

ISSN 0798-2437

REVISTA FORESTAL LATINOAMERICANA

FUNDACIÓN
IFL

Instituto Forestal
Latinoamericano

REVISTA FORESTAL LATINOAMERICANA

56 VOLUMEN 30 – NÚMERO ÚNICO 2017 - 2019

La Revista Forestal Latinoamericana es una publicación semestral editada por el Instituto Forestal latinoamericano (IFLA), en Mérida, Venezuela; de carácter científico, especializada en el ámbito del manejo forestal, ordenamiento territorial, manejo de cuencas, ecología, restauración de ecosistemas, ambiente y tecnología de la madera. Esta publicación se encuentra indexada en Catálogo LATINDEX, REVENCYT, Periódica (UNAM, México), Thomson Gale, CAB Abstracts. La revista se encuentra disponible para el público en general en el portal www.saberula.ula.ve. Las solicitudes de canje, suscripción y donación pueden enviarse al Comité editorial por medio de la siguiente dirección: Instituto Forestal Latinoamericano, Vía Chorros de Milla, Núcleo Forestal, Edificio IFLA. Apartado p 36. Mérida, Venezuela. También por medio de correo electrónico: ifla.ifla@gmail.com.

INSTITUTO FORESTAL LATINOAMERICANO

CONSEJO DIRECTIVO

Dirección de Patrimonio Forestal (MINEC)
Oficina Sectorial de Gestión y Cooperación Internacional (MINEC)
Francisco Rivas. Universidad de Los Andes (ULA)
Fidel Francisco Ferrer Hajos. Director Ejecutivo (IFLA)

COMITÉ EDITORIAL

Editor Responsable
Fidel Francisco Ferrer Hajos
Editores Asociados
Francisco Rivas
José Armando Rondón

CONSULTORES DE ARBITRAJE

Adriana Padilla (ULA-LABONAC)	José Pérez Roa (CIDIAT)
Alfredo Maggiorani (INIA)	Leonardo Lugo Salinas (ULA-IF)
Alexander Barrios	Lilian Bracamonte (ULA-LABONAC)
Alicia Cáceres (UCV-IBE)	Lino Valera (ULA-INDEFOR)
Amarilis Burgos (ULA-ETSUFOR)	Manuel Costa (UV-JARDIN BOTANICO-ESPAÑA)
Argenis Mora (ULA-DPTO.BOSQUES)	María Eugenia Benítez Torres (MINEC)
Cariños García (ULA-ICAE)	Mauricio Jerez (ULA-CEFAP)
Carmen García (UNESUR)	Miguel Cabeza (CIDIAT)
Clifford Peña (ULA-GIMEFOR)	Miriam Díaz (UNEFM-CIEZA)
Domingo Sánchez (ULA-INDEFOR)	Nahúm Sánchez Vargas (UMSNH-IIAF-MEXICO)
Eduardo Escalante (ULA-GIMEFOR)	Pablo Ninin (ULA-LABONAC)
Ernesto Arends (ULA-IF)	Pedro Trejo (ULA-IF)
José Alexander Parra (ULA-IF)	Raúl Vidal (ULA-IF)
José Carlos Leite (UFMT-GERA-BRAZIL)	Styles Valero (ULA-LABONAC)
José Lozada (ULA-IF)	Vicente Garay (ULA-INDEFOR)

Documentación e informática Aida Eliana Andrade C.
Diseño de Portada y Maquetación Interna Julie Vera Ramírez CENDITEL
Fotografía de Portada Julie Vera Ramírez - CENDITEL - ULA
Depósito legal pp. 198102 ME 433. ISSN 0798-2437



Revista Forestal Latinoamericana por Instituto Forestal Latinoamericano (IFLA)
se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Índice general

Editorial	I
Artículos	
Detección de Cambios y Análisis de la Fragmentación de la Cobertura Forestal, Cuenca del Mucujún, Estado Mérida, Venezuela <i>Julian Gutiérrez y Ramón Osorio</i>	2
Detección de Cambios y Análisis de la Fragmentación de la Cobertura Forestal: un indicador de sostenibilidad Municipio Gondomar, Galicia, España <i>Julian Gutiérrez y Jaime Peón</i>	30
Consultorías empresariales en el sector productivo brasileño de viviendas en madera <i>Victor De Araujo, Maristela Gava y José Nivaldo García</i>	57
Determinación de plaguicidas organoclorados en suelos agrícolas de un estrato altitudinal del municipio Rivas Dávila, estado Mérida Venezuela. <i>Fernando Méndez, Alí Sulbarán, Dariana Erazo, Jorge Uzcátegui, Johana Peña, Yelinda Araujo, Freddy Ampueda y Fernando Millán.</i>	75
Ensayo	
Contexto actual de las plantaciones forestales en Bolivia <i>Marcelo Vargas-Claros</i>	93
Sumario	
Segunda Comunicación Nacional ante La Convención Marco de Las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. 2017. Sumario <i>IFLA (Isabel Arias y Francisco Dávila)</i>	112
Instrucciones a los autores	178

EDITORIAL

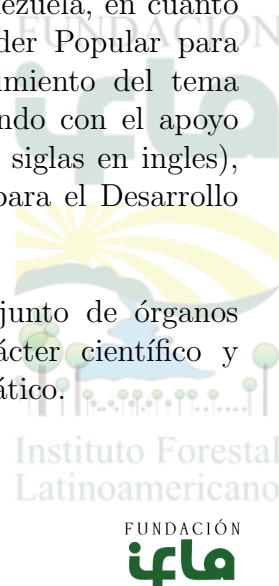
Siendo este un número especial de nuestra Revista Forestal Latinoamericana, hemos querido presentarles un compendio de trabajos abarcando los ámbitos de desarrollo y producción forestal, manejo de suelos y plantaciones forestales en los siguientes títulos:

- Detección de Cambios y Análisis de la Fragmentación de la Cobertura Forestal, Cuenca del Mucujún, Estado Mérida, Venezuela
- Detección de Cambios y Análisis de la Fragmentación de la Cobertura Forestal: un indicador de sostenibilidad Municipio Gondomar, Galicia, España
- Consultorías empresariales en el sector productivo brasileño de viviendas en madera
- Determinación de plaguicidas organoclorados en suelos agrícolas de un estrato altitudinal del municipio Rivas Dávila, estado Mérida Venezuela.
- Contexto actual de las plantaciones forestales en Bolivia

Adicionalmente, en el año 2017 el Gobierno de la Republica Bolivariana de Venezuela tuvo el honor de presentar la Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, ante la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC).

La elaboración de la Segunda Comunicación Nacional en Cambio Climático (SCNCC), muestra el compromiso y la voluntad del Gobierno Bolivariano de Venezuela, en cuanto a la necesidad planteada por las autoridades del Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas (Minea), de divulgar ampliamente el conocimiento del tema del cambio climático en el país. Esta comunicación se elaboró contando con el apoyo financiero del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en ingles), y la colaboración permanente del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), como agencia implementadora.

Este informe significo un esfuerzo nacional, constituido por un conjunto de órganos del poder público (ministerios), así como de instituciones de carácter científico y universidades del país, a través de expertos en materia de cambio climático.



La Segunda Comunicación fue estructurada en seis capítulos, siguiendo las directrices emanadas de la CMNUCC, para la preparación de comunicaciones nacionales. Y en este fascículo hemos querido presentar sumarios de tres áreas que nos ofrecen la información formal actualizada referente al status de nuestro país en materia de Cambio Climático, a saber:

- I. Acciones con incidencia en la adaptación y mitigación a los efectos del cambio climático.
- II. Capacidades nacionales para el logro del objetivo de la Convención.
- III. Obstáculos y necesidades para la adaptación y la mitigación.

Esperamos, sea de su interés y provecho a modo de abreboca a tan importante documento en el ámbito ambiental en el territorio venezolano.

ARTÍCULOS

Articles



Detección de Cambios y Análisis de la Fragmentación de la
Cobertura Forestal, Cuenca del Mucujún, Estado Mérida,
Venezuela

Forest cover change detection and fragmentation analysis, Mucujún
watershed, Mérida State, Venezuela.

Julian Gutiérrez¹

Ramón Osorio²

Fecha de recepción: 26/12/2018

Fecha de aceptación: 10/12/2019

Resumen

Se evaluaron los cambios en la superficie forestal así como su fragmentación, mediante procesamiento digital de imágenes satelitales, Cuenca del Río Mucujún, Estado Mérida, Venezuela. Con los siguientes resultados, para el año 1988 la superficie boscosa era de 4.902,12 has, para 1996 esa superficie aumentó a 6.331,77 has, y para el 2015 pasa a 6.715 has, representando un 25,59 %, 33,06 %, y 35,07 % respectivamente de la superficie de la cuenca. Sobre la fragmentación de los bosques, se calcularon para cada año los siguientes índices: Número de Parches, para el 1988 había 358 parches, el 1996 con 220, y 190 para el 2015; Densidad de Parches, 1,87 para 1988, 1,35 para 1996, y 1,15 en el 2015; Índice del Parche Mayor, el mismo para 1988 representaba el 13,94 %, para 1996 el 16,05 %, y para 2015 el 18,14 %; y Área Media de Parches, para el 1988 era de 17,69 has, 22,28 has para 1996, y 25,25 has para 2015. Se concluyó que la cobertura forestal no solamente aumento netamente del año 1988 al 2015, además la fragmentación disminuyó, lo que implica que los beneficios del ecosistema bosque se ven potenciados, así como los efectos negativos de su fragmentación se ven disminuidos.

Palabras clave: Bosques, Cambios, Fragmentación, Imágenes satelitales, Cuenca Mucujún, Venezuela.

¹Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Vía Chorros de Milla, Mérida, Edo. Mérida, Venezuela.

²Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Vía Chorros de Milla, Mérida, Edo. Mérida, Venezuela.

Abstract

The changes in the forest area as well as its fragmentation were evaluated, through digital processing of satellite images, Mucujún River Basin, Mérida State, Venezuela. With the following results, for the year 1988 the forested area was 4,902.12 hectares, for 1996 that area increased to 6,331.77 hectares, and for 2015 it reaches 6,715 hectares, representing 25.59%, 33.06%, and 35.07% respectively of the surface of the basin. On the fragmentation of the forests, the following indices were calculated for each year: Number of Patches, for 1988 there were 358 patches, 1996 with 220, and 190 for 2015; Patch Density, 1.87 for 1988, 1.35 for 1996, and 1.15 in 2015; Index of the Major Patch, the same for 1988 represented 13.94%, for 1996 16.05%, and for 2015 18.14%; and the Average Area of Patches, for 1988 it was 17.69 hectares, 22.28 hectares for 1996, and 25.25 hectares for 2015. It was concluded that the forest cover not only increased sharply from 1988 to 2015, but also the fragmentation decreased, which implies that the benefits of the forest ecosystem are enhanced, as well as the negative effects of its fragmentation are diminished.

Keywords: Forests, Changes, Fragmentation, Satellite images, Mucujún Basin, Venezuela.

Introducción

De acuerdo a Gutierrez y Peon (2018) uno de los aspectos que garantiza un desarrollo sustentable es la preservación de los bosques, estos constituyen uno de los hábitats más importantes desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad y por los servicios que ofrecen al hombre, leña para consumo local en comunidades rurales, regulación del recurso hídrico en cantidad y calidad, productos forestales no maderables, preservación de la biodiversidad, regulación del clima local y regional haciéndolo menos extremo, sumidero de carbono y generación de oxígeno, entre otros, y en resumen garantizan calidad de vida. Basados en lo anterior se deduce la importancia de analizar el proceso de deforestación y degradación de las coberturas boscosas así como sus causas.

En la mayoría de países la deforestación ha aumentado de forma alarmante, según FAO (2016) *En el período 2000-2010, se registró una pérdida neta de bosques de 7 millones de hectáreas anuales en los países tropicales y un aumento neto de los terrenos agrícolas de 6 millones de hectáreas al año. La mayor pérdida neta de bosques y el mayor incremento neto de terrenos agrícolas durante este período se produjeron en el grupo de países de ingresos bajos, donde las poblaciones rurales están aumentando. La agricultura*

comercial a gran escala origina aproximadamente el 40 % de la deforestación en los trópicos y los subtrópicos; la agricultura de subsistencia local, el 33 %; la infraestructura, el 10 %; la expansión urbana, el 10 %; y la minería, el 7%. Sin embargo, existen variaciones significativas según la región: por ejemplo, la agricultura comercial origina casi el 70 % de la deforestación en América Latina, pero solo un tercio en África, donde la agricultura a pequeña escala constituye un factor más significativo de la deforestación. Es evidente que el crecimiento poblacional, con las necesidades humanas de alimentos, vivienda, comodidades, etc., junto al modelo económico predominante, es el motor que promueve la pérdida de superficies boscosas, estamos presionando los ecosistemas de forma alarmante.

A pesar de lo anterior, existen algunos países en los que el panorama es algo tranquilizador, aunque no extraordinario, lo que nos conduce a concluir que con leyes restrictivas y figuras de protección podemos controlar la pérdida de nuestros bosques. En Venezuela, a pesar de algunas referencias preocupantes como Hernández y Pozzobón (2002), al igual que Pacheco et al., (2011), que al analizar la dinámica de la deforestación del país concluyó que “El período entre 1982 y 1995 ha sido el más crítico para todo el país, por presentar la tasa promedio anual de pérdida más alta del período con -0,93 % (-528.522ha). A pesar de que en la última década ha habido una recuperación del bosque de 3,27 % (1.631.600ha), debido principalmente al proceso de expansión natural, la deforestación continúa, de manera alarmante, con pérdidas de -288.000ha/año”, también se encuentran estudios que demuestran que no todo está perdido, según Gutiérrez (1999), en un estudio del cambio de la cobertura forestal determinó que en la cuenca del Río Mucujún, Estado Mérida, Venezuela, misma área de este estudio, se ha recuperado la cobertura forestal, pasando de 5.447,52 a 6.324,66 has para el periodo de 1.988 a 1.996, concluyendo que una de las causas de tal recuperación es que la cuenca fue protegida con la figura de Reserva Hidráulica en 1986 ([Gutiérrez, 1999, Pacheco et al., 2015]), además que buena parte de su cuenca alta está protegida también por la figura del Parque Nacional Sierra de la Culata.

Igualmente Gutiérrez et al. (2013) y Pacheco et al., (2015) confirman la recuperación parcial de la cubierta forestal, ya que según sus estudios, se comprueba que “la cobertura forestal en la Cuenca del Mucujún ha aumentado durante el periodo en estudio 1952-2009” [Gutiérrez et al., 2013], y “en la subcuenca del río Mucujún las ganancias superaron ampliamente las pérdidas” [Pacheco et al., 2015].

Es evidente que si se protegen las cuencas mediante figuras administrativas que garanticen su preservación se garantizan los beneficios que estas nos pueden ofrecer. Es importante resaltar las ventajas que tienen las tierras forestales sobre otro tipo de uso de

la tierra, según Guevara (2000): “los bosques son conocidos como los mejores protectores del suelo, inclusive mejor que los pastos; una cuenca cultivada con pastos produce mayor escorrentía que cuando se cubre con árboles, dicho de otro modo, plantando árboles en una cuenca vegetada con pastos puede reducir la escorrentía en un 20 %”, y como sabemos, los suelos son la base de la agricultura y la agroforestería, sustento de la alimentación de las poblaciones del mundo.

