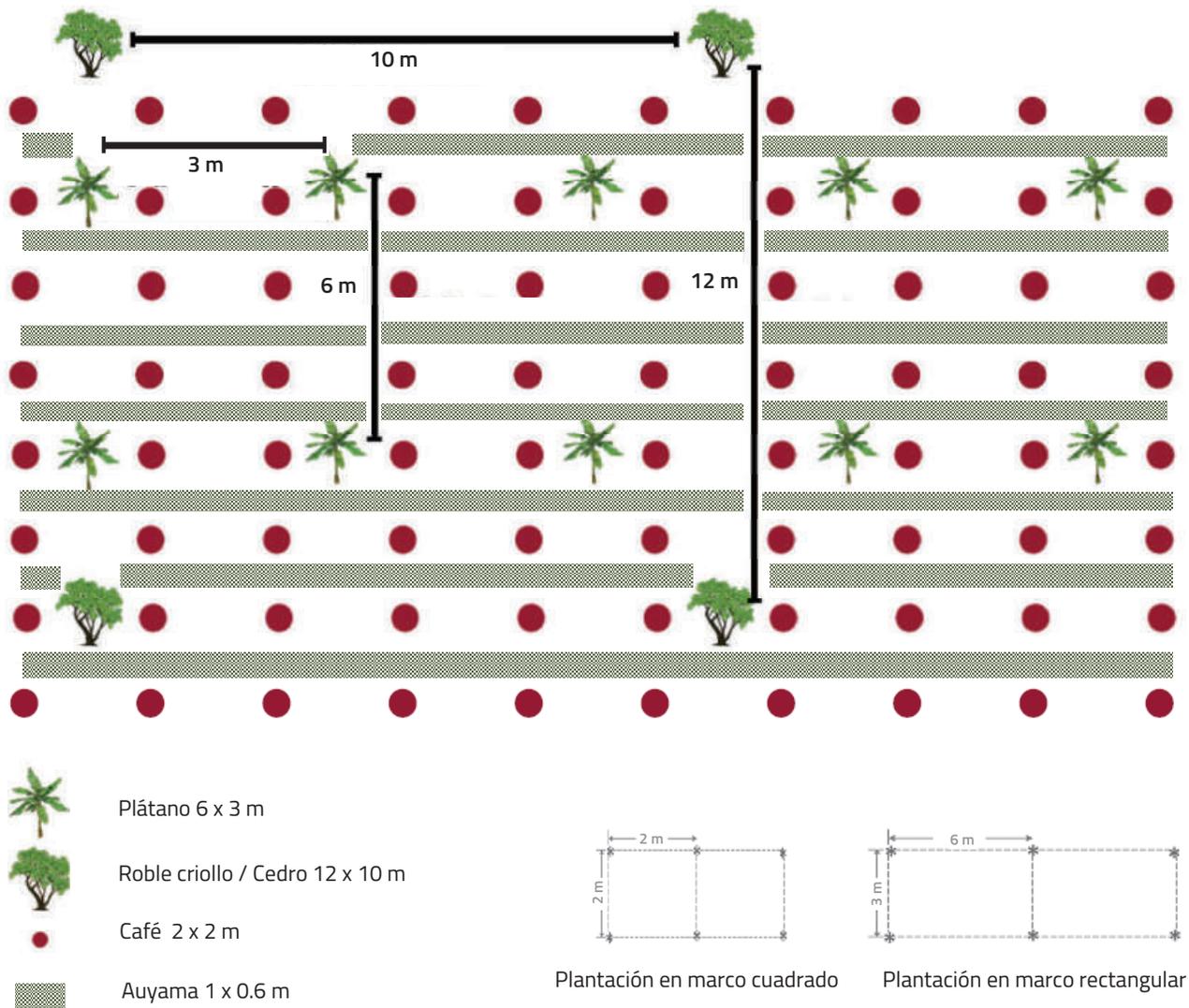


Imagen objetivo



## AF4. Módulo de aprovechamiento

### Café + musáceas + frutales + raíces

#### Objetivo

Tener un área de cultivo de café orgánico bajo sombra acompañado de especies aprovechables que permitan incrementar su rentabilidad al incluir más de un componente productivo.

#### ¿Qué resuelve?

Es bueno para la protección del ambiente, del suelo, la regulación de temperatura en el cafetal y la reducción del gasto en insumos agroquímicos. El café bajo sombra provee de refugio a la biodiversidad tropical. Las yucas y guineos permiten el autoconsumo y la generación de ingresos adicionales a corto plazo mientras se desarrollan las demás especies del sistema.

#### ¿Dónde o cuándo utilizarlo?

En pequeñas fincas y minifundios con condiciones físico-ambientales óptimas, como buena opción para los agricultores de ladera para mejorar o renovar plantaciones establecidas sin trazo, con sombrío no regulado, con baja densidad de siembra, con déficit nutricional de los cafetos o con ejemplares envejecidos y en su mayoría para retomar la práctica del cultivo implementando nuevas plantaciones con un enfoque orgánico integral.

#### Características/requerimientos del área

**Altitud (msnm):** sobre los 700

**Temperatura (°C):** 17 - 23

**Precipitaciones (mm):** 1600 - 1800

**Humedad relativa (%):** 70-85

**Suelo (textura):** franco, franco-limoso, franco-arcilloso

**pH:** 5.5 - 6.5

**Pendiente del terreno (%):** < 35

En parcelas donde soplan vientos fuertes permanentes se deberán plantar barreras rompevientos con árboles de porte vertical, rápido desarrollo y follaje denso (ver ficha AF9).

#### Descripción técnica

**Zona de vida:** Bosque húmedo y muy húmedo.

**Superficie mínima módulo:** 1 hectárea (15.9 tareas).

**Especies útiles:** Café (*Coffea arabica*), Guineo (*Musa sapientum*), Yuca (*Manihot esculenta*), Guama (*Inga vera*) y Aguacate (*Persea americana*)

#### Distancia y/o densidad de plantación:

**Café:** a 2 x 2 metros, 2500 plantas/hectárea.

**Guineo (sombra temporal):** 6 m entre hileras x 3 m entre plantas. 556 plantas/hectárea. Intercalados sobre el mismo surco de siembra del café.

**Guama y Aguacate (sombra permanente):** 12 m entre hileras por 10 m entre plantas. 83 árboles/hectárea. 50% Guama, 50% Aguacate\*. Se plantan sobre el surco de siembra del café.

**Yuca (sombra temporal):** 1 m entre surcos o lomillos y 1 m entre plantas. 10,000 plantas/hectárea. Se establecen entre los surcos de café (por estaca a 45°). No es recomendada en suelos de ladera.

Las plantas de sombra se siembran junto con el establecimiento del cafetal. El guineo y la yuca son plantas de sombra productiva temporal y su utilización se mantendrá por 3 a 5 años, cuando la sombra permanente inicia esa función reductora de la intensidad de luz. La guama y el aguacate funcionan como sombra permanente. En cafetales en producción, se recomienda podar la guama cada año después de la cosecha eliminando las ramas próximas a las plantas de café, de tal forma que la sombra dentro del cafetal esté entre 40 a 50 %.

\*En el caso del aguacate es muy importante tomar en cuenta que para aumentar la fecundación de las flores se deben plantar variedades con floración tanto de tipo "A" como de tipo "B" que tengan coincidencia con el período de floración, dando más peso a la variedad de preferencia productiva por encima de la variedad polinizadora en proporción 4:1. La variedad 'Benik' es uno de los más idóneos para el pequeño cultivo de aguacates de autoconsumo y tiene floración de tipo "A".

#### Observaciones

En el caso del café y los frutales, seleccionar una planta de calidad comprobada (clon o injerto que garantice mayor productividad).

El adecuado conocimiento y correcta ejecución de los conceptos y procedimientos que conforman las etapas de desarrollo del sistema agroforestal precisa de asesoría y capacitación continua por parte de especialistas, así como la consulta de guías técnicas especializadas. Así mismo, para poder incrementar los precios de la cosecha de café, se requiere la infraestructura y capacitaciones vinculadas al aprendizaje y puesta en marcha de los procesos postcosecha (despulpado, remoción del mucílago lavado y secado). Cabe señalar que el café toma de 3 a 4 años en producir los primeros frutos para consumo y el aguacate de 4 a 5 años.

#### Bibliografía útil

- Gonzales Soto, C. (2018). *Cultivo del Aguacate (Persea americana Miller)*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova". 27p.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2019). *Manual de producción sostenible de café en la República Dominicana*. República Dominicana, IICA, 104p.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2017). *Modelos de sistemas de producción de café en el PROCAGICA-RD*. República Dominicana, IICA, 45p.

Figura 6. Esquema de plantación de módulo de aprovechamiento: Café+ musáceas + frutales + raíces