Según Varma et al., (2000) la sostenibilidad en el manejo del bosque y sus criterios e indicadores se derivan de los principios guía del manejo forestal sostenible, fomentando el mantenimiento de los diferentes valores forestales. Para una visión general de la FAO de tales iniciativas, Lanly (1995) muestra consenso en la caracterización del manejo forestal sustentable a través de 6 criterios: (1) extensión de los recursos forestales; (2) conservación de la diversidad biológica; (3) salud y vitalidad del bosque; (4) funciones productivas del bosque; (5) funciones protectoras del bosque; y (6) necesidades sociales y económicas relacionadas al bosque.

La fragmentación del bosque es otro aspecto que se analiza en este trabajo, la misma es producto de los procesos de cambios de uso. La fragmentación forestal ocurre cuando una gran superficie de bosque continuo es dividida en pequeños bloques (parches) por carreteras, actividades agrícolas, urbanización, u otro desarrollo. Este proceso reduce las funciones del bosque como hábitat para muchas especies vegetales y animales, ya que incrementa la vulnerabilidad de las especies al transitar entre parches, aislamiento de las poblaciones, limitación de las migraciones de especies a través de las áreas deforestadas, debido al incremento del borde del hábitat a expensas del interior del mismo, a la reducción de su área total, asimismo, reduce la efectividad del bosque para desarrollar otras funciones, como la purificación del agua y aire. Se pueden revisar tales efectos en [Laurance y Bierregaard, 1997, Acosta, 2001, Fahrig, 2003, Goparaju et al., 2005, Alig et al., 2005, Bouroncle, 2008, Sosa, 2008, Villavicencio et al., 2012] Igualmente, se pueden revisar los ejemplos de análisis de fragmentación siguientes: [Batistella et al., 2000, Riitters et al., 2002, Butler et al., 2004, Phillips y Navarrete, 2009, Viña y Estevez, 2013, Coronado, 2014, Galvan et al., 2015, Kayiranga et al., 2016, Kumari et al., 2017]

A su vez, Thompson et al., (2013) al diseñar una infraestructura operacional para definir y monitorear la degradación forestal, proponen una serie de criterios (5) e indicadores para tal fin, son: (1) Funciones productivas: Individuos en crecimiento, Productos Forestales No Maderables; (2) Biodiversidad: Estado del ecosistema, Fragmentación del Bosque, Abundancia de Especies; (3) Perturbaciones inusuales: Invasión de especies foráneas, Incendios; (4) Funciones protectoras: Erosión del suelo, Producción de agua; (5) Almacenamiento de carbono: Carbón almacenado, Especies arbóreas de maderas de

densidad alta. Vemos entonces que el análisis de la fragmentación del bosque es un factor importante para conocer el nivel de la degradación del mismo, y por lo tanto el nivel de la sostenibilidad en su manejo.

Este estudio tiene por finalidad evaluar las cifras de cambios en la cobertura forestal, para confirmar las tendencias de recuperación de ser así, así como la fragmentación del bosque y verificar si continuamos gestionando el bosque con criterios de sostenibilidad, durante el periodo comprendido entre los años 1988, 1996 y 2015, para la Cuenca del Río Mucujún, Estado Mérida, reserva hidráulica de la Ciudad de Mérida.

Materiales y Métodos

Área de estudio

La cuenca del Río Mucujún se encuentra ubicada entre las siguientes coordenadas geográficas: $08^{\circ} 35'39''$ y $08^{\circ} 49'27''$ de latitud Norte $70^{\circ} 58'30''$ y $71^{\circ} 09'45''$ de longitud Oeste Geográficamente comprende una parte de los Andes Centrales Venezolanos en el Estado Mérida, está constituida por un valle longitudinal a la cordillera, muy cercana a la Ciudad de Mérida. Desde el punto de vista político-administrativo y según la Ley de División Político Territorial del Estado Mérida aprobada en 1.992, el área de estudio pertenece al Municipio Autónomo Libertador y ocupa la mayor parte del territorio de la Parroquia Gonzalo Picón Febres de este municipio. Se extiende desde la desembocadura del mismo en el Río Chama, en las cercanías de la Ciudad de Mérida, a 1.400 m.s.n.m., hasta su nacimiento a 7,75 Km, aguas arriba, a 4.400 m.s.n.m. , ocupando una superficie aproximada de $194,9 \text{ Km}^2$ o 19.450 has (Figura 1) . Forma parte de una fosa tectónica, definida por una serie de fallas, producto de la intensa actividad orogénica que se ha venido dando a través del tiempo, la cual constituye uno de los factores principales en su configuración. Esta presenta dos sistemas morfológicos bien definidos: el primero, constituido por dos bloques bien levantados, representado por las vertientes y el segundo, un bloque deprimido que forma el fondo de valle, ambos se encuentran parcialmente delimitados por dos fallas principales, que tienen dirección NE-SW, extendiéndose una de ellas por la margen derecha del Río Mucujún y la otra por la vertiente izquierda, Gutiérrez (1999).

La cuenca presenta una topografía bastante accidentada, con predominio de pendientes fuertes a muy fuertes, en el sector de vertientes del conjunto montañoso y de colinas, con valores que fluctúan entre el 30 y el 50 %, y de pendientes suaves a moderadas en las acumulaciones cuaternarias, cuyos valores oscilan entre el 10 y el 20 %. Así mismo presenta taludes en los bordes de los depósitos que van desde 10-20 metros y

mayores. La Formación Sierra Nevada incorpora a los suelos un alto contenido de arena y moderado o bajo porcentaje de limos y arcillas, confiriéndole a los suelos una textura franco arenosa, con una consistencia friable, ligeramente adherente, no plástica y de buena permeabilidad. Los depósitos del cuaternario restringidos al fondo de valle, están constituidos básicamente por material proveniente de la Formación Sierra Nevada. La Formación Palmarito, cuya composición litológica es de lutitas, limos y arenas, da a los suelos un porcentaje considerable de arcillas [Gutiérrez, 1999].

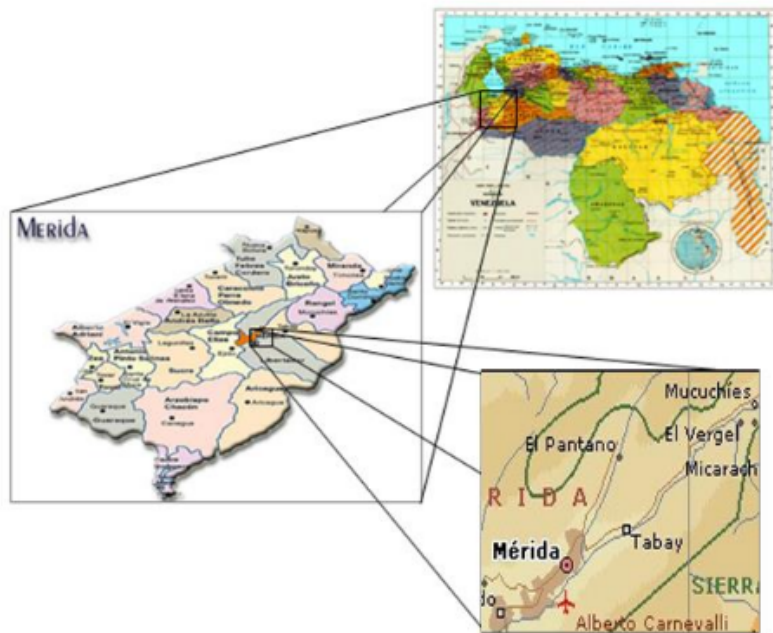


Figura 1: Ubicación relativa nacional y regional.
Fuente: Elaboración propia.

En la cuenca del Río Mucujún se presentan seis zonas de vida bien diferenciadas, según Holdridge (2000) éstas son: **Bosque Húmedo Montano Bajo (Bh-mb. 1.600-2.700 m.s.n.m.)**, El primer estrato está constituido por árboles que alcanzan de 15 a 25 m. de altura, buen desarrollo, con fustes lisos y tallos con diámetros hasta 30 cm, copas densas y entrecruzadas, cuyas especies representativas son Copey (*Clusia roseae*) y Say Say (*Weinmania sp.*). El segundo estrato constituido por especies que llegan hasta los 15 m de altura, citándose los géneros Inga, Micanis, Psidium y Croton. En otros sitios, sobre todo en las laderas se encuentra vegetación más baja y arbustiva, con alturas hasta de 2 metros, presentándose como un bosque secundario, en donde hay géneros como *Weinmania* y familias como *Myrtaceae* y *Solanaceae*. **Bosque muy húmedo Montano**

(**Bmh-M. 2.700-3.600 m.s.n.m.**), la vegetación, sobre todo en las partes más altas, ha logrado conservarse sin intervenciones, pero en algunas áreas de bosque secundario se puede observar que han sido utilizadas para el pastoreo y explotaciones agrícolas. En el bosque clímax se encuentran árboles entre 10 y 15 m., probablemente afectados por las bajas temperaturas, pudiéndose citar especies tales como: La Azucena de Loma (***Sobrelia violaceae***), gran número de helechos y epifitismo en alto grado, tales como líquenes y musgo. **Páramo Pluvial Sub-Andino (PP-SA)** y **Páramo Sub-Andino (P-SA, 3.600-4.100 m.s.n.m)**. En el páramo pluvial sub-andino se presenta la mayor densidad y altura de la vegetación, se observa otra constituida por una densa cobertura de gramíneas que llega hasta 0,5 m. de altura, con ejemplares de frailejón (***Espeletia schultzei***). **Tundra Pluvial Andina (Tp-A, 3.700-4400 m.s.n.m)**. El suelo está casi desnudo y las pocas plantas allí presentes tienen forma de almohadilla y roseta. El género representativo es el Frailejón (*Espeletia schultzei*). **Nival. (N, sobre los 4.400 m.s.n.m)**.

Hidrológicamente, la cuenca hace un arco conformado por los páramos de Tucaní, al NO, de Pan de Azúcar, al NE, y del Escorial al SE; su longitud promedio es de 31 Km. y la pendiente media del cauce es del 10%. Los afluentes más importantes se encuentran en la margen derecha y en orden descendente de importancia son las quebradas Las Verdes, La Torre, Ovalles, La Vergara, La Valencia, El Arado, El Robo, destacando La Cuesta como el tributario más importante. En las nacientes de algunas quebradas está presente un sistema de pequeñas lagunas de origen glaciar, destacando los sistemas de Las Verdes, La Vergara y La Cuesta. En la margen izquierda sobresalen las quebradas Los Jabillos, La Asunción, Caño Hondo, La Bolsa y La Barrosa por encima de la cota de los 2.600 m., mientras río abajo fluyen numerosos arroyos, Gutiérrez (1999).

En la cuenca se observa que las áreas que están por arriba de los 3.600 m.s.n.m. no están intervenidas y permanecen con sus características vegetacionales típicas para la zona de vida. La parte más baja, donde se extiende el valle, es el área más intervenida, allí se ve que la cubierta vegetal original desapareció en su mayor parte siendo, sustituida por diferentes usos, como el agrícola, el pecuario, el residencial y el turístico. En la zona de vida Bosque muy Húmedo Montano se notan grandes franjas de vegetación densa, que casi no han sido alteradas, tanto en la margen izquierda como en la derecha, quizás debido a las altas pendientes presentes, Gutiérrez (1999).

Materiales

En este estudio se utilizaron las imágenes Landsat TM + , LT40060541988004XXX03 del 04/01/1988 (Línea base), LT50060541996226XXX02 del 13/08/1996 (año 1), y LC80060542015006LGN00 del 06/01/2015 (año 2), adquiridas desde la página web del

USGS-Glovis, de las mismas se extrajeron mediante técnicas digitales las subimágenes que abarca la zona en estudio. Se utilizaron los programas Idrisi Selva, para el procesamiento digital de las imágenes y el cálculo de estadísticas de cambio de cobertura forestal, y el programa FRAGSTATS, para el análisis de fragmentación del bosque. Teniendo en cuenta que las imágenes utilizadas son Landsat, con un píxel de 30m, nos permite documentar una escala de trabajo de 1:25.000.

Métodos

Para alcanzar los objetivos propuestos en este estudio, se ejecutaron los siguientes pasos:

Las técnicas de teledetección son útiles cuando se quiere conocer las características y estadísticas, en cuanto a superficie, de las coberturas forestales afectadas. Interesa en este estudio conocer los cambios de las superficies forestales durante el periodo comprendido entre los años 1988, 1996 y 2015. Además, paralelo a conocer los cambios en superficie de los bosques, interesa también conocer el aspecto fragmentación de tales superficies boscosas, debido a que tal cambio afecta enormemente el aspecto biodiversidad y resiliencia de tales ecosistemas [FAO, 2007, Villavicencio et al., 2012].

Para identificar y caracterizar las diferentes coberturas presentes en la cuenca se aplicó el algoritmo de Máxima Probabilidad (MAXLIKE), con tres iteraciones, el cual consiste en la clasificación de imágenes de satélite, a partir de la información contenida en una serie de archivos de firmas espectrales (construidos mediante las muestras de entrenamiento). Este algoritmo se basa en la función de densidad de probabilidad, asociada a la firma de un determinado campo de entrenamiento; los píxeles se asignan a la clase más probable, tras comparar la probabilidad de que cada píxel pertenezca a cada una de las firmas consideradas. Este método considera que los ND (Niveles Digitales) en el seno de cada clase se ajustan una función normal, lo que permite describir esa categoría por una función gaussiana, a partir de su vector de medias y matriz varianza/covarianza, y así calcular la probabilidad de que un píxel pertenezca a esa categoría, conociendo sus valores en las distintas bandas que se emplean para clasificar. El cálculo se realiza para todas las categorías que intervienen en la clasificación, asignando el píxel a aquella que maximice la función de probabilidad [Chuvieco, 2008].

Según Lillesand et al., (2004) una clasificación no está completa hasta que se evalúe su exactitud, esta consiste en diseñar una matriz de errores (también llamada matriz de confusión o tabla de contingencia), la matriz de errores compara en la base de “categoría por categoría” la relación entre la data conocida, es decir, la “verdad terreno”, y el

correspondiente resultado de la clasificación automatizada. Tales matrices son cuadradas, con el número de filas y columnas igual al número de categorías cuya exactitud de clasificación está siendo evaluada. De la matriz de errores se pueden estudiar los errores de omisión (exclusión), los errores de comisión (inclusión), exactitud del productor, exactitud del usuario, y exactitud general, Lillesand et al., (2004).

El **Índice Kappa** es un índice empleado para determinar la exactitud de las clasificaciones automatizadas; mide la diferencia entre el acuerdo mapa-realidad observado, y el que cabría esperar simplemente al azar, en definitiva intenta delimitar el grado de ajuste debido solo a la exactitud de la clasificación, prescindiendo del causado por factores aleatorios [Chuvieco, 2008]. Es uno de los más completos en la determinación de la certidumbre, general y por clase, ya que considera los valores de la diagonal y los que se encuentran fuera de ésta (errores de omisión y de comisión). Si hacemos la clasificación al azar existe una posibilidad de asignación correcta de cobertura o uso a cada píxel; el índice tiene por finalidad remover esa probabilidad de asignación correcta de los píxeles del cálculo de exactitud en la clasificación. Se calcula de la siguiente forma:

$$K = \frac{((N * \sum X_{ii} - (\sum (X_i * X + i))))}{(N * N) - (\sum (X_i * (X + i)))} \quad (1)$$

Donde: N = total de píxeles seleccionados para el chequeo, y $\sum X_{ii}$ = píxeles correctamente clasificados.