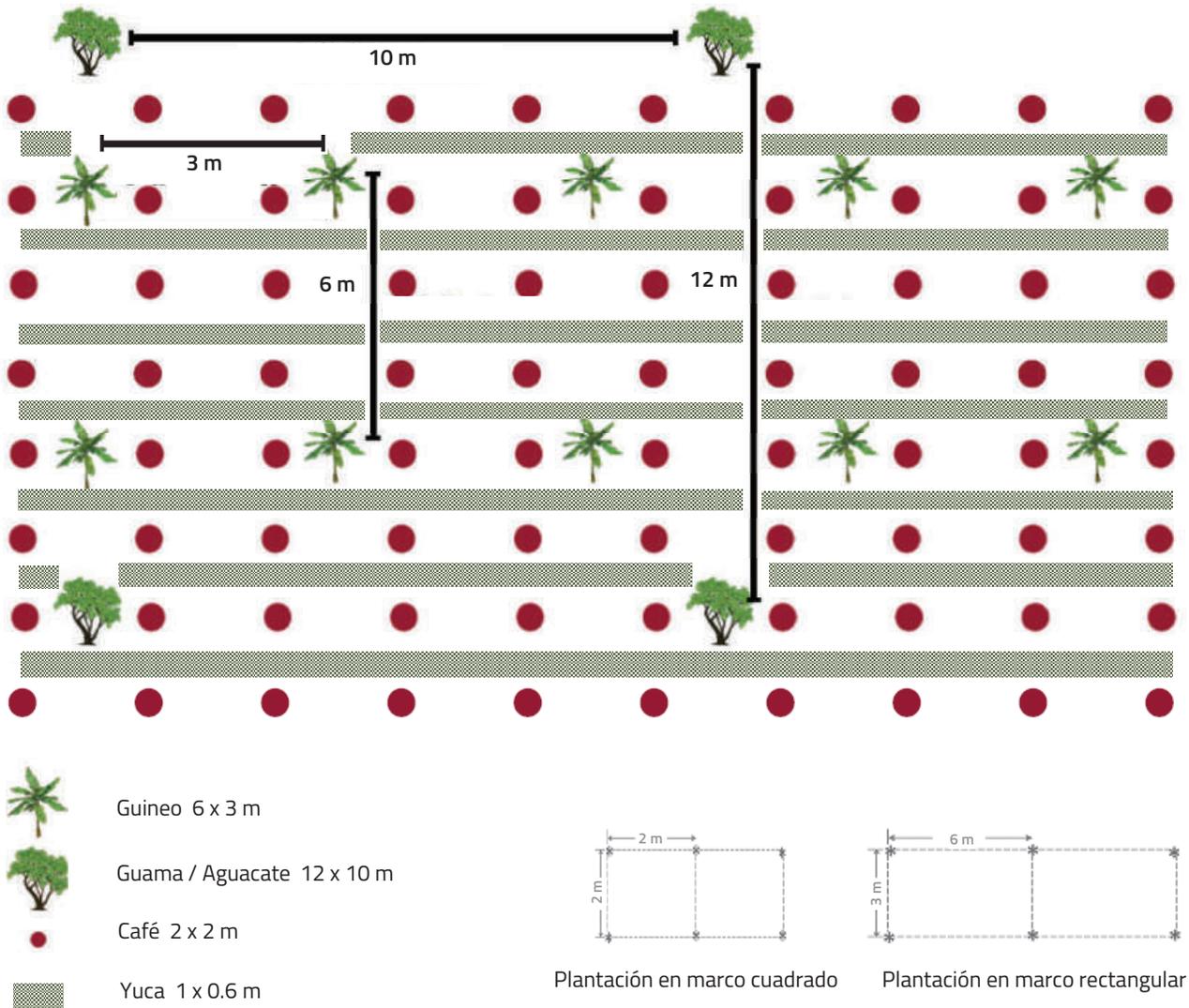


Imagen objetivo



## AF5. Módulo de aprovechamiento

### Aguacate + frutales + tubérculos

#### Objetivo

Incorporar mayor diversidad biológica a los sistemas de monocultivo de aguacate, para obtener mayores beneficios económicos y menor riesgo, tanto ambiental como económico, ya que su productividad no depende de una sola especie vegetal.

#### ¿Qué resuelve?

Permite transitar hacia prácticas agrícolas no intensivas promoviendo tecnologías agroforestales que incrementan la productividad y rentabilidad de los actuales sistemas de monocultivo. El sistema agrosilvícola genera una mayor fuerza de trabajo familiar durante todo el año.

#### ¿Dónde o cuándo utilizarlo?

En sistemas productivos, cada vez más especializados y con requerimientos de capital más intensivos, para mitigar su impacto sobre las grandes superficies de bosques y huertos de traspatio a los cuales están desplazando. Para renovar y transformar cultivos existentes o para plantaciones nuevas en terrenos con orientaciones sur y sureste preferentemente.

#### Características/requerimientos del área

**Altitud (msnm):** 400 - 900

**Temperatura (°C):** 17 - 30

**Precipitaciones (mm):** + de 1,200

**Humedad relativa (%):** 70-80

**Suelo (textura):** franco, franco-arcilloso, franco-limoso

**pH:** 5,5 a 6.5

**Pendiente del terreno (%):** <30

En parcelas donde soplan vientos fuertes permanentes se recomienda plantar barreras rompevientos con árboles de porte vertical, rápido desarrollo y follaje denso preferentemente un año antes de la plantación (ver ficha AF9).

#### Descripción técnica

**Zona de vida:** Bosque húmedo.

**Superficie mínima módulo:** 1 hectárea (15.9 tareas)

**Especies útiles:** Aguacate (*Persea americana*), Zapote mamey (*Pouteria sapota*), Jengibre (*Zingiber officinale*) o Ñame (*Dioscorea alata*).

#### Distancia y/o densidad de plantación:

**Aguacate:** 10 metros entre hileras x 10 metros entre plantas. 100 árboles/hectárea.

**Zapote:** 10 metros entre hileras x 10 metros entre plantas. 100 árboles/hectárea. Intercalados con el aguacate, 1 hilera y 1 traslapados.

**Jengibre o Ñame:** 1 metro entre surcos y 20 a 30 cm entre plantas, se plantan tubérculos enteros o fragmentos originados de la región apical. Se establecen en las calles que se forman entre las hileras de árboles.

Se puede iniciar con plantaciones a 5 x 5 m y se van entresacando los árboles en la medida en que por su desarrollo interfieren entre sí hasta quedar en el marco final de 10 x 10 m. Cuando se siembra inicialmente a 10 x 10 m durante los primeros años se pueden incorporar otras siembras que no interfieran con el cultivo principal. En terrenos alomados la siembra se hace a tresbolillo para disminuir la erosión; en terrenos llanos se siembra con marco cuadrado o rectangular recordando que los árboles se desarrollan más lentamente en zonas altas que bajas.

Se recomienda establecer la plantación al inicio de la temporada de lluvias de otoño. En el caso del aguacate es muy importante tomar en cuenta que para aumentar la fecundación de las flores se deben plantar variedades con floración tanto de tipo "A" como de tipo "B" que tengan coincidencia con el período de floración, dando más peso a la variedad de preferencia productiva por encima de la variedad polinizadora en proporción 4:1. La variedad 'Benik' es uno de los más idóneos para el pequeño cultivo de aguacates y tiene floración de tipo "A".

Para el aguacate se deben realizar podas de formación, de sanidad y de rejuvenecimiento en distintas etapas de su desarrollo. Para el zapote no se recomienda ningún tipo de poda salvo un descopado para controlar la altura del árbol y facilitar la cosecha.

#### Observaciones

En el caso de todos los frutales deben ser injertados con la variedad que más aplique al clima para garantizar mejor productividad y en menor tiempo.

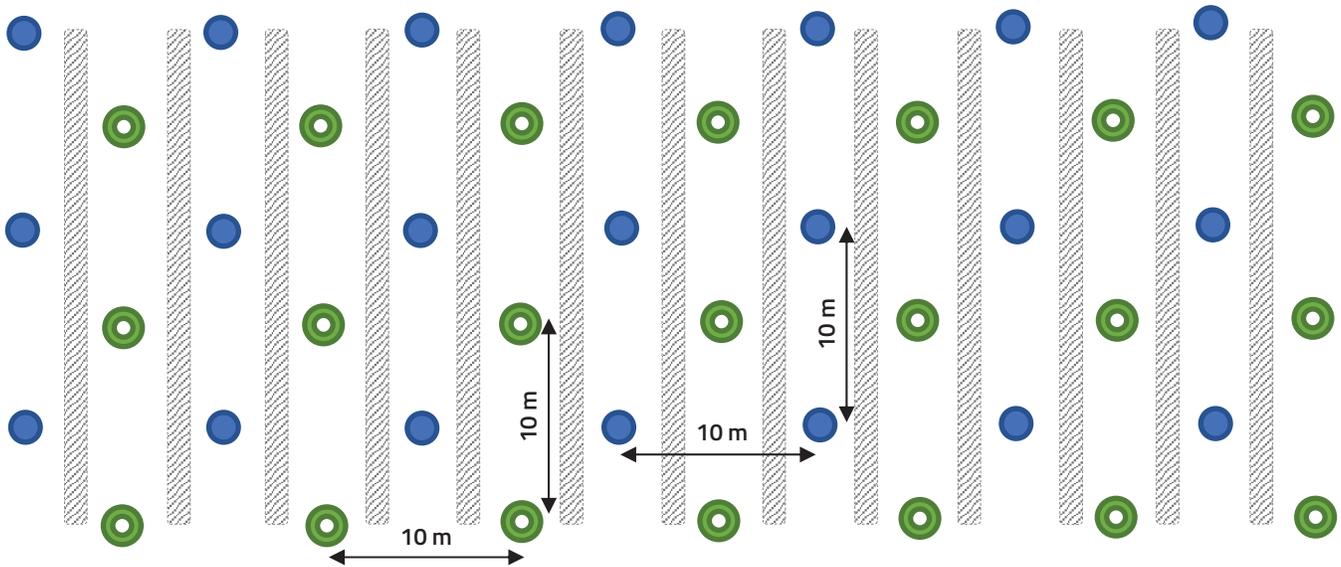
El adecuado conocimiento y correcta ejecución de los conceptos y procedimientos que conforman las etapas de desarrollo del sistema agroforestal precisa de asesoría y capacitación continua por parte de especialistas, así como la consulta de guías técnicas especializadas de cada cultivo.

El aguacate y el zapote toman de 4 a 5 años en producir los primeros frutos para consumo.

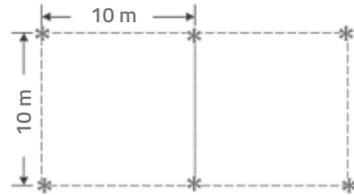
#### Bibliografía útil

- Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc. *Serie Cultivos. Boletín Técnico No. 13. Cultivo de Zapote*. Santo Domingo, República Dominicana. FDA, 9p.
- Gonzales Soto, C. (2018). *Cultivo del Aguacate (Persea americana Miller)*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova". 27p.
- [https://canales.hoy.es/canalagro/datos/frutas/frutas\\_tropicales/aguacate3.htm](https://canales.hoy.es/canalagro/datos/frutas/frutas_tropicales/aguacate3.htm)
- Montiel, G., Krishnamurthy, L., Vázquez, A. & Uribe, M. (2008). *Opciones agroforestales para productores de aguacate*. Terra Latinoamericana vol. 26. p 85–90.

Figura 7. Esquema de plantación de módulo de aprovechamiento: Aguacate + frutales + tubérculos



-  Aguacate 10 x 10 m
-  Zapote 10 x 10 m
-  Jengibre o Ñame



Plantación en marco cuadrado

Imagen objetivo



## AF6. Módulo de aprovechamiento Cítricos + forrajeras

### Objetivo

Diversificar la producción de monocultivos cítricos combinándolos con árboles y pastura que permitan incrementar su rentabilidad al incluir más de un componente productivo como frutos, forraje, leña, carbón y de índole medicinal.