La Fragmentación de Bosques se define como *cualquier proceso que resulta en la conversión de un bosque inicialmente continuo en parches de bosque separados por tierras no forestales* [FAO, 2007]. En este trabajo se utiliza la definición de Bosque de UNFCC (2001): “superficie mínima de tierras de entre 0,05 y 1,0 hectáreas (ha) con una cubierta de copas (o una densidad de población equivalente) que excede del 10 al 30 % y con árboles que pueden alcanzar una altura mínima de entre 2 y 5 metros (m) a su madurez in situ. Un bosque puede consistir en formaciones forestales densas, donde los árboles de diversas alturas y el sotobosque cubren una proporción considerable del terreno, o bien en una masa boscosa clara. Se consideran bosques también las masas forestales naturales y todas las plantaciones jóvenes que aún no han alcanzado una densidad de copas de entre el 10 y el 30 % o una altura de los árboles de entre 2 y 5 m, así como las superficies que normalmente forman parte de la zona boscosa pero carecen temporalmente de población forestal a consecuencia de la intervención humana, por ejemplo de la explotación, o de causas naturales, pero que se espera vuelvan a convertirse en bosque”.

La fragmentación se investigó calculando para cada año diferentes índices utilizando el programa FRAGSTATS [McGarigal y Marks, 2015], entre los que están: Áreas totales de

Bosque (CA), Área Media de Parches (Mean patch size, Area MN), Numero de parches de bosque para cada año (Number of Patches, NP), Densidad de Parches (Patch Density, PD), y el Índice de Parche Mayor (Largest Patch Index, LPI). El programa también genera las superficies de Bosque para cada año.

Inicialmente se delimito el perímetro de la cuenca. Seguidamente se definieron los años a evaluar, para lo anterior se decidió incluir tres fechas, 1988, 1996 y 2015; se hizo énfasis en buscar imágenes de la misma estación, de manera que las condiciones vegetativas del bosque fueran similares, en este caso fueron imágenes del periodo de verano. Una vez obtenidas las imágenes, se procedió a extraer digitalmente las subimágenes correspondientes, para lo cual se digitalizo un “bloque/polígono” y se utilizó para “cortar” nuestra área de interés, la cuenca. Al disponer de las subimágenes, se experimentó con la construcción del verdadero color (VC) y los falsos colores (FC), lo anterior con el fin de identificar, mediante análisis visual, la combinación de bandas más adecuadas para una mejor discriminación de los tipos de coberturas presentes en el territorio bajo análisis, lo cual se logró experimentando con las bandas, sabiendo que el comportamiento espectral característico de la vegetación es que refleja una alta radiancia en la zona del infrarrojo cercano, banda 4, y una gran absorción en la zona del visible, sobre todo en la del color rojo, banda 3. Esto es debido a que en el visible los pigmentos de las hojas absorben la mayor parte de la luz que reciben para poder efectuar la función clorofílica, mientras que en el infrarrojo cercano las hojas reflejan casi toda la energía recibida, produciendo un gran contraste entre estas dos bandas [Gutiérrez, 1999]. Mientras que los suelos sin vegetación, con vegetación enferma o con poca actividad clorofílica producirán menor contraste. Este comportamiento permite que el análisis de la vegetación se pueda concentrar en estas zonas del espectro electromagnético. Basados en lo anterior, para la construcción de Imágenes en Falso Color, se seleccionaron las siguientes bandas: B4 en el cañón rojo, B3 en el cañón verde y B2 en el cañón azul (FC432), B4 en el cañón rojo, B5 en el cañón verde y B7 en el cañón azul (FC457), y también se experimentó con la siguiente combinación: B5 en el cañón rojo, B4 en el cañón verde y B3 en el cañón azul; según acota Apan (1996), estas bandas proveen una óptima combinación de reflectancias para determinar tipos de coberturas forestales. Se desarrolló mejoramiento digital del contraste mediante la ecualización de los histogramas [Chuvieco, 2008], y finalmente se preseleccionaron las combinaciones RGB 321 (Verdadero color) y 432 (falso color), de esta última se tomaron las muestras de entrenamiento.

Con respecto a la definición de la leyenda, es decir, los tipos de uso y cobertura presentes en la cuenca, Larsson y Stromquist (1.995) en Gutiérrez (1999) afirman que “cuando el especialista ha completado la interpretación básica de la imagen, delineación del drenaje y divisorias, se procede a identificar “áreas homogéneas” como base para la

clasificación posterior; según estos autores un área homogénea es un área en la cual no se puede distinguir ningún cambio significativo en la imagen. Sin embargo, al determinar dichas áreas para la clasificación de la tierra, con frecuencia se pueden observar cambios menores dentro de un área más grande. Alternativamente, quizás sea posible observar cambios mayores en áreas pequeñas, que no son significativos para la clasificación general y que podrían ser ignorados. Por lo tanto, el intérprete de la imagen debe decidir el grado de detalle requerido para el propósito específico, antes de comenzar la regionalización de los datos, y al monitorear los cambios a lo largo del tiempo, usar los mismos principios”.

Una vez seleccionada la mejor combinación de bandas se procedió a confirmar la leyenda, esto es, confirmar los tipos de usos y coberturas presentes en las subimágenes del área de estudio, resultando definitivamente las siguientes clases: Bosque, Pastizales, Cultivos, Matorrales, Derrubios, Paramo/RocaDesnuda, Cuerpos de Agua (Lagunas), apoyándonos para lo anterior en los histogramas y los diagramas de dispersión. De acuerdo a las características del área de estudio y al objetivo del trabajo, detectar cambios y la fragmentación del Bosque, se definieron 2 tipos de cobertura (categorías), 1) Bosque, y 2) “NoBosque”, esta segunda categoría incluye el resto de clases presentes:

Pastizales, Cultivos, Matorrales, Derrubios, Paramo/RocaDesnuda, Cuerpos de Agua (Lagunas). Con las anteriores combinaciones de bandas se procedió a desarrollar las clasificaciones respectivas, tomando las muestras de entrenamiento respectivas de cada uso y cobertura, lo anterior se ejecutó con el clasificador de Máxima Probabilidad MAXLIKE [Lillesand et al., 2004]. Para la aplicación del clasificador MAXLIKE, en la discriminación de las diferentes coberturas, se pudo comprobar un mejor resultado visual de la combinación FC432 al evaluar los histogramas, los diagramas de dispersión y las estadísticas de las características espectrales de las muestras de entrenamiento de cada tipo de cobertura. Se puede observar el verdadero color RGB123, el Falso colore RGB432 para el año 1998. Ver figura 2 .

A continuación se creó una máscara booleana para delimitar solamente nuestra área de interés, la cuenca del Mucujún. Por último, en lo que respecta a la generación de las clasificaciones (coberturas) de los diferentes años, se evaluó su exactitud, mediante la Matriz de Confusión. Se creó un archivo conformado por solo dos clases, a saber: “Bosque” y “NoBosque”, a partir del anterior archivo se extrajeron las superficies y estadísticas de cambio. Seguidamente se procedió a evaluar la calidad de las clasificaciones.

Referente al diseño de un control de campo, Larsson y Stromquist (1.995) en Gutiérrez (1999) afirman lo siguiente: “la recolección de datos de referencia en el campo puede ser cara y requerir mucho tiempo para llevarla a cabo de manera adecuada; así, el diseño

de un sistema de control de campo está vinculado con los objetivos del estudio. Para observar grandes áreas de terreno plano, cubierto con una vegetación homogénea, se necesita un enfoque diferente al que se utilizaría para observar un terreno montañoso, rico en variaciones topográficas y de la vegetación. El tamaño del área de estudio, el tipo de información que se quiere y la precisión que se necesita, son factores a tomar en consideración al diseñar un programa práctico de control de campo. Continúan afirmando los mismos autores que en muchos libros de texto sobre aplicaciones de la percepción remota en evaluación forestal y monitoreo ambiental, se recomienda a menudo el uso de estrategias teóricas de muestreo. Sin embargo, desde el punto de vista práctico de la percepción remota, esos enfoques quizás no lleguen a ser fructíferos, ya que un proyecto aplicado nunca otorga suficiente tiempo para desarrollar nuevas teorías o para concentrarse en la búsqueda de puntos de muestreo en lugares remotos, más o menos inaccesibles en el terreno. Por lo tanto, el control de campo tiene que realizarse de una manera más práctica y en relación con los detalles que no es posible identificar directamente en las imágenes”.

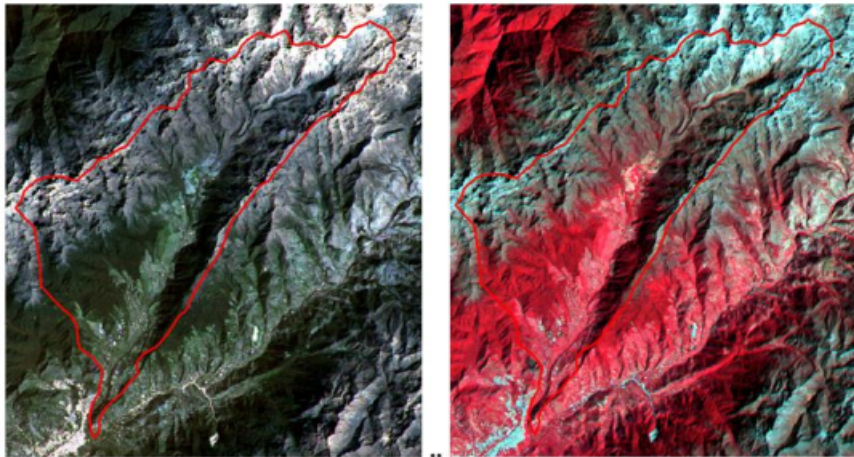


Figura 2: Composiciones a color para el año 1988, verdadero color y falso color 432.

Fuente: Elaboración propia

Mediante el sistema, se hizo una selección de puntos de verificación con un Muestreo Aleatorio Sistemático no Alineado, se divide el área en matrices ortogonales de celdas y se elige una localización aleatoria dentro de cada matriz [Chuvieco, 2008]. Con este método se generó una matriz de puntos (160 pts) al azar repartidos uniformemente a través de la imagen, cantidad de muestras por categoría mayor al recomendado por los expertos [Chuvieco, 2008], a los cuales se les determina su ubicación geográfica; con esta información se elaboraron las Matrices de Errores o Confusión, se calculó la Precisión global y el Índice Kappa de certidumbre de la clasificación para cada año.

Por último, para desarrollar el Análisis de Fragmentación, se utilizó igualmente el archivo de dos clases “Bosque” y “NoBosque”, para los diferentes años en estudio.

Resultados y discusión

Para conocer los datos de reflectancia que se consideran como cobertura Bosque, de acuerdo a las estadísticas de esta categoría para cada año, se constataron los siguientes valores de reflectancia (Nivel Digital, ND): Para el año 1988, Mínimo: 9 (Banda 1); Máximo: 75 (Banda1); Media más alta: 44,88 (Banda1). Para el año 1996: Mínimo: 11 (Banda 2); Máximo: 85 (Banda1); Media más alta: 52,87 (Banda1). Para el año 2015: Min: 8 (Banda 1); Max: 65 (Banda2); Media más alta: 35,70 (Banda2).

La exactitud de las clasificaciones desarrolladas (Figura 3) para cada año se evaluó mediante la construcción de la Matriz de Confusión, utilizando para la “verdad terreno” la imagen en verdadero color de cada año, teniendo en cuenta los valores de reflectancia que corresponden a Bosque. A partir de las dos categorías, 1) Bosque, y 2) “NoBosque”, se contrastaron, para 1988, 1996 y 2015, los píxeles clasificados por el programa con los píxeles respectivos en la imagen en “Verdadero color”, construyendo con estos datos la matriz (Tablas 1, 2 y 3).

Tabla 1: Matriz de confusión/errores de la Clasificación año 1988

Campo	Bosque	No Bosque	Total	Exactitud usuario	Error comisión
Bosque	52	6	58	89,66	10,34
No Bosque	7	96	103	93,20	6,80
Total	59	102	Total: 148/160		
Exactitud Prod	88,14	94,12			
Error omisión	11,86	5,88			

Tabla 2: Matriz de confusión/errores de la Clasificación año 1996

Campo	Bosque	No Bosque	Total	Exactitud usuario	Error comisión
Bosque	50	8	58	86,21	13,76
No Bosque	4	96	100	96,00	4,00
Total	54	104	Total: 146/160		
Exactitud Prod	92,59	92,31			
Error omisión	7,41	7,69			

Tabla 3: Matriz de confusión/errores de la Clasificación año 2015

Campo	Bosque	No Bosque	Total	Exactitud usuario	Error comisión
Bosque	48	8	56	85,71	14,29
No Bosque	6	96	102	94,12	5,88
Total	54	104	Total: 144/160		
Exactitud Prod	88,88	92,31			
Error omisión	11,12	7,69			

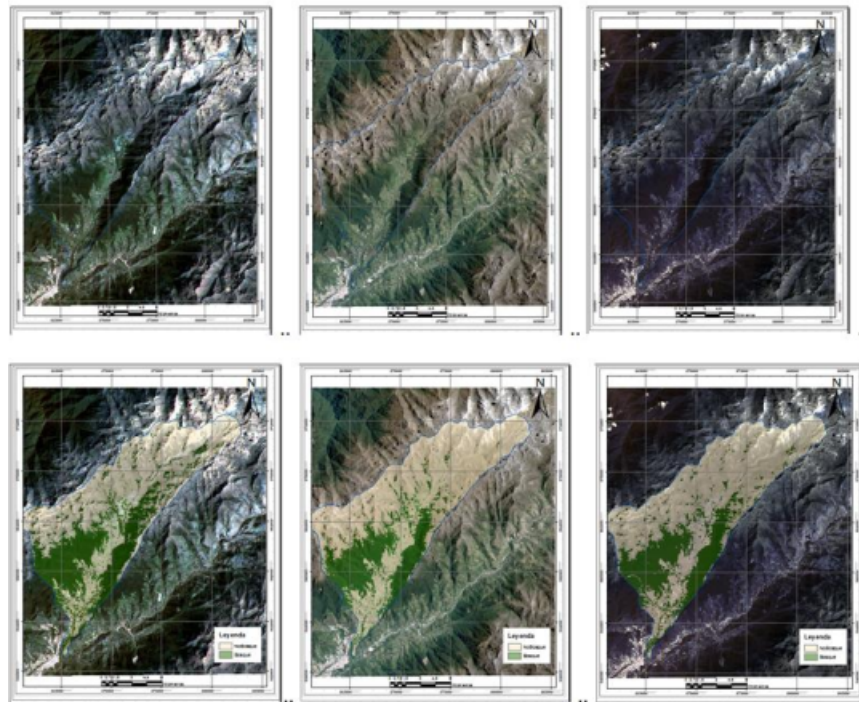


Figura 3: Composiciones en Verdadero color y las clasificaciones superpuestas (50 % de transparencia) correspondientes a los años 1988, 1996 y 2015.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de la Matriz de Errores/Confusión año 1988

Porcentaje correctamente clasificado: $(\text{Suma Valores en Diagonal} / \text{Total de Observaciones}) * 100$. Porcentaje correcto: $(148 / 160) * 100 = 92.50\%$. Exactitud de la clasificación: **92,50 %**.

Los valores del cuadro se interpretan de la siguiente manera, de 160 píxeles seleccionados en el muestreo, 148 fueron correctamente clasificados. **Con respecto al bosque, 52 de 58 píxeles** fueron correctamente clasificados; **Exactitud del Productor** $52 / 59: 0,8814$ (88 %). Error de Omisión $1 - (52 / 59) = 0,1186 = 12\%$. **Exactitud del usuario** $52 / 58: 0,8966$ (90 %). Error omisión $1 - (52 / 58) = 10\%$. Analizando la primera fila se pueden observar los píxeles (6) que siendo bosque se clasificaron erróneamente como No Bosque. Interpretando la primera columna, Bosque, se pueden observar los píxeles que siendo de otras categorías se asignaron al bosque (7). En relación a los errores de omisión y comisión, la clase Bosque obtuvo el mayor error (10,34) de comisión (usuario), así como

el mayor error (12,00) de omisión (productor) también fue para la clase Bosque.

Índice Kappa

$$K = \frac{((N * \sum X_{ii} - (\sum (X_i * X + i))))}{((N * N) - (\sum (X_i * (X + i))))} \quad (2)$$

Donde N = 160 (total de píxeles seleccionados para el chequeo); N * N = **25.600**

$\sum X_{ii} = 1$ (píxeles correctamente clasificados)

$\sum (X_i * (X + i)) = (55*58) + (105*102) = 3190 + 10710 = \mathbf{13.900}$

$N * \sum X_{ii} = (160*148) = \mathbf{23.680}$

Índice K = (23.680 – 13.900)/(25.600 – 13.900) = 9.780/11.700 = 0,8359 = 0,84

La **precisión global del mapa** del año 1990 fue de **92,50%**, valor este ubicado dentro del rango establecido (80 a 95%) por los expertos para diferenciar las clases, y posteriormente evaluar sus cambios [GOFC-GOLD, 2013]. **El resultado del índice kappa** fue de **0,84**, resultado con un grado de acuerdo **casi perfecto**, ya que sus valores se encuentran dentro del rango 0,80 – 1,00 [Landis y Koch, 1977].

Análisis de la Matriz de Errores/Confusión año 1990

Porcentaje correctamente clasificado: (Suma Valores en Diagonal / Total de Observaciones) * 100. Porcentaje correcto: (146 / 160) * 100 = 92.60%. Exactitud de la clasificación: **92,60%**.

Los valores del cuadro se interpretan de la siguiente manera. De 160 píxeles seleccionados en el muestreo, 146 fueron correctamente clasificados. **Con respecto al bosque**, 50 de 58 píxeles fueron correctamente clasificados; **Exactitud del Productor** 50 / 54: 0,9259 (93%). Error de Omisión $1 - (52 / 55) = 0,07 = 7\%$. **Exactitud del usuario** 50 / 58: 0,8621 (86%). Error comisión $1 - (52 / 58) = 0,14 (14\%)$. Analizando la primera fila se pueden observar los píxeles que siendo bosque se clasificaron erróneamente (8). Interpretando la primera columna, bosque, se pueden observar los píxeles que siendo de otras categorías se asignaron al bosque (4). En relación a los errores de omisión y comisión, la clase Bosque obtuvo el mayor error (13,79) de comisión (usuario), así como el mayor error (7,41) de omisión (productor) también fue para la clase Bosque. **Índice**

Kappa

$$K = ((N * \sum X_{ii} - (\sum (X_i * X + i)))) / ((N * N) - (\sum (X_i * (X + i))) \quad (3)$$

Donde N = 160 (total de píxeles seleccionados para el chequeo); N * N = **25.600**

Sum X_{ii} = 1 (píxeles correctamente clasificados)

Sum (X_i * (X+i)) = (54*58) + (104*100) = 3.132 + 10.400 = **13.532**

N * SumX_{ii} = (160*146) = **23.360**

Índice K = (23.360 - 13.532) / (25.600 - 13.532) = 9.828 / 12.068 = 0,8144 = 0,81

La precisión global del mapa del año 1996, fue de **92,60%** valor este ubicado dentro del rango establecido (80 a 95%) por los expertos para diferenciar las clases, y posteriormente evaluar sus cambios [GOF-C-GOLD, 2013]. Mientras que **el resultado del índice kappa** fue de **0,81**, resultado con un grado de acuerdo **casi perfecto**, ya que sus valores se encuentran dentro del rango de 0,80 – 1,00 [Landis y Koch, 1977].

Análisis de la Matriz de Errores o Confusión año 2015

Porcentaje correctamente clasificado: (Suma Valores en Diagonal / Total de Observaciones) * 100. Porcentaje correcto: (144 / 160) * 100 = 90.0%. Exactitud de la clasificación: **90,0%**.

Los valores del cuadro se interpretan de la siguiente manera. De 160 píxeles seleccionados en el muestreo, 144 fueron correctamente clasificados. **Con respecto al bosque, 48 de 56** píxeles fueron correctamente clasificados; **Exactitud del Productor 48 / 54: 0,89 (89%)**. Error de Omisión $1 - (48 / 54) = 0,11 = 11\%$. **Exactitud del usuario 48 / 56: 0,86 (86%)**. **Error comisión $1 - (48 / 56) = 14\%$** . Analizando la primera fila se pueden observar los píxeles que siendo bosque se clasificaron erróneamente (8), Interpretando la primera columna, bosque, se pueden observar los píxeles que siendo de otras categorías se asignaron al bosque (6).

Índice Kappa

$$K = \frac{((N * \text{Sum}Xi i - (\text{Sum}(Xi * X + i)))}{((N * N) - (\text{Sum}(Xi * (X + i)))} \quad (4)$$

Donde N = 160 (total de píxeles seleccionados para el chequeo); N * N = **25.600**

$$\sum Xi i = 1 \text{ (píxeles correctamente clasificados)} \quad \sum (Xi * (X + i)) = (54*56) + (104*102) \\ = 3.024 + 10.608 = \mathbf{13.632}$$

$$N * \sum Xi i = (160*144) = \mathbf{23.040}$$

$$\mathbf{\acute{I}ndice K = (23.040 - 13.632)/(25600 - 13.632) = 9.408/11.968 = 0,7861 = 0,79}$$

La precisión global del mapa del año 2015, fue de **90,0%** valor este ubicado dentro del rango establecido (80 a 100%) por los científicos para diferenciar estas clases, y posteriormente evaluar sus cambios [GOFC-GOLD, 2013]. Mientras que **el resultado del índice kappa** fue de **0,79**, resultado con un grado de **acuerdo sustancial**, ya que sus valores se encuentran dentro del rango de **0,61 – 0,80** [Landis y Koch, 1977].

Resumiendo las siguientes estadísticas: para el año 1988 la precisión global fue de 92,50%, para el año 1996 de 92,6% y para el año 2015 de 90,0%. Los Índices Kappa de cada año fueron 0,84, 0,81, 0,79 respectivamente.

Los resultados del análisis de detección de cambios de la cobertura forestal mostraron las siguientes estadísticas (Tabla 4, Columna 1). En cuanto a la detección de cambios en la superficie forestal, se puede observar que para el año 1988 la superficie boscosa era de 4.902,12 has, representando un 25,59% (PLAND) de la superficie de la cuenca (19.154,07 has totales), para el año 1996 esa superficie aumentó a 6.331,77 has, representando el 33,06% de la superficie de la cuenca, y para el año 2015 pasa a 6.715,55 has, representando el 35,07%. Se observa que la tasa de aumento de cobertura boscosa es más acelerada entre el 1.998 y 1996 (aumento en 1.429,65 has), que entre el año 1996 y el 2015, periodo durante el cual aumento en 383,78 has, incluso siendo un periodo de más años (11 años).

A continuación se discuten algunos trabajos relacionados a la detección de cambios y fragmentación en la cobertura forestal, y sus similitudes y diferencias con este trabajo. Gutiérrez (1999) evaluó la dinámica de la cobertura vegetal y uso de la tierra, en la Cuenca del Río Mucujún, Mérida, Venezuela, para el periodo 1988-1996, utilizando imágenes Landsat TM, encontrando un aumento de la cobertura forestal, la cual paso

de 5.447,52 ha a 6.324,66 ha, coincidiendo con este trabajo en ese periodo (aumento de la cobertura forestal), y resultando también coincidente con Gutiérrez et al., (2013) y Pacheco et al., (2015), aunque llama la atención que estos resultados son diferentes a las tendencias predominantes de pérdida de cobertura forestal para ese país, como lo documentan Chuvieco et al (2002), Hernández y Pozzobón (2002) y Pacheco et al., (2011), entre las causas de esa tendencia contraria para esta cuenca, es decir, aumento de la cobertura forestal, es que la misma fue decretada zona de protección (ABRAE) productora de agua para la ciudad de Mérida en el año 1986.

Guild et al., (2004), compararon diferentes técnicas de detección de cambios para

Tabla 4: Estadísticas de cambio de la cobertura forestal y del Análisis de fragmentación

Año	Superficie (has)	PLAND (%)	NP	PD (%)	LPI (%)	Area MN (has)
1988	4.902,12	25,59	358	1,8691	12,51	17,68
1996	6.331,77	33,06	220	1,3486	14,12	22,28
2015	6.715,55	35,07	190	1,1486	18,65	25,54

identificar deforestación y formaciones de pastura de ganado durante el periodo de colonización y expansión agrícola en Jamari, Rondonia, Brasil, utilizando imágenes Landsat TM entre los años 1984 y 1992, y generar un mapa de cambio de cobertura de la tierra. Mediante clasificaciones de máxima probabilidad generaron los mapas de cobertura para ambos años, resultando que para 1984 solamente el 5 % del área de estudio había sido deforestada, y para el 1992 ya había pasado a ser el 11 %, primariamente para pasturas, y el resto inundado por una represa, coincidiendo en este estudio en el uso de imágenes Landsat y el método de Máxima probabilidad para identificar las clases de cobertura. Torahi y Rai (2011) desarrollaron una metodología para mapear y monitorear los cambios de cobertura de la tierra en las montañas Zagros, Irán, para los años 1990,1998 y 2006, utilizando imágenes Landsat TM (1990, 1998) e imágenes ASTER (2006), aplicando la técnica basada en el clasificador de Máxima probabilidad, para la cobertura forestal determinaron que entre 1990 y 2006 disminuyo de 67 % a 38,5 % del total del área de estudio, equivalentes a 10170.3, 2963, 351.7, y 3039.2 ha de bosque pasaron a ser pasturas, agrícola, cuerpos de agua y asentamientos. Igual al anterior las coincidencias con este trabajo fueron el uso de las imágenes Landsat y el método de Máxima probabilidad.

En relación al proceso de fragmentación de los bosques se calcularon, para cada año, varios índices (Tabla 4, resto de las columnas), utilizando el programa FRAGSTATS [McGarigal y Marks, 2015]. Entre los cuales están: Porcentaje de la cobertura forestal

en relación a la superficie del Municipio Gondomar (PLAND, ya expuesto), Numero de Parches (NP), Densidad de Parches (PD), Índice del Parche Mayor (LPI) y Área Media de Parches (Area MN). A continuación se describe cada uno (Tabla 4). Para el año 1988 habían 358 parches de bosque, disminuyendo para el año 1996 con 220 parches, y con hasta 190 para el año 201, la métrica de NP advierte que un área con mayor número de parches se considera más fragmentada [McGarigal y Marks, 2015, Coronado, 2014]. La Densidad de Parches (PD) era de 1,87 para el año 1988, disminuyendo a 1,34 para el año 1996, y a 1,15 en el año 2015, la densidad de parches es otro indicador de altos niveles de fragmentación [McGarigal y Marks, 2015], se puede notar que ha venido disminuyendo hasta el año final.

El Índice de Parche Mayor (LPI), el cual indica el porcentaje que cubre el parche más grande en relación a toda el área de estudio (Landscape), para el año 1988 representaba el 12,51 %, para el año 1996 paso a representar el 14,12 %, y finalmente para el año 2015 representaba el 18,65 %, se hace evidente que la superficie del parche mayor de bosque va aumentando desde 1988 al 2015. El Área Media de Parches, el cual indica el tamaño medio del parche en has, para el año 1988 era de 17,68 has, aumentando a 22,28 has para el 1996, y a 25,54 has para el año 2015, igualmente, de este índice se deduce que las superficies promedio de los parches ha aumentado paulatinamente desde el 1988 al 2015, se interpreta que a mayor área es menor el efecto de los factores externos [McGarigal y Marks, 2015], igualmente, según Viña y Estévez (2013) un paisaje con una área media de parches más pequeña que otro puede ser considerado más fragmentado. Como se puede observar, la cobertura forestal no solamente aumentó netamente del año 1988 al 2015, además la fragmentación disminuyó, lo que implica que los beneficios del ecosistema bosque se ven mejorados, así como los efectos negativos de su fragmentación se ven disminuidos, ambos aspectos expuestos anteriormente.

De los autores revisados, Batistella et al (2000), Viña y Estévez (2013), Coronado (2014), Gutiérrez y Peón (2018) utilizaron el programa FRAGSTATS para evaluar la fragmentación. Es oportuno aclarar que cuando se hace análisis de la fragmentación utilizando este programa, el mismo ofrece una gran cantidad de índices que permiten evaluar esta característica, queda a discreción de los investigadores escoger los indicadores que se adapten a sus objetivos, de allí que de los documentos revisados se escogen los índices que permiten algún tipo de comparación con nuestro trabajo. Batistella et al., (2000) analizaron la influencia de diferentes arquitecturas de colonización sobre la fragmentación del paisaje, utilizando imágenes satelitales Landsat de Julio 1998, en dos asentamientos de Rondonia, Brasil, “Vale do Anari” (de colonización espontánea) donde la red ortogonal de carreteras es denominada usualmente como de “Espina de pescado”, y “Machandino d’Oeste” (organizado por el estado brasileño), los resultados demostraron

distintivos patrones de fragmentación en ambos asentamientos. De acuerdo a los autores el área total y el porcentaje de bosques para ambos asentamientos es similar, sin embargo el número de parches (Vale do Anari: 1165, Machandino: 870), y el Tamaño Medio del Parche (76,94 y 106,59 has respectivamente) son significativamente diferentes. El Índice del Parche Mayor no muestra esas diferencias (69,55 % y 72,56 % respectivamente). Como se puede observar, la metodología del análisis de fragmentación permite resaltar diferencias en asentamientos de la amazonia brasileña que han experimentado procesos de deforestación y fragmentación, los autores demostraron la hipótesis de que la fragmentación del bosque está afectada por el diseño del asentamiento. En esta investigación de estudio multitemporal, la misma metodología y mediante el mismo programa FRAGSTATS, permitió extraer las estadísticas del proceso de deforestación (disminuyó) y de fragmentación (resultó cada vez menor) del bosque durante el periodo en evaluación.

Martin et al., (2008) presentaron resultados sobre los efectos del Plan Español de Infraestructuras en la fragmentación de los Habitats de la Red Natura 2000, calcularon 3 indicadores que describen algunos de los efectos fundamentales del proceso de fragmentación de hábitats por infraestructuras de transporte: pérdida de conectividad aumento en la complejidad de la forma de teselas, y la disminución de su área. El estudio hizo posible analizar la pérdida de conectividad causada por las nuevas infraestructuras de transporte en un territorio extenso a nivel de plan. Viña y Estévez (2013) desarrollaron un estudio comparativo en el cual se evaluó, utilizando imágenes satelitales Landsat TM, el grado de la fragmentación del bosque a través de 23 años (1973-1985-1996) en dos áreas ubicadas en la misma región ecológica, pero en diferentes países (Colombia y Ecuador), las cuales presentan diferentes patrones de colonización. El área de estudio totalizaba $3.197,9Km^2$. Al igual que este estudio, para el análisis de fragmentación de la cobertura boscosa, generaron una cobertura de 2 clases, a saber “Vegetación forestal” (incluyendo bosques primarios y secundarios maduros), y “Otros” (que incluía cultivos, pasturas, urbano, aguas abiertas y nubes). Calcularon las siguientes métricas: Numero de Parches (NP), Índice del Parche Mayor (LPI) y Área Media de Parches (Area MN). El Número de Parches fue en aumento a medida que pasaban los años, para la totalidad del área. Los anteriores índices les permitieron concluir para el área de estudio, entre otras cosas, que los bosques en Colombia estaban más fragmentados que los bosques en Ecuador durante 1973, pero la fragmentación de ambos lados de la frontera se igualó durante 1996, después de la deforestación del periodo en ambos países.