### ¿Qué resuelve?

La asociación de especies cítricas y forrajeras crea un ambiente productivo con mayor biodiversidad funcional, donde hay un control natural de plagas y un reciclaje natural de nutrientes. La presencia de animales minimiza el costo derivado del control mecánico y químico de malezas y a la vez, se obtiene un producto animal durante el crecimiento de la plantación beneficiado por la sombra de los árboles. El maní forrajero favorece el crecimiento y producción del limón por ser fijadora de nitrógeno. Frente a la escasez de forraje, los productos extraídos de los cítricos pueden ser utilizados en la dieta de los rumiantes como fuente de energía o suplemento.

### ¿Dónde o cuándo utilizarlo?

En áreas con monocultivo de limón u otros cítricos que presenten crecimiento excesivo de gramíneas, leguminosas y otras arvenses entre los árboles que puedan prestarse a un pastoreo no intensivo. Dado que el limón demanda mucha exposición solar, deberá evitarse la siembra en laderas orientadas hacia el oeste o hacia el norte.

### Características/requerimientos del área

**Altitud (msnm):** hasta 900

**Temperatura (°C):** 23 - 30

**Precipitaciones (mm):** 1200 a 1800

**Humedad relativa (%):** 75 -85

**Suelo (textura):** franco, franco- arcilloso

**pH:** 5.5 – 7.0

**Pendiente del terreno (%):** < 35

En parcelas donde soplan vientos fuertes permanentes se deberán plantar barreras rompevientos con árboles de porte vertical, rápido desarrollo y follaje denso (ver ficha AF9).

### Descripción técnica

**Zona de vida:** Bosque húmedo y muy húmedo.

**Superficie mínima módulo:** 1 hectárea (15.9 tareas)

**Especies útiles:** Limón persa (*Citrus latifolia*), Guásima (*Guazuma ulmifolia*), Maní forrajero (*Arachis pinto*).

### Distancia y/o densidad de plantación:

**Limón persa:** a 7 x 5 metros. 286 plantas/hectárea.

**Guácima:** 7 m entre hileras x 15 m entre plantas (cada 2 plantas de limón). 95 árboles/hectárea.

**Maní forrajero:** 1 metro entre surcos y 50 cm entre plantas con 2 semillas por postura.

La propagación del limón persa se realiza de forma vegetativa, mediante la utilización de yemas las cuales se injertan en un patrón de otra variedad de limón resistente, lima o naranja agria. Es muy importante saber que el patrón influye en el vigor y crecimiento alcanzado por la planta injertada, en su tolerancia a bajas temperaturas, tamaño de los frutos, color de la cáscara, volumen de jugo, acidez en el jugo, etc. por lo que un especialista deberá orientar sobre el patrón más adecuado a elegir.

El trasplante de los injertos a la parcela definitiva debe realizarse al inicio de la época lluviosa. Una de las actividades más importantes para el mantenimiento del cultivo de limón persa es la poda la cual, entre otras cosas, estimula el brote de nuevas ramas y mantiene el árbol a una altura adecuada para la cosecha. Se deben realizar podas de formación, de fructificación, de limpieza y de renovación en sus distintas etapas de desarrollo.

Además de la poda, se requiere de un programa sostenido de mantenimiento que incluya abonos orgánicos, control de malezas, riego y control de plagas y enfermedades. Los limoneros necesitan mucha agua y deben regarse regularmente durante todo el año, por lo que en sitios donde la precipitación no esté bien distribuida en el año, será necesario implementar un sistema de riego. La práctica más común es el riego por goteo y microaspersión.

### Observaciones

El adecuado conocimiento y correcta ejecución de los conceptos y procedimientos que conforman las etapas de desarrollo del sistema agrosilvopastoril precisa de asesoría y capacitación continua por parte de especialistas, así como la consulta de guías técnicas especializadas.

Se puede iniciar con una siembra de 3.5 m x 5 m y después de cuatro años eliminar el hilo central, logrando la distancia definitiva. El limón persa tarda de 2 a 4 años en iniciar su desarrollo productivo.

### Bibliografía útil

- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. PRESAAC. (2016). *Sistemas silvopastoriles establecimiento y uso en República Dominicana*. Santo Domingo, República Dominicana. IICA. 48p.
- Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura (2018). *Clima y Suelo para el Cultivo de Limón Persa*. Serie Frutales Núm. 40. México. 3.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección Nacional de Administración y Coordinación de Proyectos & GTZ. (2007). *Manual de Agroforestería*. Paraguay. Proyecto Manejo Sostenible de Recursos Naturales, 45p.
- Vanegas, M. (2002). *Guía Técnica Cultivo del Limón Pérsico*. El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería-IICA, 46p.

Figura 8. Esquema de plantación de módulo de aprovechamiento: Cítricos + forrajeras

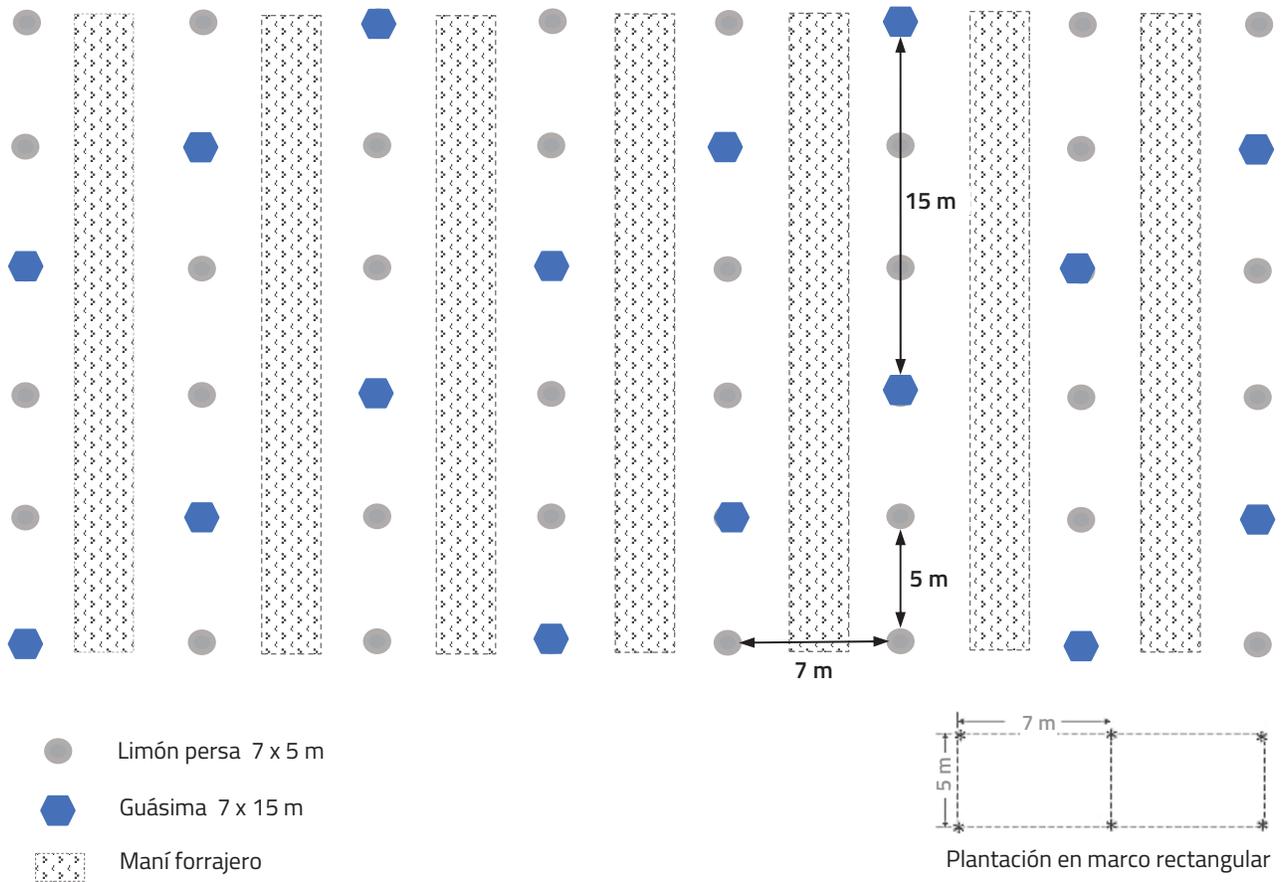


Imagen objetivo



## AF7. Módulo de aprovechamiento

### Frutales + cultivo ciclo corto

#### Objetivo

Conservar y aprovechar de manera sostenible frutales nativos con potencial de comercialización a través de sistemas agroforestales que incluyan más de un componente productivo.

#### ¿Qué resuelve?

Incrementan la productividad y rentabilidad de los actuales terrenos de cultivo al diversificar la propuesta de especies frutales que pueden comercializarse. Crea un ambiente productivo con mayor biodiversidad funcional, donde hay un control natural de plagas y un reciclaje natural de nutrientes. La presencia de cultivo de cobertura minimiza el costo derivado del control de malezas. Genera una mayor fuerza de trabajo familiar sostenida ya que la cereza de las Antillas es productiva durante todo el año.

#### ¿Dónde o cuándo utilizarlo?

En terrenos de cultivo que presenten suelos degradados por monocultivos o malas prácticas en los cuales se quieran implementar cultivos nuevos a través del establecimiento de un sistema agroforestal integral que incentiva la plantación de frutales nativos con amplia prospectiva de desarrollo que además emplea especies que se adaptan a diferentes condiciones climáticas.

#### Características/requerimientos del área

**Altitud (msnm):** 150 – 1000

**Temperatura (°C):** 15 - 30

**Precipitaciones (mm):** 1200

**Humedad relativa (%):** 70-80

**Suelo (textura):** franco-arenoso, areno-arcilloso

**pH:** 4.5 – 6.5

**Pendiente del terreno (%):** 0 – 30

En parcelas donde soplan vientos fuertes permanentes, se deberán establecer barreras rompevientos con árboles frondosos. (ver ficha AF9).

#### Descripción técnica

**Zona de vida:** Bosque húmedo y seco

**Superficie mínima módulo:** 1 hectárea (15.9 tareas)

**Especies útiles:** Cereza de las Antillas o Acerola (*Malpighia glabra*), Guayaba (*Psidium guajava*) y Guandul (*Cajanus cajan*).

#### Distancia y/o densidad de plantación:

**Cereza / Guayabo:** 5 x 5 metros, 400 plantas/hectárea. 50% Cereza, 50% Guayabo. Intercalar plantación de 2 hileras de Cereza por 2 hileras de Guayabo.