Coronado (2014) elaboró la cartografía de uso y cobertura de la tierra, mediante análisis digital de imágenes satelitales, con el fin de aplicar indicadores de fragmentación del paisaje en el Parque Nacional Cerro Azul Meámbur (con 31.339,25 has), en

Honduras. A pesar de que el estudio lo realizó solamente para una fecha determinada (año 2012), permite hacer algunas comparaciones entre los índices utilizados. Calculó para la cobertura forestal (Bosque Latifoliado + Bosque de Pino), el Porcentaje de Paisaje (PLAND: 56,44%), Numero de Parches (12.311), e Índice de Parche Mayor, para el Bosque latifoliado es el 26% (en nuestro caso resultó que para el año 1988 representaba el 12,51%, para el año 1996 pasó a representar el 14,12%, y finalmente para el año 2015 representaba el 18,65%). Es notable que los usos y coberturas de la tierra de mayor dinámica como la agricultura, pastizales, cafetales y suelo desnudos se encuentren principalmente en la zona de amortiguamiento, siendo esta área la de mayor actividad socioeconómica. Galván et al. (2015), a pesar de que no utilizaron el Programa FRAGSTATS, caracterizaron, mediante el uso de imágenes satelitales y SIG, la fragmentación del Bosque seco de galería del arroyo Pechelin, Montes de María, Colombia, totalizando unas 1.656,19 has. Calcularon el grado de fragmentación, la continuidad espacial y el Índice de diversidad de forma de Patton. Se hace entonces aquí referencia al índice del área media de parches, este fue de 16,08 has (en esta investigación los resultados fueron: para el año 1988 de 17,68 has, aumentando a 22,28 has para el 1996, y quedando en 25,54 has para el año 2015). Demostraron la existencia de una matriz desventajosa para el bosque remanente en estudio, que conduce a una alta fragmentación debido a un uso del suelo en el que prima el factor productivo agropecuario.

Los siguientes autores evaluaron tanto detección de cambios de la cobertura forestal como la degradación del bosque mediante análisis de fragmentación. Chuvieco et al., (2002) ensayaron una metodología sencilla de análisis multitemporal para el seguimiento del proceso de deforestación en la Reserva Forestal de Ticoporo, Venezuela, utilizando fotos aéreas (1962) e imágenes Landsat MSS, TM, y Spot-HRV, de los años 1972, 1989, 1993 y 1997, encontrando que durante el periodo se experimentó una deforestación de 80.000ha, abarcando el 60% del área de estudio, igualmente analizaron un análisis sencillo del patrón espacial en ese periodo, evaluando las manchas (patches), numero de polígonos, tamaño promedio y diversidad, encontrando una tendencia al aumento de la diversidad espacial o mayor fragmentación (el espacio original se parcela). Las causas de tal proceso fueron debido a la presión de actividades agrícolas y ganaderas. Contrario a los resultados de este estudio, se evidencia que a pesar de ser una reserva forestal (figura legal de protección y manejo), las áreas boscosas han ido desapareciendo de forma constante. Vázquez-Quintero et al. (2013), evaluaron la deforestación y el grado de fragmentación de una porción de bosques templados ubicados en una microcuenca en Pueblo Nuevo, Durango, México, utilizando imágenes Landsat MSS y TM, para el periodo que abarcó los años 1974-1990-2000-2011, resultando deforestación de 8,216 ha en las áreas de Pino, resultados contrarios a este trabajo de disminución de la deforestación de las masas forestales; y calculando a la vez los índices de diversidad de Simpson (paso de 0,56 en

1974 a 0,89 en 2011) y Shanon (de 0,63 en 1974 a 0,92 en 2011), que a pesar de usar otra metodología e índices, reflejan un proceso ascendente de la fragmentación, el aumento del número de parches (de 248,00 en 1974 paso a 1164,00 en 2011), y en la disminución del tamaño medio de los parches (en 1974 eran de 114,29 ha, pasando a 24,29 ha en 2011), diferente a los resultados de esta investigación, evaluación que reflejó disminución de la fragmentación.

Kayiranga et al., (2016) evaluaron el cambio de la cobertura forestal y la degradación del bosque en la reserva natural Parque Nyungwe-Kibira, así como en un área de influencia alrededor del parque de 5 km, entre Rwanda y Burundi, entre 1986 y 2015, utilizando imágenes Landsat *TM+* y L8 Oli, para el análisis de fragmentación usaron el programa FRAGSTATS, coincidiendo con este estudio en el uso de los índices Numero Parches, Densidad de Parches, y Área Media de Parches. Dentro del parque dominaba la cobertura bosque denso en un 90 %, mientras que en el corredor (buffer) fuera del mismo dominaban los cultivos y tierras abiertas en un 90 %. Los resultados indicaron que dentro del parque el bosque fue deforestado $144,42Km^2$ (8 %), aunque detectaron regeneración anual de $1,22km^2$ (0,07 %). En el corredor externo el aclareo de la cobertura forestal fue de $377,60Km^2$. Los índices de paisaje indicaron una fragmentación considerable del bosque dentro del parque, pero fue mayor en el corredor externo. Muñoz et al (2016) determinaron el cambio multitemporal de la cobertura vegetal (Bosque natural, pasto cultivado, y vegetación arbórea), así como la fragmentación del área boscosa, para la Reserva Ecológica Mache-Chindul, del Sistema de Áreas Protegidas del Ecuador, entre los años 2002-2012, utilizando imágenes Landsat ETM, usando el falso color RGB-431, y el algoritmo clasificador de Mínima Distancia. Los resultados indicaron que la cobertura boscosa paso de 48.046 ha en el año 2002 a 38.342 ha en el año 2012.

Gutiérrez y Peón (2018) evaluaron los cambios en la superficie forestal así como su fragmentación, mediante procesamiento digital de imágenes satelitales Landsat TM, para el Municipio Gondomar, Galicia, España. Se obtuvieron los siguientes resultados, para el año 1990 la superficie boscosa era de 2.819,36 has, para el año 2000 esa superficie disminuyó a 2.461,02 has, y para el año 2011 pasa a 2.390 has, representando un 36,76 %, 32,08 %, y 31,16 % respectivamente de la superficie del municipio Gondomar. En cuanto al proceso de fragmentación de los bosques, se calcularon, para cada año, varios índices entre los cuales están: Número de Parches, para el año 1990 había 453 parches de bosque, el 2000 con 451, y 455 para el año 2011; Densidad de Parches, 6,07 para el año 1990, 6,04 para el año 2000, y 6,09 en el año 2011; Índice del Parche Mayor, el mismo para el año 1990 representaba el 23,65 %, para el año 2000 el 14,12 %, y finalmente para el año 2011 el 12,51 %; y Área Media de Parches, para el año 1990 era de 6,22 has, 5,46 has para el 2000, y 5,25 has para el 2011. Coincidiendo con este estudio, los autores

utilizaron imágenes Landsat TM, el programa FRAGSTATS, así como los mismos índices de fragmentación, aunque los resultados difieren en que la superficie boscosa disminuyó y se fragmentó más durante el periodo evaluado.

Conclusiones

Según los resultados obtenidos la cuenca del Río Mucujún ha pasado por un proceso de recuperación de la cubierta forestal, así como de una fragmentación del bosque cada vez menor. Es un hecho que la creación de la figura de Reserva Hidráulica en 1986 ha garantizado la conservación de la cubierta forestal de la cuenca, la figura de protección y el hecho que la cuenca tiene una sola vía de entrada y salida, controlada por guardería ambiental, garantizan su preservación, lo que redundará en niveles de sostenibilidad mayores, manteniendo así los beneficios, tangibles e intangibles, de una cobertura forestal extensa, continua y sana, que a largo plazo garantizaran calidad de vida.

Se puede constatar entonces que las técnicas de teledetección y el procesamiento digital de imágenes de percepción remota, entre ellas las clasificaciones (supervisadas o no), así como la Evaluación de la Fragmentación, y métodos apoyados en los SIG, demuestran ser herramientas ideales para apoyar y complementar los métodos de evaluación de la sostenibilidad de una región.

Se recomienda entonces reforzar y aplicar efectivamente políticas que garanticen tal tendencia, es decir, el manejo sostenible de la cubierta forestal, sea mediante la protección estricta, o la regulación de actividades que puedan afectar en el tiempo la misma. El aumento poblacional es un factor de presión sobre los recursos forestales, y ocasionará que la cubierta forestal tienda a degradarse y desaparecer en el transcurso de algunos años, lo que según los principios del desarrollo sostenible es contrario a la preservación de nuestro ambiente y los beneficios que genera para las generaciones presentes y futuras.

Bibliografía

- [Acosta, 2001] Acosta, G. 2001. *Efecto de la fragmentación del Bosque nativo en la conservación de *Oncifelis* y *Pseudalopex culpaeus* en Chile Central*. Tesis para optar al Magister en Ciencias Biológicas mención Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile. 73 p.
- [Alig et al., 2005] Alig, R., Lewis, D.; Swenson, J. 2005. Is forest fragmentation driven by the spatial configuration of land quality?, The case of western Oregon. *Forest Ecology and Management* 217 (2005) 266–274.

- [Apan, 1996] Apan, A. 1996. Forest Rehabilitation Need Index (FRNI) for tropical areas: Concepts and derivation using satellite data and GIS. *Geocarto International*. Vol. 11. No. 2. P. 43-53.
- [Batistella et al., 2000] Batistella, M., Brondizio, E. y Morán, E. 2000. **Comparative analysis of landscape fragmentation in Rondonia, Brazilian Amazon**. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXIII, Part B7. Amsterdam 2000.
- [Bouroncle, 2008] Bouroncle, C. 2008. *Efectos de la fragmentación en la ecología reproductiva de especies y grupos funcionales del bosque húmedo tropical de la zona atlántica de Costa Rica*. Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) como requisito para optar por el grado de Magister Scientiae en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad. 99 p.
- [Butler et al., 2004] Butler, B., Swenson, J., Alig, R. 2004. Forest fragmentation in the Pacific Northwest: quantification and correlations. *Forest Ecology and Management* 189 (2004) 363–373.
- [Chuvieco et al., 2002] Chuvieco, E., Salas, J., Meza, E., Vargas, F. 2002. *Empleo de la teledetección en el análisis de la deforestación tropical: el caso de la Reserva Forestal de Ticoporo (Venezuela)*. Serie Geográfica. Nro. 10 - 2002: 55 – 76.
- [Chuvieco, 2008] Chuvieco, E. 2008. *Teledetección Ambiental, la observación e la Tierra desde el Espacio*. 3era Edición actualizada. Ariel Ciencia. 594 p.
- [Coronado, 2014] Coronado, M. 2014. Análisis de fragmentación en el Parque nacional Cerro Azul Meambar (PANACAM). Proyecto especial para optar al título de Ingeniera en Ambiente y Desarrollo, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 29 p.
- [Fahrig, 2003] Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 2003. 34:487–515.
- [FAO, 2016] FAO. 2016. El Estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra. Roma.
- [FAO, 2007] FAO. 2007. *Manual on Deforestation, Degradation, and Fragmentation using Remote Sensing and GIS*. Forestry Department. Food and Agriculture Organization of the United Nations. MAR-SFM Working paper 5/2007. 49 p.
- [Galvan et al., 2015] Galvan, S., Ballut, G., De la Ossa, J. 2015. Determinación de la fragmentación del bosque seco del arroyo Pechelín, Montes de María, Caribe, Colombia. *Biota Colombiana*, vol. 16, núm. 2, julio-diciembre, 2015, pp. 149-157.

- [GOF-C-GOLD, 2013] GOF-C-GOLD, 2013. *A sourcebook of methods and procedures for monitoring and reporting anthropogenic greenhouse gas emissions and removals associated with deforestation, gains and losses of carbon stocks in forests remaining forests, and forestation. GOF-C-GOLD Report version COP19-1.* (GOF-C-GOLD Land Cover Project Office, Wageningen University, The Netherlands). 2013. p.
- [Goparaju et al., 2005] Goparaju, L., Tripathi, A., Jha, C.S. 2005. Forest fragmentation impacts on phytodiversity. An analysis using remote sensing and GIS. *CURRENT SCIENCE*, Vol. 88, Nro. 8, 25 April 2005.
- [Guevara, 2000] Guevara, E. 2000. *Sistemas de conservación y rehabilitación de cuencas.* Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad de Carabobo (CDCH-UC). Valencia. Venezuela. 420 p.
- [Guild et al., 2004] Guild, L.S., Cohen, W.B., Kauffman, J.B. 2004. *Detection of deforestation and land conversion in Rondonia, Brazil, using change detection techniques.* Int. J. Remote Sensing, 20 February, 2004.
- [Gutiérrez, 1999] Gutiérrez, J. 1999. *Evaluación de la dinámica de la cobertura forestal y uso de la tierra utilizando imágenes de satélite y SIG, Cuenca del Río Mucujún, Estado Mérida.* Trabajo Final de Grado como requisito parcial para obtener el grado MSc. en Manejo de Cuencas. Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. 91 p.
- [Gutiérrez y Peon, 2018] Gutiérrez, J. A. y Peón, J. 2018. *Detección de Cambios y Análisis de la Fragmentación de la Cobertura Forestal: un indicador de sostenibilidad Municipio Gondomar, Galicia, España.* Inédito (enviado a publicación).
- [Gutiérrez et al., 2013] Gutiérrez, N., Gartner, S., López, J., Pacheco, C. y Reif, A. 2013. The recovery of the lower montane cloud forest in the Mucujun. *Reg Environ Change*. DOI10.1007/s10113-013-0413-y.
- [Hernández y Pozzobon, 2002] Hernández, E. y Pozzobon, E. 2002. Tasas de deforestación en cuatro cuencas montañosas del occidente de Venezuela. *Rev. For. Venez.* 46(1) 2002. 35-42.
- [Holdridge, 2000] Holdridge, L. 2000. *Ecología basada en zonas de vida.* Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 5ta reimpresión. 216 p.
- [Kayiranga et al., 2016] Kayiranga, A., Kurban, A., Ndayisaba, F., Nahayo, L., Karamage, F., Ablekemi, A., Li, H., Ilniyaz, O. 2016. Monitoring Forest Cover Change and Fragmentation Using Remote Sensing and Landscape Metrics in Nyungwe-Kibira Park. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 2016, 4, 13-33.

- [Kumari et al., 2017] Kumari, R., Asok, S., Ferrer, V., Suresh, P. 2017. A Comparative Appraisal on Satellite Remote Sensing Data as a Utilitarian Tool in Forest Health and Fragmentation Analysis. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*. Vol. 6. Issue 6, June 2017.
- [Landis y Koch, 1977] Landis, J.R. Koch, G.G. 1977. *The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data*. *Biometrics*, v.33, n. 1, p. 159-174, 1977.
- [Lanly, 1995] Lanly, J.P. 1995. Sustainable forest management: lessons of history and recent developments. *Unasylva* 46(182) p. 38-45.
- [Laurance y Bierregaard, 1997] Laurance, W. F. y Bierregaard JR., R. O. (EDS.), 1997. *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. The University of Chicago Press, Chicago, 1st edition. 525 p.
- [Lillesand et al., 2004] Lillesand, T., Kiefer, R. y Chipman, J. 2004. *Remote Sensing and image interpretation*. 5th edition. Wiley. 763 p.
- [Martín et al., 2008] Martín, B., Ortega, E., Mancebo, S. y OTERO, I. 2008. Fragmentación de los hábitats de la Red Natura 2000 afectados por el PEIT (Plan estratégico de infraestructuras y transporte). *GeoFocus* (Artículos), Nro. 8, p. 44-60. ISSN: 1578-5157.
- [McGarigal y Marks, 2015] McGarigal, K. y Marks, B.J. 2015. *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. *Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351*. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest. Research Station. 182 p.
- [Muñoz et al., 2016] Muñoz, J., Andrades, M. y González, B. 2016. *Cambio Multitemporal De La Cobertura Vegetal y Fragmentación En La Reserva Ecológica Mache-Chindul Ecuador*. *European Scientific Journal* October 2016 edition vol.12, Nro.30.
- [Pacheco et al., 2015] Pacheco, C., Camargo, C., Arias, F. Gutiérrez, N., Gamez, L. y Vilanova, E. 2015. *Utilización del Sistema TerraAmazon para la evaluación de cambios en la cobertura forestal en una cuenca de los Andes venezolanos (1988-2014)*. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.
- [Pacheco et al., 2011] Pacheco, C., Aguado, I. y Mollicone, D. 2011. *Dinámica de la deforestación en Venezuela: análisis de los cambios a partir de mapas históricos*. *INTERCIENCIA*, Aug 2011, Vol 36, No. 8
- [Phillips y Navarrete, 2009] Phillips, J. y Navarrete, D. 2009. *Análisis de fragmentación y conectividad*. *Plan de Manejo Ambiental*. Alcaldía Mayor de Bogotá, Secretaria de Ambiente. 130 p.

- [Riitters et al., 2002] Riitters, K., Wickham, J., O'Neill, R., Jones, B., Smith, E., Coulston, J.; Wade, T. y Smith, J. 2002. Fragmentation of Continental United States Forests. *Ecosystems* (2002) 5: 815–822.
- [Sosa, 2008] Sosa, R. 2008. *Efectos de la fragmentación del bosque de caldén sobre las comunidades de aves en el centro-este de La Pampa*. Tesis presentada para optar al título de Doctor de la Universidad de Buenos Aires en el área Ciencias Biológicas. 93 p.
- [Thompson et al., 2013] Thompson, I. D., Guariguata, M. R., Okabe, K., Bahamondez, C., Nasi, R., Heymell, V. y Sabogal, C. 2013. An operational framework for defining and monitoring forest degradation. *Ecology and Society* 18 (2): 20.
- [Torahi y Rai, 2011] Torahi, A. y Rai, S.C. 2011. Land Cover Classification and Forest Change Analysis, Using Satellite Imagery - A Case Study in Dehdez Area of Zagros Mountain in Iran. *Journal of Geographic Information System*, 2011, 3, 1-11.
- [UNFCCC, 2001] UNFCCC. 2001. *Convención Marco sobre cambio climático. Conferencia de las Partes. Naciones Unidas. Anexo*. Definiciones, modalidades, normas y directrices relativas a las actividades de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura previstas en el Protocolo de Kyoto.
- [Varma et al., 2000] Varma, V.K., Ferguson, I. y Wild, I. 2000. Decision support system for the sustainable forest management. *Forest Ecology and Management* 128 (2000) 49-55.
- [Vazquez-Quintero et al., 2013] Vazquez-Quintero, G., Pinedo-Alvarez, A., Manjarrez-Dominguez, C., De León-Mata, G. y Hernández-Rodríguez, O. 2013. *Análisis de la fragmentación de los bosques templados usando sensores remotos de media resolución especial en Pueblo Nuevo, Durango*. TECNOCENCIA Chihuahua. Vol, VII, Nro 2, Mayo- Agosto 2013.
- [Villavicencio et al., 2012] Villavicencio, R., Santiago, A., Godínez, J., Chávez, J. y Toledo, S. 2012. *Efecto de la fragmentación sobre la regeneración natural en la Sierra de Quila, Jalisco*. *Rev. Mex. Cien. For.* Vol. 3 núm. 11.
- [Viña y Estevez, 2013] Viña, A. y Estevez, J. 2013. *Fragmentation of a tropical lowland forest in a trans-boundary region: Colombia and Ecuador*. ISSN 0123 - 3068 *bol.cient.mus.hist.nat.* 17 (1), enero - junio, 2013. 53 – 63. Boletín Científico Centro de Museos. Museo de Historia Natural.

Detección de Cambios y Análisis de la Fragmentación de la
Cobertura Forestal: un indicador de sostenibilidad Municipio
Gondomar, Galicia, España

Forest cover change detection and fragmentation analysis: an
sustainability indicator Gondomar Municipality, Galicia, Spain

Julian Gutiérrez¹

Jaime Peón²

Fecha de recepción: 28/11/2018

Fecha de aceptación: 22/11/2019

Resumen

Se evalúan cambios en la superficie forestal así como su fragmentación, mediante procesamiento digital de imágenes satelitales, para el Municipio Gondomar, Galicia, España. Se obtuvieron los siguientes resultados, en el año 1990 la superficie boscosa era de 2.819,36 has, el año 2000 disminuyó a 2.461,02 has, en 2011 pasa a 2.390 has, representando un 36,76 %, 32,08 %, y 31,16 % respectivamente de la superficie del municipio. En cuanto a la fragmentación, se calcularon los siguientes índices: Número de Parches, para el año 1990 había 453 parches de bosque, el 2000 con 451, y 455 en 2011; Densidad de Parches: 6,07 para el año 1990, 6,04 el 2000, y 6,09 en el 2011; Índice del Parche Mayor, para el año 1990 representaba 23,65 %, para el 2000 14,12 %, y finalmente para el 2011 12,51 %; y Área Media de Parches, el año 1990 era de 6,22 has, 5,46 has el 2000, y 5,25 has el 2011. Al analizar los resultados se concluyó que la cobertura forestal no solamente disminuyó netamente del año 1990 al 2011, además sufrió un proceso de fragmentación, lo que implica que los beneficios del ecosistema bosque se ven disminuidos, así como los efectos negativos de su fragmentación se ven potenciados

Palabras clave: Bosques, Deforestación, Fragmentación, Imágenes satelitales, Sostenibilidad, Galicia España.

¹Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Vía Chorros de Milla, Mérida, Edo. Mérida, Venezuela.

²Departamento de Física Aplicada al Ambiente, Facultad de Ciencias del Mar. Universidad de Vigo. Vigo, Galicia, España.

Abstract

Changes in the forest area are evaluated as well as their fragmentation, through digital processing of satellite images, for the Gondomar Municipality, Galicia, Spain. The following results were obtained: in 1990 the forest area was 2,819.36 hectares, in 2000 it decreased to 2,461.02 hectares, in 2011 it decreased to 2,390 hectares, representing 36.76%, 32.08%, and 31.16% respectively of the surface of the municipality. As for the fragmentation, the following indices were calculated: Number of Patches, for the year 1990 there were 453 patches of forest, 2000 with 451, and 455 in 2011; Patch Density: 6.07 for the year 1990, 6.04 the 2000, and 6.09 in the 2011; Index of the Major Patch, for the year 1990 it represented 23.65%, for the year 2000, 14,12%, and finally for the 2011, 12,51%; and the Average of Patches, the year 1990 was 6.22 hectares, 5.46 hectares in 2000, and 5.25 hectares in 2011. When analyzing the results, it was concluded that the forest cover not only decreased sharply from 1990 to 2011. In addition, it suffered a process of fragmentation, which implies that the benefits of the forest ecosystem are diminished, as well as the negative effects of its fragmentation are enhanced. **Keywords:** Forest, deforestation, fragmentation, satellite images, sustainability, Galicia Spain.

Introducción

Son innegables los beneficios de los árboles para el sustento de la vida en la Tierra, las interacciones entre estos, el agua y la energía proveen la fundación para el almacenamiento de carbono, enfriamiento de la superficie terrestre, la biodiversidad, y la distribución de los recursos hídricos, lo que ayudaría a mitigar los efectos del cambio climático [Ellison et al., 2017]. Uno de los aspectos que garantiza un desarrollo sustentable es la preservación de los bosques, estos constituyen uno de los hábitat más importantes desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad y por los servicios que ofrecen al hombre, leña para consumo local en comunidades rurales, regulación del recurso hídrico en cantidad y calidad, productos forestales no maderables, preservación de la biodiversidad, regulación del clima local y regional haciéndolo menos extremo, sumidero de carbono y generación de oxígeno, entre otros, y en resumen garantizan calidad de vida. Según FAO (2016) las causas de la deforestación pueden ser inmediatas (directas) o subyacentes (indirectas). Las causas inmediatas de la deforestación son las actividades humanas con repercusiones directas en la cubierta forestal, por ejemplo, la expansión agrícola, el crecimiento urbano, el desarrollo de infraestructuras y la minería. Las causas subyacentes de la deforestación están relacionadas con las interacciones a nivel macro de los factores de carácter demográfico, económico, tecnológico, social, cultural y político.

Según OSE (2007) la cantidad de carbono liberado por la pérdida de zonas forestales y los incendios podría llegar a superar al carbono fijado por la regeneración y el crecimiento de los bosques. Entre 1990 y 2000 la superficie forestal en España se había reducido un 6,75 % (1.534.542 ha), transformándose principalmente en zonas agrícolas y zonas artificiales. Los cambios de ocupación del suelo tienen un efecto negativo sobre el balance de los sumideros de carbono, sobre todo cuando los bosques son sustituidos por zonas artificiales, con una pérdida total de la capacidad del suelo para fijar carbono. Se estima que los ecosistemas terrestres en España han fijado alrededor de 86 Megatoneladas de CO₂ entre 1990 y 2000. Este segundo componente del efecto sumidero, puede llegar a tener más peso que el crecimiento de las masas forestales en el balance neto de carbono secuestrado por los ecosistemas terrestres, pues la capacidad de los bosques maduros para capturar carbono tiende a ralentizarse en el tiempo, OSE (2007). Debe destacarse también un dato muy positivo y es que la superficie forestal en España, para el 2016, ha aumentado un 33 % en 25 años, aunque por el contrario, en España el suelo urbano se ha triplicado, y la desertificación afecta ya al 37 % del territorio [Fundación Alternativas y ECOEMBRES, 2016].

Según Varma et al (2000) la sostenibilidad en el manejo del bosque y sus criterios e indicadores se derivan de los principios guía del manejo forestal sostenible, fomentando el mantenimiento de los diferentes valores forestales. Para una visión general de la FAO de tales iniciativas, Lanly (1995) muestra consenso en la caracterización del manejo forestal sustentable a través de 6 criterios: (1) extensión de los recursos forestales; (2) conservación de la diversidad biológica; (3) salud y vitalidad del bosque; (4) funciones productivas del bosque; (5) funciones protectoras del bosque; y (6) necesidades sociales y económicas relacionadas al bosque.

Otro aspecto que se analiza en este trabajo se refiere a la fragmentación del bosque, producto de los procesos de cambios de uso. La fragmentación forestal ocurre cuando una gran superficie de bosque continuo es dividida en pequeños bloques (parches) por carreteras, actividades agrícolas, urbanización, u otro desarrollo. Este proceso reduce las funciones del bosque como hábitat para muchas especies vegetales y animales, ya que incrementa la vulnerabilidad de las especies al transitar entre parches, aislamiento de las poblaciones, limitación de las migraciones de especies a través de las áreas deforestadas, debido al incremento del borde del hábitat a expensas del interior del mismo, a la reducción de su área total, asimismo, reduce la efectividad del bosque para desarrollar otras funciones, como la purificación del agua y aire. Se pueden revisar tales efectos en [Laurance y Bierregaard, 1997, Acosta, 2001, Fahrig, 2003, Goparaju et al., 2005, Alig et al., 2005, Bouroncle, 2008, Sosa, 2008, Villavicencio et al., 2012].

Igualmente, se pueden revisar los ejemplos de análisis de fragmentación siguientes: [Batistella et al., 2000, Riitters et al., 2002, Butler et al., 2004, Phillips y Navarrete, 2009, Viña y Estevez, 2013, Coronado, 2014, Galvan et al., 2015]. También, algunos autores proponen la creación de nuevos índices de fragmentación como [Hurd et al., 2002, Butler et al., 2004, Pfister, 2004], otros evalúan la sensibilidad de los mismos a diferentes factores como la escala [Pfister, 2004, Triviño et al., 2007].

Según Gibbs et al. (2007) la fuente más grande de emisiones de gases de efecto invernadero en la mayor parte de los países tropicales se debe a la deforestación y degradación de los bosques, se estima que la deforestación de bosques tropicales ha liberado alrededor de 1-2 billones de toneladas de carbón por año durante la década del 90, aproximadamente entre el 15-25 % de las emisiones anuales globales de gases de efecto invernadero. A su vez, Thompson et al. (2013) al diseñar una infraestructura operacional para definir y monitorear la degradación forestal, proponen una serie de criterios (5) e indicadores para tal fin, son: (1) Funciones productivas: Individuos en crecimiento, Productos Forestales No Maderables; (2) Biodiversidad: Estado del ecosistema, Fragmentación del Bosque, Abundancia de Especies; (3) Perturbaciones inusuales: Invasión de especies foráneas, Incendios; (4) Funciones protectoras: Erosión del suelo, Producción de agua; (5) Almacenamiento de carbono: Carbón almacenado, Especies arbóreas de maderas de densidad alta. Vemos entonces que el análisis de la fragmentación del bosque es un factor importante para conocer el nivel de la degradación del mismo.

Se justifica entonces evaluar los cambios en la cobertura forestal y su fragmentación, para conocer si una determinada región se está desarrollando de forma sostenible o no, ya que el aumento poblacional, aunado al aumento de la urbanización de territorios y la utilización de estos para agricultura, implica un aumento de la artificialización de la superficie terrestre, lo que lleva implícito una disminución de la cobertura forestal previamente existente. La Evaluación de la Sostenibilidad es una metodología que permite conocer si una determinada región o comunidad se está desarrollando de forma sustentable, entre los parámetros que evalúa para reflejar lo anterior están la superficie de bosques que una región contenga así como la superficie de tierras artificiales (urbano, agrícola, industrial, vías de comunicación).

El rápido proceso de deforestación de grandes superficies ha puesto al descubierto los riesgos de un desarrollo desbocado, no sustentable/sostenible en el tiempo, de allí que la preocupación de los científicos ambientales viene dada tanto por diagnosticar el problema, como por generar técnicas y métodos que permitan resolverlo. En relación a lo anterior,

se han desarrollado diferentes métodos para evaluar la sostenibilidad de las actividades del Hombre en la búsqueda de garantizarse bienes y servicios, bienestar, y en general una vida cómoda. El Método de la Huella Ecológica, Wackernagel et al. (1999), en Badii, (2008), es utilizado para conocer el nivel de sostenibilidad de las actividades desarrolladas por un individuo, empresa, comunidad, región o país. La huella ecológica se define como la cantidad de superficie necesaria para obtener los recursos (alimento, agua, superficie urbana, energía) y absorber las emisiones (dióxido de carbono y residuos en general), de toda la sociedad humana, y entre otros factores usan las superficies boscosas para evaluar la sostenibilidad [Moreno et al., 2005, Domenech, 2007, Carballo y García-Negro, 2008]. Entonces, de acuerdo a la metodología de la Huella Ecológica, ésta sería mayor (menor sostenibilidad) si las áreas urbanizadas y/o agrícolas aumentan a costa de las áreas de bosques, los cuales sirven para producir madera y papel, e igualmente para absorción de CO₂.