**Guandul:** 0.80 - 1.00 m entre hileras y 0.60 a 0.80 m entre plantas, 2 semillas por hoyo para luego ralea a 1 sola planta. Se establecen en las calles entre los sucos de frutales.

Tanto para la cereza como para el guayabo se recomienda establecer la plantación por estacas o injertos.

El trasplante de los injertos a la parcela definitiva debe realizarse al inicio de la temporada de lluvias, ya sea de primavera o de otoño. Las plantas frutales deben estar libres de enfermedades y es muy importante conseguirlas de un vivero calificado.

En terrenos con pendiente la siembra se hace a tresbolillo permitiendo una mayor densidad de plantación a la vez que disminuye la erosión de los suelos; en terrenos llanos se siembra con marco cuadrado o rectangular.

Una de las actividades más importantes para el mantenimiento del cultivo es la poda la cual, entre otras cosas, estimula el brote de nuevas ramas y mantiene el árbol a una altura adecuada para la cosecha. Se deben realizar podas de formación, de limpieza, de fructificación, y de renovación o despunte en sus distintas etapas de desarrollo.

Una vez establecido el sistema, se requiere de un programa sostenido de mantenimiento que incluya prácticas culturales habituales, como el control de las malas hierbas y de enfermedades, la adición de abonos orgánicos, la poda de formación, la limpieza y el riego, entre otras. Los fertilizantes orgánicos contribuyen a hacer la fruta más grande y a hacerla más productiva.

#### Observaciones

El adecuado conocimiento y correcta ejecución de los conceptos y procedimientos que conforman las etapas de desarrollo del sistema agroforestal precisa de asesoría y capacitación continua por parte de especialistas, así como la consulta de guías técnicas especializadas de cada cultivo.

La polinización de la acerola depende de la acción de los insectos polinizadores, por lo que se debe hacer énfasis en la presencia de abejas en las cercanías del cultivo.

La planta de acerola comienza a producir frutos al año y medio de su plantación, y a partir de entonces puede fructificar hasta cuatro o cinco veces al año.

#### Bibliografía útil

- Calvo Villegas, I. (2007). *La acerola como opción productiva para Costa Rica*. San José, C.R. Ministerio de Agricultura y Ganadería, 28p.
- Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc. Serie Cultivos. *Boletín Técnico No. 8. Cultivo de Guayaba*. Santo Domingo, República Dominicana. FDA, 13p.
- <https://como-plantar.com/acerola/>
- Oviedo, F., Cedano, J., Carrasco, A., Godoy de Lutz, G., Arias, J. & Segura, Y. (2013). *Variedad de guandul insensible al fotoperíodo*. Santo Domingo, República Dominicana. Arroyo Loro IDIAF, 9p.

Figura 9. Esquema de plantación de módulo de aprovechamiento: Frutales + cultivos ciclo corto

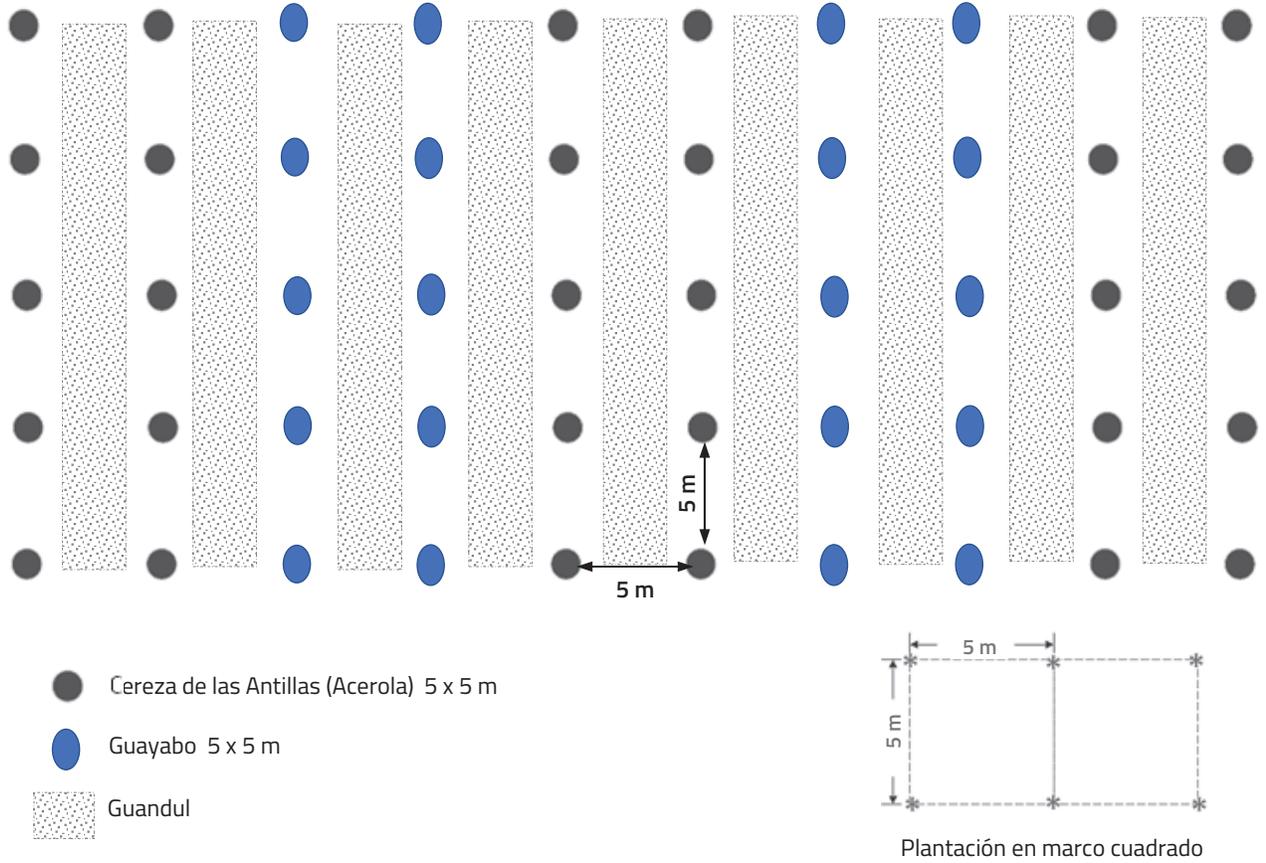


Imagen objetivo



## AF8. Módulo de aprovechamiento

### Amortiguamiento

#### Objetivo

Crear zonas de transición o amortiguamiento entre las áreas productivas y las zonas boscosas a través de una regeneración natural asistida y enriquecida con especies nativas que promuevan una sucesión ecológica natural acompañada de actividades de protección, manejo y control.

#### ¿Qué resuelve?

Logra la recuperación de tierras forestales degradadas por el uso agropecuario, con vista al restablecimiento de bosques al mismo tiempo protectores y productivos.

El módulo de plantación toma en cuenta diversos parámetros ambientales que rigen la presencia de las especies vegetales y su forma de asociación.

#### ¿Dónde o cuándo utilizarlo?

En terrenos colindantes a zonas de protección o conservación de los diferentes tipos de bosque.

#### Características/requerimientos del área

Los bosques son comunidades complejas y diversas que pueden ser diferenciadas en varios tipos de acuerdo a su composición florística, y atributos ambientales, tales como clima y localización altitudinal. De ello dependerá la paleta vegetal que se proponga para el área de amortiguamiento con el fin de que incluya especies relevantes del ecosistema contiguo.

#### Ejemplo:

La categoría de bosque latifoliado comprende las comunidades vegetales donde predominan la mezcla de especies de hojas anchas. Se presentan en zonas con precipitaciones anuales promedio de 900 a 2000 mm por año. Hay húmedo, semi húmedo y nublado.

#### Descripción técnica

**Zona de vida:** Bosques latifoliados.

**Superficie mínima módulo:** 1 hectárea (15.9 tareas)

**Especies útiles:** Piñón cubano (*Gliricidia sepium*), Guayaba (*Psidium guajava*), Amapola (*Erythrina poeppigiana*), Guama (*Inga vera*) Algarrobo (*Hymenaea coubaril*), Jagua (*Genipa americana*), Almendro (*Prunus occidentalis*), entre otros.

#### Distancia y/o densidad de plantación:

De manera general se propone la mezcla de todas las especies útiles con una distancia mínima de 5 metros de separación, plantadas siempre a curvas de nivel, teniendo 400 árboles/hectárea.

El módulo de plantación es una forma sintética de representación de la estructura e imagen de un ecosistema por lo que se diseñarán adecuándose al tipo de bosque colindante y la densidad de plantación será mayor o menor en función de la cobertura existente en el terreno, su asoleamiento y la topografía del mismo.

En lugares deforestados o degradados es preciso plantar plantas robustas que han sido endurecidas en el vivero y regadas antes de la plantación. En superficies desnudas puede ser necesario establecer un cultivo asociado protector de especies de crecimiento rápido antes de la plantación o mantener vegetación secundaria para el lugar de protección.

El mejor período para plantar árboles es a principios de la estación lluviosa a fin de asegurar que las plántulas recién plantadas reciben la humedad adecuada en sus primeros meses, que es cuando desarrollan sus sistemas de raíces.

La plantación puede ser proveniente de especies extraídas de bosques cercanos y de interés para la biodiversidad y para el uso no maderable del propietario. Para estos módulos se propone únicamente el manejo de especies nativas.

Es importante señalar que en estos módulos no se realizará ningún tipo de aprovechamiento que implique la tala o remoción de ejemplares arbóreos, sin embargo, se aprovechan otros servicios que proveen sobre todo a nivel de mejoras ambientales, promoción y protección de la biodiversidad, atracción de polinizadores, entre muchas otras.