La cantidad de información, físico-natural y socioeconómica, requerida para evaluar la sostenibilidad en un territorio es cuantiosa, así como su variación en el tiempo, de allí que el uso de sistemas geoinformáticos es esencial, estos contribuyen a la toma de decisiones y la definición de estrategias de manejo sostenible, como lo sugieren Varma et al. (2000). Una de las fuentes de información confiable para tales sistemas son las imágenes de percepción remota, de acuerdo a Rochon et al. (2003) la teledetección desde aviones o satélites tienen un enorme potencial para facilitar y monitorear la dinámica del manejo intergeneracional de los recursos naturales y construir la sostenibilidad ambiental.

La detección de cambios de uso y cobertura de la tierra, específicamente de la superficie forestal, es una técnica muy utilizada actualmente, el aprovechamiento de las imágenes de percepción remota a través de las técnicas de teledetección es un campo del conocimiento en el que la integración de las ciencias geomáticas y ambientales han permitido producir gran cantidad de información para los científicos ambientales, les ha permitido conocer la evolución de las áreas forestales en el mundo. Desde los años 90 se ha intensificado el uso de tales técnicas, mediante diferentes métodos de clasificación para conocer los cambios en la cobertura forestal [Michalak, 1993, Gutiérrez, 1999, Chuvieco, 2008, Guild et al., 2004, Helmer et al., 2008, Torahi y Rai, 2011, Gutiérrez et al., 2013, Pacheco et al., 2015, Kayiranga et al., 2016]

En este trabajo se desarrolló la detección de cambios y la fragmentación de la cobertura forestal en el Municipio Gondomar, Galicia, España, para el período correspondiente a los años 1990-2000-2011. Se exponen diferentes técnicas de procesamiento digital de imágenes satelitales para determinar los cambios en la cobertura forestal y su fragmentación, reflejando, parcialmente, si la población de un determinado territorio se desenvuelve

de forma sostenible o no. En este caso el análisis visual y el procesamiento digital de imágenes satelitales se utiliza como una herramienta de apoyo y generación de datos de insumo para la construcción posterior de un indicador de sostenibilidad.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El Municipio Gondomar pertenece a la Provincia de Pontevedra, Comunidad Autónoma de Galicia, abarcando una superficie de 7.670,40 has. Se encuentra situado entre los 08°41'00'' y 08°48'50'' longitud Oeste y entre los 42°03'23 y 42°10'00 latitud Norte. El municipio forma parte de la Región de las Rías Bajas situada en la zona suroccidental de Galicia (figuras 1). Se ubica al sur de la Provincia de Pontevedra, en la cuenca del “Val Miñor” formado por la confluencia de los ríos Zamans y diversos ríos de menor caudal como El Rasas o Morgadans. Pertenece en su práctica totalidad a una zona drenada por cursos fluviales que vierten sus aguas en la Ría de Vigo a través del Valle menor. Cuenta con una superficie de 74,8Km². Limita al norte con los Municipios Nigrán y Vigo, al sur con el de Tomiño y Tuy, al este con el de Porriño, y al oeste con el de Baiona [Ayuntamiento Municipio Gondomar, 2006].

El accidente geográfico que mejor define este municipio es el amplio valle del río Menor delimitado en general por elevadas montañas que cercan en parte y que frecuentemente superan los 400 msnm. En Gondomar se registran algunas de las altitudes mayores de la zona costera suroccidental de Galicia, destacando el Cerro Gallinero, con sus 705 msnm. Las altitudes oscilan entre el nivel del mar, en la Marisma Ramallosa y el Cerro Gallinero. En el término municipal predominan las pendientes en torno al 5 y 10%, convergentes hacia la costa, aumentando en las zonas de monte donde llegan a superar el 30%.

El nivel de concientización acerca del importante papel que cumple la cubierta vegetal sobre la superficie terrestre ha tenido un punto de inflexión a raíz de las nefastas consecuencias que sobre el ambiente ocasionan procesos como la deforestación o los incendios. Los cambios sociales y económicos han afectado igualmente el uso que de estos espacios hace el hombre. En tiempos pasados los bosques y la “Matagueira” eran principalmente fuente de recursos para una sociedad tradicional que vivía en gran medida del medio rural, pasto para animales, cultivos de cereal, leña, etc. Actualmente, el bosque, se ve desde un punto de vista productivo y las plantaciones de especies de crecimiento rápido como el Pino o el Eucaliptus así lo testimonian. En el Plan Forestal de Galicia se afirma al respecto: “el bosque en las sociedades avanzadas está adquiriendo un valor creciente por su carácter de recurso escaso de alta calidad, y esto es así por la aportación en la mejora de la calidad de vida, la estabilidad de los ecosistemas generales

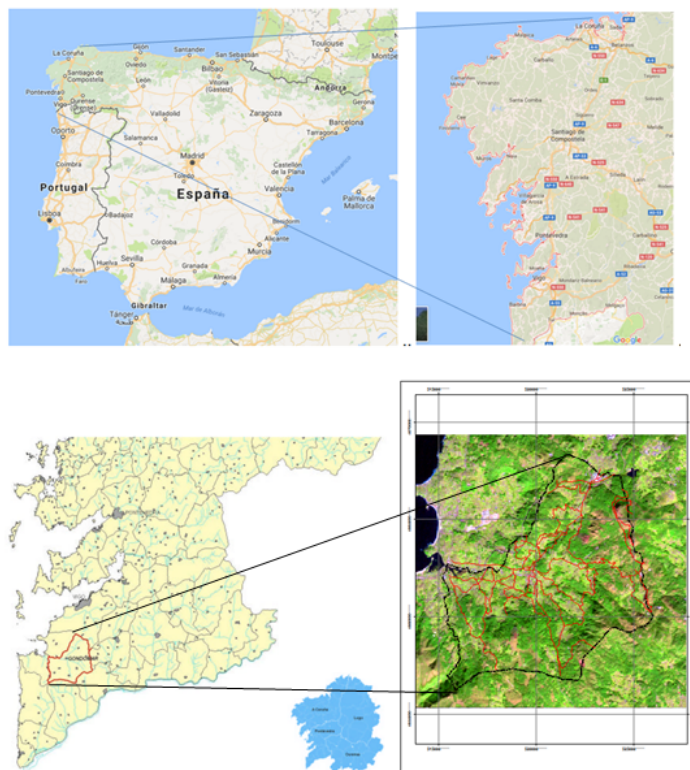


Figura 1: Ubicación relativa nacional de Galicia (Sup), y ubicación relativa regional Municipio Gondomar (Inf)

y la generación de actividades de ocio, como por la producción de materias prima renovables con posibilidad de alto valor agregado que requieren tecnologías punta en su transformación” [Ayuntamiento Municipio Gondomar, 2006].

Es preciso incluir la actividad humana como modeladora y causante principal de procesos que transforman la superficie terrestre. Se trata de actuaciones que en algunos casos favorecen la edafogénesis (replantaciones forestales, construcción de terrazas, por ejemplo) y en otro motivan la morfogénesis (talas o incendios forestales, creación de zonas sin vegetación). Igualmente, los proyectos de desarrollo implican la transformación del paisaje, en Gondomar las **infraestructuras viales** generaron un conjunto de transformaciones en la superficie terrestre, como la corrección de pendientes, la modificación del relieve, excavaciones. Igualmente, el crecimiento urbanístico desordenado genero la invasión de tierras de potencial agrícola y forestal por parte de viviendas y talleres [Ayuntamiento Municipio Gondomar, 2006]. Como consecuencia de

lo anterior se pudieron incrementar los procesos de erosión y destruir suelos de potencial agrícola; debido a los cambios en la cobertura forestal y su fragmentación, ocasionada por la construcción de redes viales, como lo exponen Martin et al (2008).

Materiales

En este estudio se utilizaron las imágenes Landsat TM +, LT42040311990356XXX07 del 22/12/1990 (Línea base), LE72040312000320AGS00 del 15/11/2000 (año 1), y LT52040312011310MPS01 del 06/11/2011 (año 2), adquiridas desde la página del USGS-Glovis, de las mismas se extrajeron mediante técnicas digitales las subimágenes que abarca la zona en estudio. Se utilizaron los programas privativos Idrisi, para el procesamiento digital de las imágenes y el cálculo de estadísticas de cambio de cobertura forestal, y el programa FRAGSTATS, para el análisis de fragmentación del bosque. Teniendo en cuenta que las imágenes utilizadas son Landsat, con un pixel de 30m, nos permite documentar una escala de trabajo de 1:25.000.

Métodos

Para conocer las características y estadísticas, en cuanto a superficie, de las coberturas forestales afectadas entran en juego las técnicas de teledetección, interesa en este estudio conocer los cambios de las superficies forestales durante el periodo comprendido entre los años 1990, 2000 y 2011. Además, paralelo a conocer los cambios en superficie de los bosques, especialmente su disminución, interesa también conocer el aspecto fragmentación de tales superficies boscosas, debido a que tal cambio afecta enormemente el aspecto biodiversidad y resiliencia de tales ecosistemas [FAO, 2007, Villavicencio et al., 2012].

En esta investigación se aplicó el algoritmo de Máxima Probabilidad (MAXLIKE), con tres iteraciones, el cual consiste en la clasificación de imágenes de satélite, a partir de la información contenida en una serie de archivos de firmas espectrales construidos mediante los sitios de entrenamiento [Chuvieco, 2008]. Según Lillesand et al. (2004) una clasificación no está completa hasta que se evalúe su exactitud, esta consiste en diseñar una matriz de errores (también llamada matriz de confusión o tabla de contingencia), la matriz de errores compara en la base de “categoría por categoría” la relación entre la data conocida, es decir, la “verdad terreno”, y el correspondiente resultado de la clasificación automatizada. Tales matrices son cuadradas, con el número de filas y columnas igual al número de categorías cuya exactitud de clasificación está siendo evaluada. De la matriz de errores se pueden estudiar los errores de omisión (exclusión), los errores de comisión (inclusión), exactitud del productor, exactitud del usuario, y exactitud general.

El **Índice Kappa** es un índice empleado para determinar la exactitud de las clasificaciones

automatizadas; mide la diferencia entre el acuerdo mapa-realidad observado, y el que cabría esperar simplemente al azar, en definitiva intenta delimitar el grado de ajuste debido solo a la exactitud de la clasificación, prescindiendo del causado por factores aleatorios [Chuvieco, 2008]. Es uno de los más completos en la determinación de la certidumbre, general y por clase, ya que considera los valores de la diagonal y los que se encuentran fuera de ésta (errores de omisión y de comisión). Si hacemos la clasificación al azar existe una posibilidad de asignación correcta de cobertura o uso a cada píxel; el índice tiene por finalidad remover esa probabilidad de asignación correcta de los píxeles del cálculo de exactitud en la clasificación. Se calcula de la siguiente forma:

$$K = \frac{((N * \sum X_{ii} - (\sum (X_i * X + i)))}{((N * N) - (\sum (X_i * (X + i)))} \quad (1)$$

Donde: N = total de píxeles seleccionados para el chequeo, y $\sum X_{ii}$ = píxeles correctamente clasificados.

La Fragmentación de Bosques se define como “cualquier proceso que resulta en la conversión de un bosque inicialmente continuo en parches de bosque separados por tierras no forestales” [FAO, 2007]. En cuanto al análisis del proceso de fragmentación de los bosques, en este estudio se utiliza la definición de Bosque de UNFCC (2001): “superficie mínima de tierras de entre 0,05 y 1,0 hectáreas (ha) con una cubierta de copas (o una densidad de población equivalente) que excede del 10 al 30 % y con árboles que pueden alcanzar una altura mínima de entre 2 y 5 metros (m) a su madurez in situ. Un bosque puede consistir en formaciones forestales densas, donde los árboles de diversas alturas y el sotobosque cubren una proporción considerable del terreno, o bien en una masa boscosa clara. Se consideran bosques también las masas forestales naturales y todas las plantaciones jóvenes que aún no han alcanzado una densidad de copas de entre el 10 y el 30 % o una altura de los árboles de entre 2 y 5 m, así como las superficies que normalmente forman parte de la zona boscosa pero carecen temporalmente de población forestal a consecuencia de la intervención humana, por ejemplo de la explotación, o de causas naturales, pero que se espera vuelvan a convertirse en bosque”.

Se calcularon para cada año diferentes índices utilizando el programa FRAGSTATS [McGarigal y Marks, 2015], entre los cuales están: Áreas totales de Bosque (CA), Área Media de Parches (*Mean patch size, Area MN*), Numero de parches de bosque para cada año (*Number of Patches, NP*), Densidad de Parches (*Patch Density, PD*), y el Índice de Parche Mayor (*Largest Patch Index, LPI*). Se puede observar que el programa también genera las superficies de Bosque para cada año. En primera instancia se procedió a digitalizar las coberturas que definen el Municipio Gondomar, su límite municipal, la vialidad, etc.

Seguidamente se definieron los años a evaluar, para lo anterior se decidió incluir tres fechas, 1990, 2000 y 2011; es importante aclarar que la inclusión del año 2011 (y no el año 2010), se debió a que en la búsqueda de imágenes sin nubes, en el área de estudio, fue el año que cumplió con tal condición; además, se hizo énfasis en buscar imágenes de la misma estación, de manera que las condiciones vegetativas del bosque fueran similares, en este caso fueron imágenes del periodo de invierno. Una vez obtenidas las imágenes, se procedió a “cortar” digitalmente las subimágenes correspondientes, teniendo en cuenta el área del municipio. Al disponer de las subimágenes, se experimentó con la construcción del verdadero color y los falsos colores, lo anterior con el fin de identificar, mediante análisis visual, la combinación de bandas más adecuadas para contar con la mejor discriminación de los tipos de coberturas presentes en el sector, se hizo mejoramiento digital del contraste mediante la ecualización de los histogramas [Chuvieco, 2008], se preseleccionaron las combinaciones RGB 457 y 543 (falsos colores).

Una vez seleccionada la mejor combinación de bandas se procedió a confirmar la leyenda, esto es, confirmar los tipos de usos y coberturas presentes en las subimágenes del área de estudio, resultando definitivamente las siguientes clases: Bosque, Pasto, Cuerpos de Agua, Urbano/Arena, Roca/Suelo desnudo, apoyándonos para lo anterior en los histogramas y los diagramas de dispersión. De acuerdo a las características del área de estudio y al objetivo del trabajo se definieron 2 tipos de cobertura (categorías), 1) Bosque, y 2) “NoBosque”, esta segunda categoría incluye el resto de clases presentes: Pasto, Urbano/Arena, Roca/Suelo Desnudo, Cuerpos de agua. Es importante resaltar que en la combinación de bandas seleccionada la cobertura “Arena” y el uso “Urbano” presentan respuestas espectrales parecidas, por lo que se decidió fusionarlas en una clase. Lo anterior aplicó también para las coberturas Roca y Suelo desnudo. La categoría “Bosque” esta mayormente compuesta por las especies *Pinus Pinaster*, *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus* [Ayuntamiento Municipio Gondomar, 2006]. Con las anteriores combinaciones de bandas se procedió a desarrollar las clasificaciones respectivas, tomando las muestras de entrenamiento respectivas de cada uso y cobertura, lo anterior se ejecutó con el clasificador de Máxima Probabilidad MAXLIKE [Lillesand et. al, 2004]. Para la aplicación del clasificador MAXLIKE, en la discriminación de las diferentes coberturas, se pudo comprobar un mejor resultado visual de la combinación FC543 al evaluar los histogramas, los diagramas de dispersión y las estadísticas de las características espectrales de las muestras de entrenamiento de cada tipo de cobertura. Se puede observar el verdadero color RGB123, los Falsos colores RGB543 y RGB457, para el año 2011, en la figura 2.