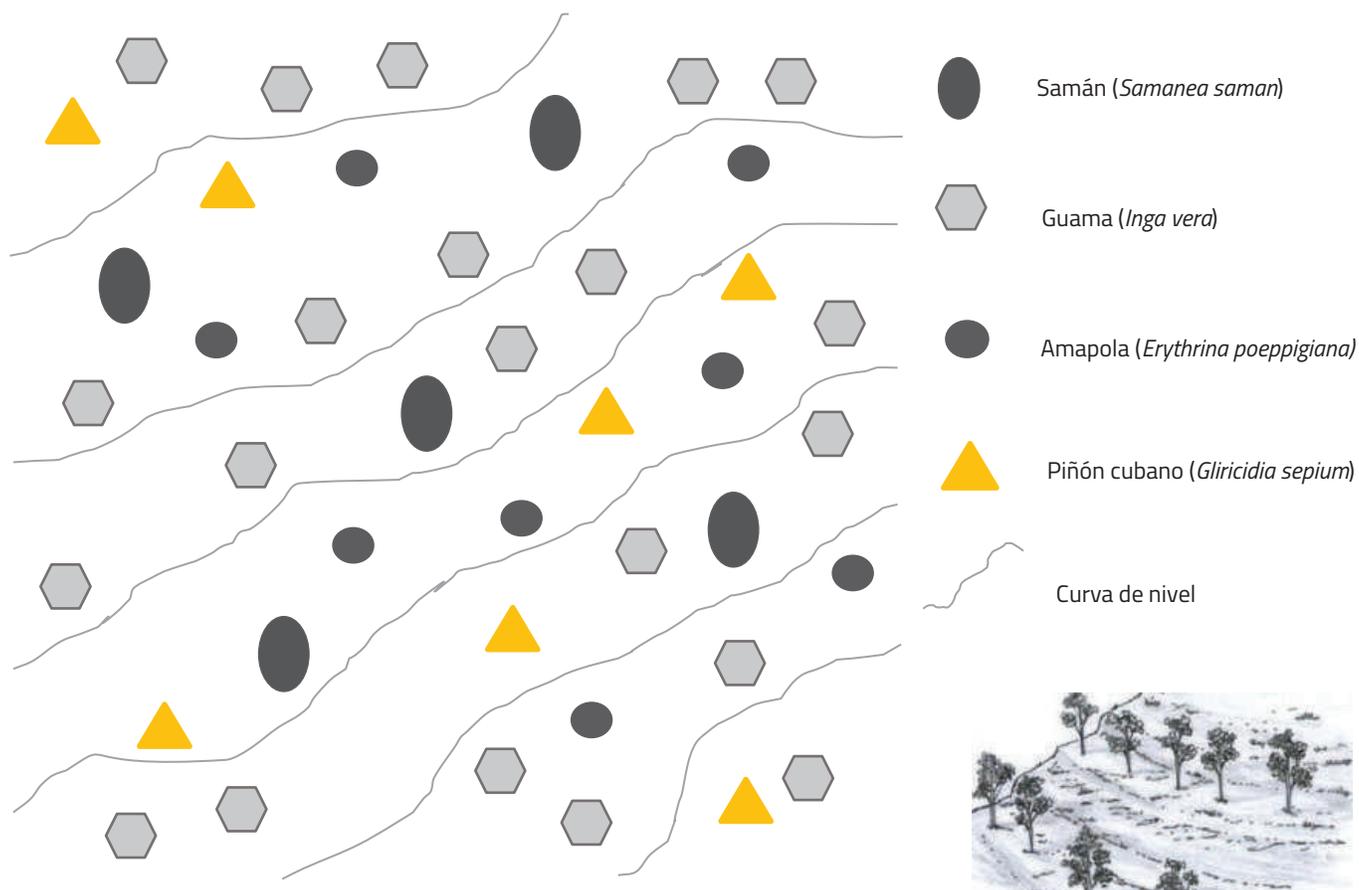
#### Observaciones

El adecuado conocimiento y correcta ejecución de los conceptos y procedimientos que conforman las etapas de desarrollo del sistema agroforestal precisa de asesoría y capacitación continua por parte de especialistas, así como la consulta de guías técnicas especializadas.

#### Bibliografía útil

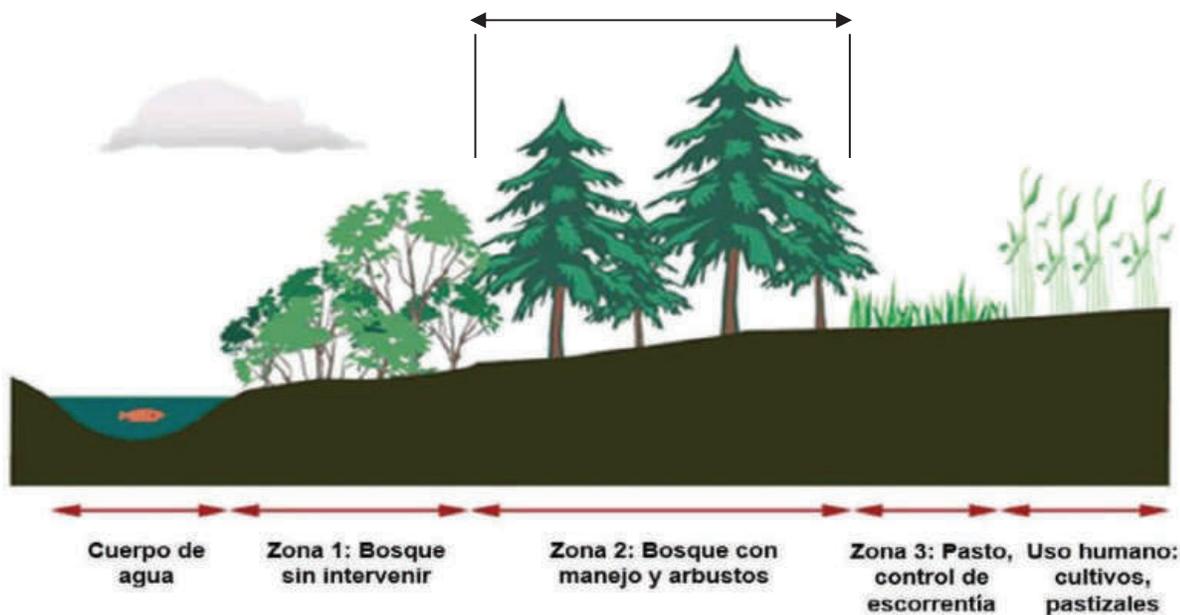
- López De Juambelz, R. (2008). *Diseño ecológico: aspectos estéticos, formales y técnicos*. Tesis de Doctorado. FA/UNAM. México. 416p.
- Oficina Nacional Forestal (2013). *Guía Técnica SAF para la implementación de Sistemas Agroforestales con árboles forestales maderables*. Costa Rica. 30p.
- Programa Protección Ambiental (2012). *Guía de Árboles Maderables en la República Dominicana*. Santo Domingo, República Dominicana. CEDAF, 216p.

Figura 10. Esquema de plantación de módulo de aprovechamiento: Amortiguamiento



Plantación sobre curvas de nivel

Imagen objetivo



## AF9. Módulo de aprovechamiento

### Cercas vivas y Cortinas rompe vientos

#### Objetivo

Potencializar la rentabilidad en la protección de los límites de una propiedad o división entre parcelas según los diferentes usos del suelo, incluyendo más de un componente productivo como forraje, frutos y leña además de beneficios ambientales.

Reducir la velocidad del viento disminuyendo la acción mecánica del viento sobre el suelo, los cultivos y animales, minimizando la evapotranspiración en áreas cultivadas y regulando las condiciones micro climáticas.

#### ¿Qué resuelve?

Permite acciones de manera secuencial como aporte de sombra parcial a animales, límite duradero por componerse de estacados que desarrollan raíces, recolección de leña de manera periódica y/o aprovechamiento de frutos para venta o consumo humano. Las cortinas rompe viento ayudan a generar un microclima propicio para el desarrollo vegetal mejorando la cantidad y calidad de los cultivos que protege.

#### ¿Dónde o cuándo utilizarlo?

Para generar límites que reduzcan la presión a los bosques; límites formales y tenencia de la tierra; límites naturales en el territorio; protección de las cosechas y las inversiones, contra la fuga y/o invasión de animales; prevención de la erosión del suelo; mejoramiento de las condiciones microclimáticas para los animales, protección contra el viento y el sol.

#### Características/requerimientos del área

Se adaptarán a diversos tipos de condiciones físico-ambientales y culturales, por lo que las características de altitud, temperatura, precipitaciones y humedad de cada comunidad, así como las preferencias de los agricultores, condicionarán las especies a establecer.

#### Descripción técnica

**Superficie mínima del módulo:** 100 metros lineales.

#### Especies útiles:

Se proponen a modo de ejemplo, especies nativas que tendrían un mejor establecimiento y desarrollo a la vez de baja exigencia de mantenimiento.

Para cercas vivas: Amapola (*Erythrina poeppigiana*) y Corazón de paloma (*Colubrina arborescens*), Jobo de puerco (*Spondia mombin*), Almácigo (*bursera simaruba*).

Para cortina rompevientos: Roble criollo (*Catalpa longissima*), Piñón Cubano (*Gliricidia sepium*) y Capá Prieto (*Cordia alliodora*), Gina criolla (*Inga fagifolia*).

#### Distancia y/o densidad de plantación:

Variable según la especie, en general, de 2 a 3 metros entre troncos.

La manera de establecer una cerca viva puede ser sobre las cercas con palos "secos" ya existentes. En ese sentido se tomarán varas de la especie seleccionada, y se enterrarán aproximadamente a 30 cm de profundidad. Se enterrará siempre el extremo de la vara que fue cortado del tronco. Se recomienda en el hemisferio norte poner palos vivos en las cercas de la parte sur de los potreros para proteger a los animales de los rayos del sol, sin embargo, ya que la intención es aprovechar los palos vivos y mediante una poda dar ese forraje a los animales, se puede optar por establecer palos vivos en todo el perímetro y que servirán de reserva de forraje para la época que se necesite.

Las cortinas rompevientos se conforman de 'muros de vegetación' bajos, medios y altos, ya que diferentes estratos incrementan la protección. En campo deben orientarse perpendicularmente a la dirección predominante del viento y paralela a los límites del terreno. Entre más alta sea la cortina, mayor será el área protegida y el espaciamiento entre cortinas, pudiendo presentarse alguna reducción en la velocidad del viento en una longitud equivalente a 20 veces la altura de la cortina (20H). La cortina se debe diseñar para obtener una densidad en la madurez del 50% al 60% de la densidad de una barrera sólida. De una a tres hileras de árboles o arbustos en la madurez proporcionan comúnmente la densidad deseada.

Las cortinas rompevientos deben ser lo más compactas posible para evitar infiltraciones de aire que formen corrientes turbulentas. Las separaciones más usuales son de 1 a 2 m entre arbustos y de 2 a 3 m entre árboles. La cortina debe localizarse de modo que no ocasione peligros de seguridad en los caminos y respetando los derechos de vía.

Se recomienda solo una especie por hilera, evitando alternar especies por las variaciones de crecimiento.

#### Observaciones

La Ley No. 284 del 11 de junio de 1985 promulgada en Santo Domingo de Guzmán, Distrito Nacional, Capital de la República Dominicana establece que "toda cerca o vallado de madera o palo que se instale o se repare en las áreas urbanas o rurales del país deberá realizarse con setos vivos de árboles de producción forestal, frutal, maderera o de alimentos para el ganado."

#### Bibliografía útil

- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. PRESAAC. (2016). *Sistemas silvopastoriles establecimiento y uso en República Dominicana*. Santo Domingo, República Dominicana. IICA. 48p.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección Nacional de Administración y Coordinación de Proyectos & GTZ. (2007). *Manual de Agroforestería*. Paraguay. Proyecto Manejo Sostenible de Recursos Naturales, 45p.
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Plan nacional de restauración forestal 2014-2017*. Quito, Ecuador. 50p.

Figura 11. Esquema de plantación de módulo de Aprovechamiento: Cercas vivas y Cortinas rompe vientos

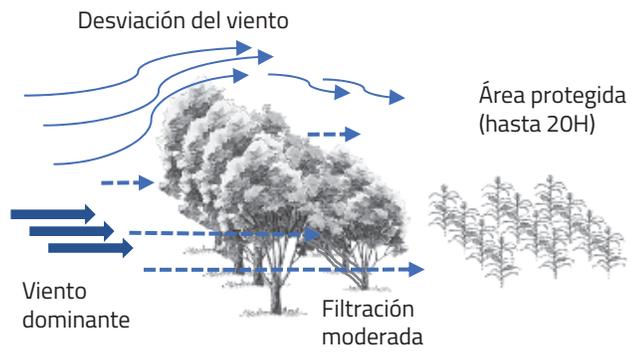
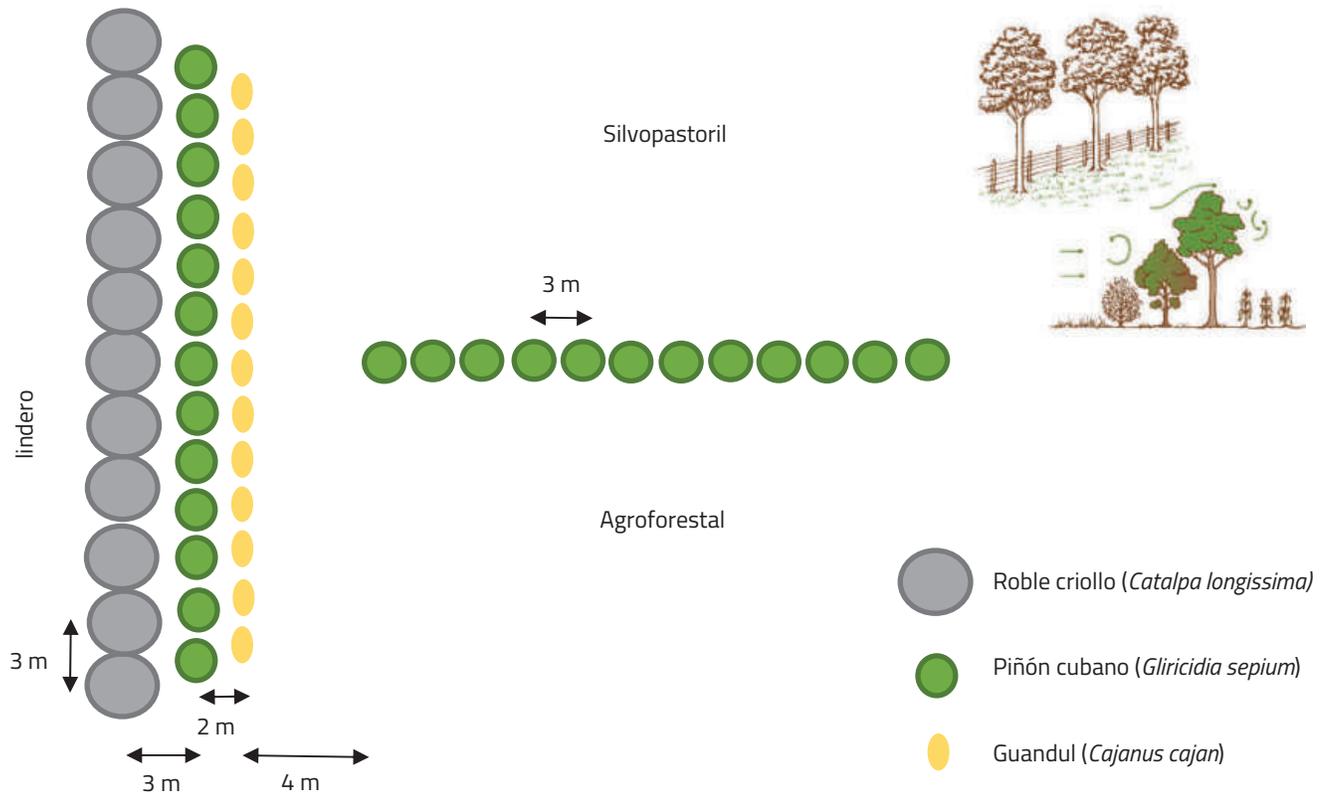


Imagen objetivo



## AF10. Módulo de aprovechamiento

### Apícola

#### Objetivo

Producir miel y otros productos como jalea real, propóleos y polen a través del establecimiento de un grupo de colmenas (apiario) colocadas en un lugar estratégico.

#### ¿Qué resuelve?

Constituye una alternativa productiva complementaria a la agricultura al mismo tiempo que es una actividad compatible con la conservación de los recursos forestales de la comunidad. Coadyuva en la generación de mayores ingresos para la población y proporciona grandes beneficios por la polinización de cultivos y especies diversas.

#### ¿Dónde o cuándo utilizarlo?

El apiario puede instalarse en una fracción de terreno dentro de cualquiera de los Módulos de Aprovechamiento debido a que todos cuentan con una propuesta de especies multiusos entre cuyas propiedades está ser melíferas. Es muy recomendable por ejemplo en cultivos de frutales, café y cacao, debido a la diversidad de árboles existentes.

#### Características del área

**Topografía:** Debe situarse en terrenos preferentemente planos, protegidos del viento. Si la zona seleccionada es un cerro, es mejor ubicar las colmenas al pie del mismo.

**Orientación:** La orientación Este o Sur, favorece que las abejas vuelen más temprano en la mañana y trabajen hasta más tarde al atardecer, teniendo un efecto directo sobre la producción.

**Ubicación:** Como mínimo a 300 metros de distancia de viviendas, vías públicas y animales encerrados o amarrados. Dado que las abejas requieren transportar grandes cantidades de agua, es muy importante que haya agua corriendo y potable en un radio no mayor de 200 m del apiario.

Ubicar el apiario cerca de un lugar donde exista abundancia de flores. Las abejas dominan una zona de 2 a 3 km a la distancia. Cuanto más cerca se encuentren de las flores será más rápido y ligero el transporte de néctar y el resultado será un mayor rendimiento. Evitar lugares que sean húmedos, y en zonas de mucho calor, ubicar las colmenas en áreas sombreadas, pero que no sean sombras cerradas.

#### Descripción técnica

**Zona de vida:** Bosques húmedos y muy húmedos.

**Superficie mínima:** Para que el apiario sea eficiente en el uso del tiempo y en los viajes para control y trabajo en las colmenas se considera que debiera poder sostener la producción de 30-40 colmenas.

**Especies:** Además de las especies que ya forman parte de los Módulos de Aprovechamiento, se pueden incluir las siguientes en torno al apiario; Palma real, Caimito, Guáirano, Limoncillo o Quenepa, Cajuil y Jobo de puerco.

**Distancia y acomodo:** La separación entre las colmenas dentro de un apiario debe ser de 1.5 a 2 m de distancia entre una y otra.

El apiario debe situarse en un lugar de fácil acceso, limpio de insectos, nivelado y seco, donde se pueda transitar libremente por detrás de las colmenas con el fin de realizar las diferentes actividades de manejo que sean necesarias.

Cada colmena se coloca sobre una base resistente que tenga altura mínima de 20 cm del suelo. El material comúnmente utilizado para las colmenas es la madera, porque satisface los requerimientos de aislamiento térmico adecuado, bajo peso y resistencia a golpes.

Los apiarios se deben establecer con las piqueras en contra de los vientos dominantes y ligeramente inclinados hacia el frente para ayudar a las abejas a regular la temperatura y humedad del nido de la colonia.

Es importante proteger al apiario de los vientos fríos y fuertes mediante la instalación de barreras naturales que formen cercas vivas. Lo más recomendable, es elegir plantas que conserven el follaje en su parte baja formando una barrera tupida y de preferencia usar plantas melíferas.

Para garantizar una buena producción de las colmenas, se recomienda situar los apiarios a una distancia mínima de 2.5 km., entre uno y otro.

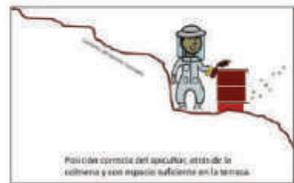
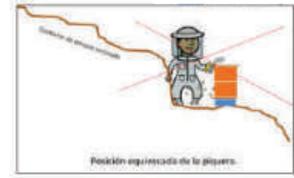
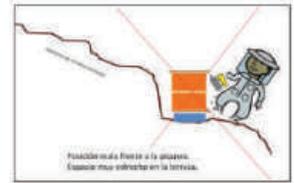
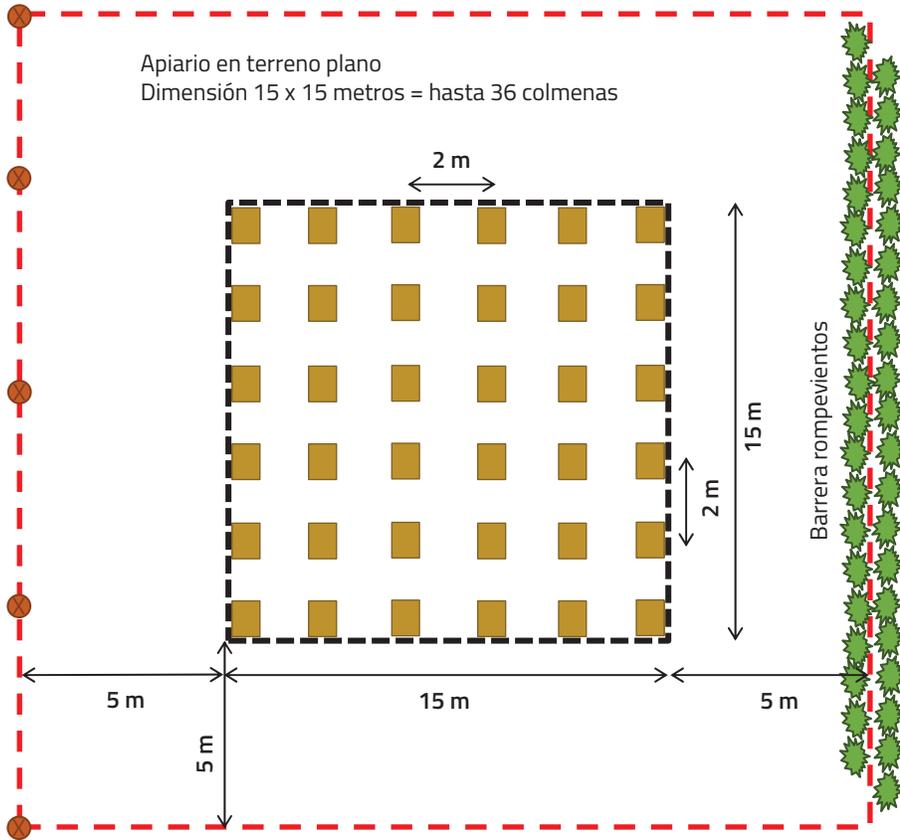
#### Observaciones

El objetivo de un buen apicultor debe ser colocar en el envase una miel de tan alta calidad como la que sus abejas almacenaron en los panales. Para eso, debe seguir con cuidado una serie de pasos que le permitan llevar la miel desde el panal al consumidor sin alterar la calidad primaria del producto. El adecuado conocimiento y correcta ejecución de los conceptos y procedimientos que conforman este sistema productivo precisa de asesoría y capacitación continua por parte de especialistas, así como la consulta de guías técnicas especializadas que permitan definir un objetivo de producción alcanzable.

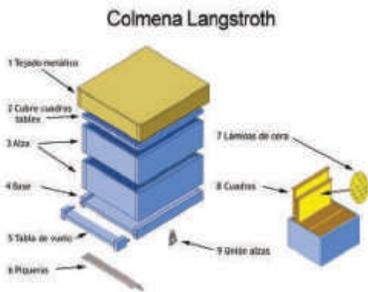
#### Bibliografía útil

- David., R. (2008). *Manual de apicultura básica*. Manuales del Ciclo Básico de Educación Agraria, 36–39.
- *Establecimiento y Manejo de Apiarios Municipio de Guayabo*. Extraído de: <http://www.cedaf.org.do/proyectos/>
- <https://materialdeapicultura.com/instalacion-de-un-apiario/>

Figura 12. Esquema de plantación de módulo de aprovechamiento Apícola



Consideraciones para terrenos inclinados



Tipo de colmena más utilizado



Ubicación

Imagen objetivo



# AF11. Módulo de aprovechamiento

## Huerto casero mixto

### Objetivo

Proveer a la familia de productos que satisfagan todas o algunas de sus necesidades alimentarias, combinando árboles y/o arbustos de uso múltiple, con cultivos anuales y perennes y animales en las parcelas de hogares individuales, obteniendo diversos alimentos a un costo menor que el precio del mercado, lo cual permitirá el ahorro en el gasto familiar.

### ¿Qué resuelve?

El autoabastecimiento legitima el derecho al acceso a alimentos sanos para las personas y el ambiente; pueden elegir sus alimentos y las formas de producirlos e intercambiarlos. Proporciona suficientes alimentos variados para toda la familia durante todo el año o por varios meses e ingresos con la comercialización de productos del huerto. Fortalece la integración familiar y los lazos de amistad con el intercambio de material vegetativo.

### ¿Dónde o cuándo utilizarlo?

Particularmente importante en aquellas comunidades que se encuentran aisladas de los grandes centros poblados. En sitios con necesidad de acceso seguro y permanente a un nivel suficiente y adecuado de alimentos nutritivos e inoocuos que satisfagan las necesidades alimentarias familiares durante todo el año.

### Características/requerimientos del área

El huerto casero se adaptará a diversos tipos de condiciones físico-ambientales y culturales, por lo que las características de altitud, temperatura, precipitaciones y humedad de cada comunidad, así como las preferencias de las familias, condicionarán las especies a establecer. El suelo siempre debe ser fértil y la orientación debe permitir una buena cantidad de horas de luz directa por lo que hay que orientar las franjas de norte a sur.

De preferencia, el huerto debe estar cerca de la casa y de una fuente permanente de agua para un mejor aprovechamiento y manejo. Puede estar delimitado con cercas vivas o con materiales como alambre, malla ciclón o un muro de piedra. Si el terreno tiene alguna inclinación es recomendable la construcción de obras de conservación de suelos como barreras vivas, barreras muertas y zanjas.

### Descripción técnica

**Superficie mínima del módulo:** De 70 a 80 metros cuadrados para una familia de 2 personas y de 120 a 130 metros cuadrados por familia de cuatro personas.

### Especies útiles:

Árboles frutales, árboles maderables, plantas forrajeras, hortalizas, verduras, plantas medicinales, plantas comestibles, aromáticas, etc. Incluir plantas que atraigan polinizadores.

### Distancia y/o densidad de plantación:

Árboles con separación de 3 a 4 metros.

Las hortalizas y cultivos en camas de 1 m de ancho por <15 m de largo con pasillo de 0.5 a 0.7 m.

Se hará la elección de hortalizas de consumo al gusto particular de cada familia cumpliendo con los cuatro tipos de cultivos (raíz, semilla y fruto, tallos y flor, hoja). Enseguida los trabajos preliminares que incluyen cercado de la huerta, limpieza del terreno y nivelación. Es muy conveniente que el terreno tenga una ligera inclinación, así el agua de riego o de lluvia que no es aprovechada por los cultivos puede escurrir fácilmente. Preparación del suelo, dando vuelta a la tierra dejándola suelta y mullida, así las raíces podrán desarrollarse mejor y la planta tendrá muchos beneficios.

Las camas altas son ideales cuando se dispone de poco terreno, permiten aprovechar bien el espacio. Se marcan franjas de 1 metro de ancho y no más de 15 metros de largo, dejando un pasillo de 50-70 cm entre ellas y las semillas se colocan directamente en el terreno donde crecerán. Este método se usa para hortalizas con semillas grandes que sean resistentes. Cuando la semilla es muy pequeña y necesita cuidados especiales para germinar se utilizan almácigos para después trasplantar.

En lo posible, hay que asegurarse agua para el riego. En el caso que no se disponga de agua, es necesario establecer huertos con especies forestales que retengan la humedad en el suelo y permitan que otros cultivos puedan crecer.

Los árboles requerirán de podas sanitarias, de formación y de producción en sus distintas etapas de desarrollo y así mismo, se deberá establecer un programa de mantenimiento que incluya la fertilización con abonos orgánicos, la siembra de abonos verdes y el control de malezas, plagas y enfermedades.

### Observaciones

Los huertos caseros representan uno de los espacios más importantes en la transmisión y generación de conocimientos y pueden ser un camino para la soberanía y seguridad alimentaria en entornos rurales.

### Bibliografía útil

- FAO (2014). *Una huerta para todos. Manual de auto-instrucción*. 5ta edición. Santiago de Chile, 289p.
- FAO, SAG, AEI, PESA. (2005). *Huerto Familiar Integrado*. Serie divulgativa. Proyecto Especial para la Seguridad Alimentaria. Honduras, 16p.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. (2017). *Huerto familiar. Manual de instalación*. México, 17p.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2008). *La huerta orgánica*. Buenos Aires. INTA. 68p.

Figura 13. Esquema de plantación de módulo de aprovechamiento: Huerto casero mixto

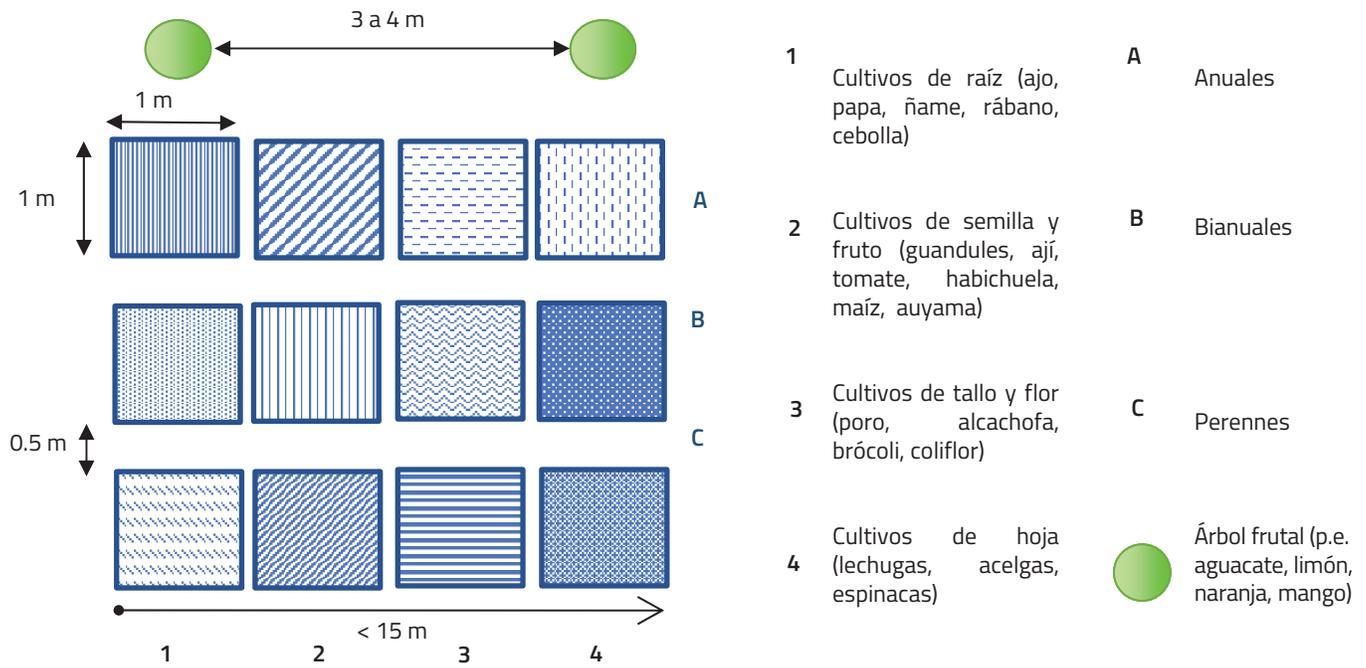
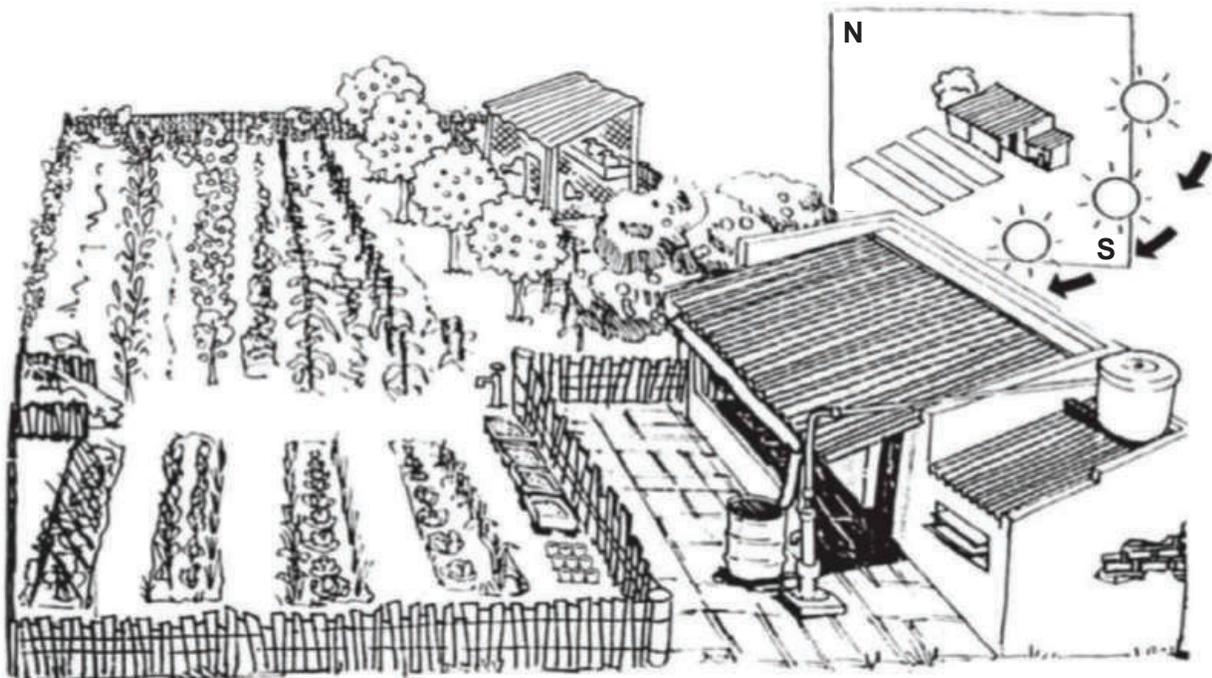


Imagen objetivo



# Bibliografía

Orlando Vargas (ed.). Estrategias para la restauración ecológica del bosque altoandino. El caso de la Reserva Forestal Municipal de Cogua, Cundinamarca. Grupo de Restauración Ecológica. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá. 2008.

Vargas, Orlando (ed.) Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. Grupo de Restauración Ecológica. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá. 2007.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Marco de Gestión Ambiental y Social (MGAS) REDD+, República Dominicana Banco Mundial/ Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques. Santo Domingo, República Dominicana. 27 septiembre 2019.

REDD+ República Dominicana. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Nivel de Referencia de Emisiones Forestales / Nivel de Referencia Forestal de la República Dominicana. Para pago por resultados de REDD+ bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Santo Domingo. Documento preliminar. Diciembre 2019.

CCAD, GIZ (2011) Tipos de bosques y contexto del mapeo de la cobertura forestal en Centroamérica y República Dominicana. Reunión de los enlaces técnicos para la temática MRV del Programa REDD-CCAD-GIZ.

García R., Roersch C. 1996. Política de manejo y utilización de los recursos florísticos de la República Dominicana. J. Ethnopharmacology. 51, 147-160.

Hager J., Zandoni T.A. 1993. La vegetación natural de la República Dominicana. Una nueva clasificación. Moscosoa 7, 39-81

Heindrichs T. 2014. Pagos por servicios ambientales (PSA) en PROCARYN. Concretar Fondos Nacionales e Internacionales para la Conservación de los Recursos Hídricos de la República Dominicana.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2014. Quinto Informe Nacional de Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales 80pp.

Orgaz A.F. 2014. El ecoturismo en los humedales: análisis de las potencialidades de República Dominicana. Revista Rosa dos Ventos 6(I), 4-18.

Rodríguez A.R.(2004). Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina. Informe Nacional República Dominicana. Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales. FAO. 78 pp.

Rodríguez F.L.E. 2016. Caracterización de la variabilidad poblacional de *Pinus occidentalis* Swartz en la República Dominicana mediante pruebas morfoanatómicas y moleculares. Tesis para obtener grado de doctor. Universidad de Córdoba.

Suazo I. 2013. Políticas públicas para el incremento de la cobertura forestal. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales 14 pp.

Wanger B. 2000. Pastoreo extensivo en ovinos y caprinos y su efecto en la biodiversidad en la región sur de la República Dominicana. 36 Memoria anual de la Sociedad Caribeña de Cultivo alimenticios. Boca Chica, Santo Domingo, República Dominicana.

Ahmad, Q.K. et al. 2001. Cambio climático 2001: impactos, adaptación y vulnerabilidad. Informe del Grupo de Trabajo II del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Anexo B: Glosario. Suiza: Secretaría del IPCC. 91 pp. <https://archive.ipcc.ch/ipccreports/tar/vol4/spanish/pdf/wg2sum.pdf>

Conafor. 2013. Bosques, cambio climático y REDD+ en México. Guía básica. Área de Proyectos y Mercados Forestales de Carbono adscrita a la Coordinación General de Producción y Productividad de la Comisión Nacional Forestal (Conafor). México. 88 pp.

FAO. S.f. La FAO, los bosques y el cambio climático. Trabajando con los países para hacer frente al cambio climático por medio de la gestión forestal sostenible. S.I. 19 pp.

Heindrichs T. 2014. Pagos por servicios ambientales (PSA) en PROCARYN. Concretar Fondos Nacionales e Internacionales para la Conservación de los Recursos Hídricos de la República Dominicana.

IPCC, 2013: Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI\\_AR5\\_glossary\\_ES.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf)

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2014. Quinto Informe Nacional de Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 80 pp.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2019. Marco de Gestión Ambiental y Social (MGAS) REDD+, República Dominicana Banco Mundial/ Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques. Santo Domingo, República Dominicana. 27 septiembre 2019. 353 pp.

REDD+ República Dominicana. 2019. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Nivel de Referencia de Emisiones Forestales / Nivel de Referencia Forestal de la República Dominicana. Para pago por resultados de REDD+ bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Santo Domingo. Documento preliminar. Diciembre 2019. 78 pp.

Rodríguez A.R. (2004). Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina. Informe Nacional República Dominicana. Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales. FAO. 78 pp.

Suazo I. 2013. Políticas públicas para el incremento de la cobertura forestal. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales 14 pp.

BirdLife International. Important Bird Areas factsheet: Parque Nacional Montaña La Humeadora. <http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/parque-nacional-montana%20la-humeadora-iba-dominican-republic/text> (consultado el 23-feb-2021)

Foro Nacional de Áreas Protegidas. Parque Nacional Luis Quin. <https://foronacionaldeareasprotegidas.blogspot.com/2019/02/> (consultado el 23-feb-2021)

Juan Modesto Rodríguez. Parque Nacional Máximo Gómez. Econo-notas. <https://econonotas1.blogspot.com/2016/01/parque-nacional-maximo-gomez.html> (consultado el 23-feb-2021)

Juan Modesto Rodríguez. Reserva Científica Loma Barbacoa. Econo-notas. <https://econonotas1.blogspot.com/2014/04/reserva-cientifica-loma-barbacoa.html> (consultado el 22-feb-2021)

Marvin Melgar Ceballos. Construyendo una visión de desarrollo del Parque Nacional Juan Bautista Pérez Rancier y del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de República Dominicana. Escuela de Planificación Orgánica Evolutiva (EPOE). Diciembre 2005. 122 pp.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. "Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Categorías y Subcategorías". Gobierno de la República Dominicana. Octubre, 2019. <https://ambiente.gob.do/wp-content/uploads/2019/11/ESTADISTICA-RESUMEN-POR-CATEGORIA-Y-SUBCATEGORIA-octubre-2019.pdf> (consultado el 19-feb-2021)

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Gobierno de la República Dominicana. <https://ambiente.gob.do> (consultado el 19-feb-2021)

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Monumento Natural Reserva Antropológica Cuevas de Borbón o Pomier. Plan de Manejo 2015-2020. PNUD; GEF; SINAP. Febrero 2015. 79 pp. Disponible en: <http://caribbean-rris.biopama.org/sites/default/files/2020-03/Plan%20de%20Manejo%20MN%20Cuevas%20de%20Borbon.pdf>

Cotler, Helena (comp.). 2007. El manejo integral de cuencas en México: Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología. Segunda edición. México. 347 pp.

Vargas, Orlando (ed.). 2007. Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. Grupo de Restauración Ecológica. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá.

Vargas Ríos, Orlando. 2011. Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. Acta Biológica Colombiana, Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, vol. 16, núm. 2. Bogotá, Colombia. pp. 221-246.

Mola, Iñaki; et al. 2018. Guía práctica de restauración ecológica. Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica. 90 pp.

Faustino, J.; Jiménez, F. 2000. Manejo de Cuencas Hidrográficas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza; Área de Cuencas y Sistemas Agroforestales. Turrialba, Costa Rica.

Vanegas López, M. 2016. Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias. CONAFOR, CONABIO, GEF-PNUD. México. 158 pp.

*Este documento esta dedicado a los habitantes de las comunidades de Algarrobo, Arroyo Higüero, Castaño, El Caobal, El Fundo, Loma Verde y San Francisco, quienes durante la ejecución de este trabajo nos acompañaron, se involucraron y lo hicieron suyo. Esperamos promover la cultura y educación ambiental, y fomentar la protección a la naturaleza.*

*En nombre del equipo, nuestro respeto, cariño y admiración para todas y todos.*