A continuación se creó una máscara booleana para delimitar solamente nuestra área de

interés. Por último, en lo que respecta a la generación de las clasificaciones (coberturas) de los diferentes años, se evaluó su exactitud, mediante la Matriz de Confusión. Se creó un archivo conformado por solo dos clases, a saber: “Bosque” y “NoBosque”, a partir del anterior archivo se extrajeron las superficies y estadísticas de cambio. Seguidamente se procedió a evaluar la calidad de las clasificaciones. Mediante el sistema, se hizo una selección de puntos de verificación con un Muestreo Aleatorio Sistemático no Alineado, se divide el área en matrices ortogonales de celdas y se elige una localización aleatoria dentro de cada matriz [Chuvienco, 2008]. Con este método se generó una matriz de puntos (160 pto) al azar repartidos uniformemente a través de la imagen, cantidad de muestras por categoría mayor al recomendado por los expertos [Chuvienco, 2008], a los cuales se les determina su ubicación geográfica; con esta información se elaboró la Matriz de Errores o Confusión, se calculó la Precisión global, y el Índice Kappa de certidumbre de la clasificación para cada año. Por último, para desarrollar el Análisis de Fragmentación, se utilizó igualmente el archivo de dos clases “Bosque” y “NoBosque”, para los diferentes años en estudio.



Figura 2: Composiciones a color para el año 2011, Verdadero color, Falso color 543, y Falso color 457, respectivamente.

Resultados y discusión

Para conocer los datos de reflectancia que se consideran como cobertura Bosque, de acuerdo a las estadísticas de esta categoría para cada año, se constataron los siguientes valores de reflectancia (Nivel Digital, ND): Para el año 1990, Mínimo: 6 (Banda 1); Máximo: 29 (Banda2); Media más alta: 18,74 (Banda2). Para el año 2000: Mínimo: 13 (Banda 1); Máximo: 67 (Banda2); Media más alta: 46,08 (Banda2). Para el año 2011: Min: 8 (Banda 1); Max: 53 (Banda2); Media más alta: 30,69 (Banda2).

La exactitud de las clasificaciones desarrolladas (Figura 3) para cada año se evaluó

mediante la construcción de la Matriz de Confusión, utilizando para la “verdad terreno” la imagen en verdadero color de cada año, teniendo en cuenta los valores de reflectancia que corresponden a Bosque. A partir de las dos categorías, 1) Bosque, y 2) “NoBosque”, se contrastaron, para 1990, 2000 y 2011, los pixeles clasificados por el programa con los pixeles respectivos en la imagen en “Verdadero color”, construyendo con estos datos la matriz (Tablas 1, 2 y 3).

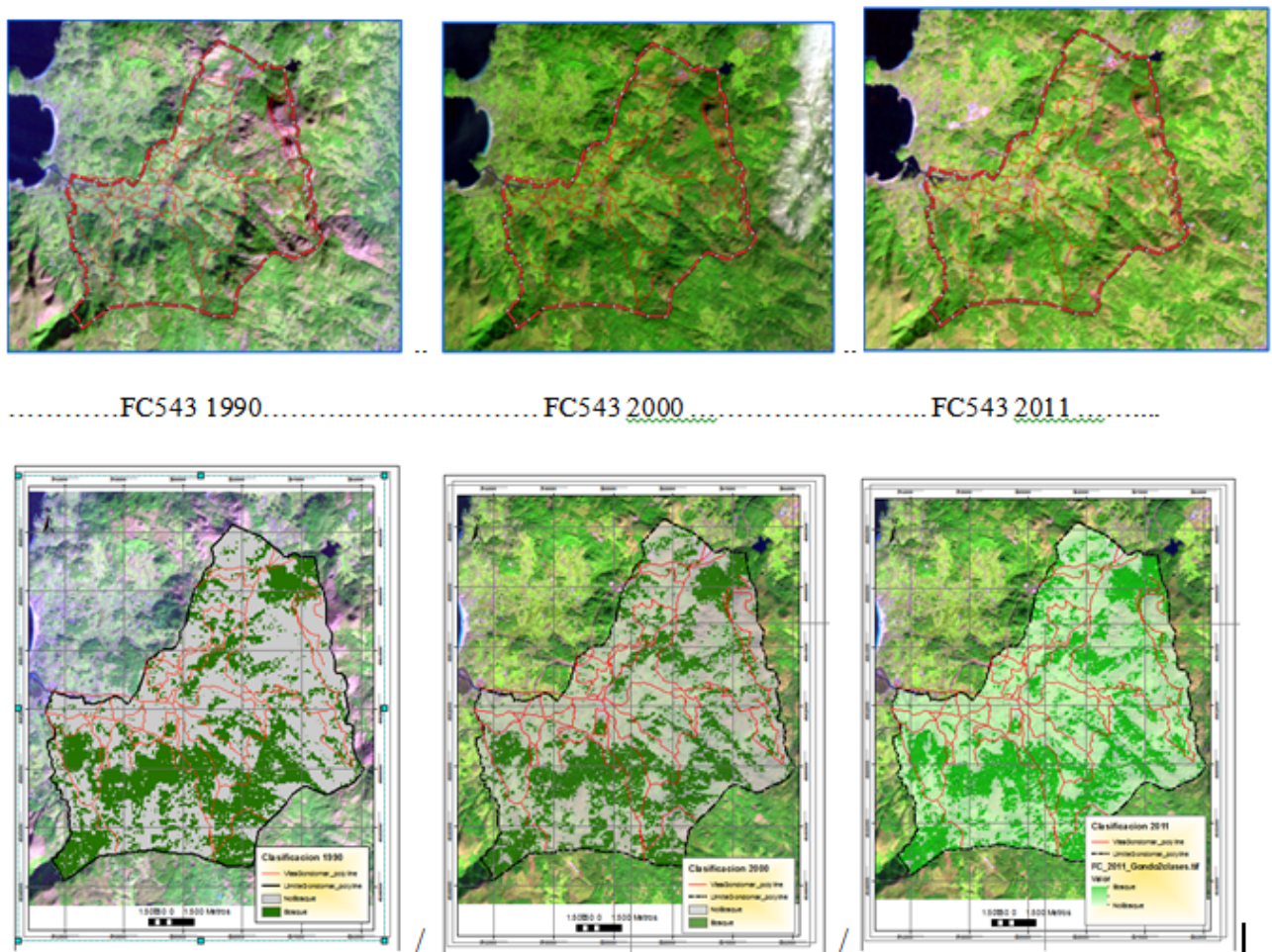


Figura 3: Imágenes en Falso color 543 y las clasificaciones respectivas para los años 1990, 2000 y 2011

Detección de cambios y fragmentación de cobertura forestal, Galicia, España

Tabla 1: Matriz de confusión/errores de la Clasificación año 1.990

Campo	Bosque	No Bosque	Total	Exactitud usuario	Error comisión
Bosque	50	8	58	86,21	13,79
NoBosque	5	97	102	95,10	4,9
Total	55	105	147/160		
Exactitud Prod	90,90	92,38			
Error omisión	9,1	7,62			

Tabla 2: Matriz de confusión/errores de la Clasificación año 2000

Campo	Bosque	NoBosque	Total	Exactitud usuario	Error comisión
Bosque	52	6	58	89,66	13,34
NoBosque	3	99	102	97,06	2,94
Total	55	105	Total: 151/160		
Exactitud Prod	94,55	94,29			
Error omisión	5,45	5,71			

Tabla 3: Matriz de errores/confusión. Clasificación año 2011

Campo	Bosque	NoBosque	Total	Exactitud usuario	Error comisión
Bosque	50	7	57	87,71	12,29
NoBosque	4	93	97	95,87	4,13
Total	54	100	Total: 143/160		
Exactitud Prod	92,59	93,00			
Error omisión	7,41	7,00			

Análisis de la Matriz de Errores/Confusión año 1990

Porcentaje correctamente clasificado: (Suma Valores en Diagonal / Total de

Observaciones) * 100. Porcentaje correcto: $(147 / 160) * 100 = 91.88\%$. Exactitud de la clasificación: 91,9%.

Los valores del cuadro se interpretan de la siguiente manera, de 160 píxeles seleccionados en el muestreo, 147 fueron correctamente clasificados. **Con respecto al bosque**, 50 de 58 píxeles fueron correctamente clasificados; **Exactitud del Productor** $50 / 55: 0,9090$ (91%). Error de Omisión $1 - (50 / 55) = 0,09 = 9\%$. **Exactitud del usuario** $50 / 58: 0,86$ (86%). Error omisión $1 - (50 / 58) = 14\%$. Analizando la primera fila se pueden observar los píxeles que siendo bosque se clasificaron erróneamente (8). Interpretando la primera columna, Bosque, se pueden observar los píxeles que siendo de otras categorías se asignaron al bosque (5). En relación a los errores de omisión y comisión, la clase Bosque obtuvo el mayor error (13,79) de comisión (usuario), así como el mayor error (9,1) de omisión (productor) también fue para la clase Bosque.

Índice Kappa

$$K = \frac{((N * \sum X_{ii} - (\sum (X_i * X + i))))}{((N * N) - (\sum (X_i * (X + i))))} \quad (2)$$

Donde $N = 160$ (total de píxeles seleccionados para el chequeo); $N * N = 25.600$

$\sum X_{ii} = 1$ (píxeles correctamente clasificados)

$\sum (X_i * (X + i)) = (55*58) + (105*102) = 3190 + 10710 = \mathbf{13.900}$

$N * \sum X_{ii} = (160*147) = \mathbf{23.520}$

Índice K = $(23.520 - 13.900)/(25.600 - 13.900) = 9.620/11.700 = \mathbf{0,8222 = 0,82}$

La **precisión global del mapa** del año 1990 fue de 91,9%, valor este ubicado dentro del rango establecido (80 a 95%) por los expertos para diferenciar las clases, y posteriormente evaluar sus cambios [GOF-C-GOLD, 2013]. **El resultado del índice kappa** fue de **0,82**, resultado con un grado de acuerdo **casi perfecto**, ya que sus valores se encuentran dentro del rango de 0,80 – 1,00 [Landis y Koch, 1977].

Análisis de la Matriz de Errores o Confusión año 2000

Porcentaje correctamente clasificado: (Suma Valores en Diagonal / Total de

Observaciones) * 100. Porcentaje correcto: $(151 / 160) * 100 = 94.4\%$. Exactitud de la clasificación: **94,4 %**.

Los valores del cuadro se interpretan de la siguiente manera. De 160 píxeles seleccionados en el muestreo, 151 fueron correctamente clasificados. **Con respecto al bosque**, 52 de 58 píxeles fueron correctamente clasificados; **Exactitud del Productor** $52 / 55: 0,95$ (95 %). Error de Omisión $1 - (52 / 55) = 0,05 = 5\%$. **Exactitud del usuario** $52 / 58: 0,90$ (90 %). Error comisión $1 - (52 / 58) = 0,10$ 10 %. Analizando la primera fila se pueden observar los píxeles que siendo bosque se clasificaron erróneamente (6). Interpretando la primera columna, bosque, se pueden observar los píxeles que siendo de otras categorías se asignaron al bosque (3).

Índice Kappa

Índice K = $(24.160 - 13.900)/(25.600 - 13.900) = 10.260/11.700 = 0,8769 = 0,88$

La precisión global del mapa del año 2000, fue de **94,40 %** valor este ubicado dentro del rango establecido (80 a 95 %) por los expertos para diferenciar las clases, y posteriormente evaluar sus cambios [GOF-C-GOLD, 2013]. Mientras que **el resultado del índice kappa** fue de **0,88**, resultado con un grado de acuerdo **casi perfecto**, ya que sus valores se encuentran dentro del rango de 0,80 – 1,00 [Landis y Koch, 1977].

Análisis de la Matriz de Errores o Confusión año 2011

Porcentaje correctamente clasificado: (Suma Valores en Diagonal / Total de Observaciones) * 100.

Porcentaje correcto: $(143 / 160) * 100 = 89.3\%$. Exactitud de la clasificación: 89,3%.

Los valores del cuadro se interpretan de la siguiente manera. De 160 píxeles seleccionados en el muestreo, 143 fueron correctamente clasificados. **Con respecto al bosque**, 50 de 57 píxeles fueron correctamente clasificados; **Exactitud del Productor** $50 / 54: 0,9259$ (93 %). **Error de Omisión** $1 - (50 / 54) = 0,0741 = 7\%$. **Exactitud del usuario** $50 / 57: 0,8771$ (88 %). **Error comisión** $1 - (50 / 57) = 12\%$. Analizando la primera fila se pueden observar los píxeles que siendo bosque se clasificaron erróneamente (7), Interpretando la primera columna, bosque, se pueden observar los píxeles que siendo de otras categorías se asignaron al bosque (4).

Índice Kappa

$$\text{Índice K} = (22.880 - 13.900)/(25600 - 13.900) = 8.980/11.700 = 0,7675 = 0,77$$

La **precisión global del mapa** del año 2011, fue de **89,3%** valor este ubicado dentro del rango establecido (80 a 100%) por los científicos para diferenciar estas clases, y posteriormente evaluar sus cambios [GOF-C-GOLD, 2013]. Mientras que el **resultado del índice kappa** fue de 0,77, resultado con un grado de acuerdo **sustancial**, ya que sus valores se encuentran dentro del rango de **0,61 – 0,80** [Landis y Koch, 1977].

Resumiendo las estadísticas resultantes: para el año 1990 la precisión global fue de 91.9%, para el año 2000 de 94,4% y para el año 2011 de 89,3%. Los Índices Kappa de cada año fueron 0,82, 0,88, 0,77 respectivamente.

Los resultados del análisis de detección de cambios de la cobertura forestal mostraron las siguientes estadísticas (Tabla 4, Columna 1). En cuanto a la detección de cambios en la superficie forestal, se puede observar que para el año 1990 la superficie boscosa era de 2.819,36 has, representando un 36,76% (PLAND) de la superficie del municipio Gondomar (7.670,40 has totales), para el año 2000 esa superficie disminuyó a 2.461,02 has, representando el 32,08% de la superficie del municipio, y para el año 2011 pasa a 2.390 has, representando el 31,16%. Se observa que la tasa de pérdida de cobertura boscosa es más acelerada entre el 1990 y el 2000 (disminuyó en 358,34has), que entre el año 2000 y el 2011, periodo durante el cual disminuyó en 71has.

Tabla 4: Estadísticas de cambio de la cobertura forestal y del Análisis de fragmentación

Año	Superficie (has)	PLAND (%)	NP	PD (%)	LPI (%)	Area MN (has)
1990	2.819,36	36,76	453	6,07	23,65	6,22
2000	2.461,02	32,08	451	6,04	14,12	5,46
2011	2.390,02	31,16	455	6,09	12,51	5,25

A continuación se discuten algunos trabajos relacionados a la detección de cambios en la cobertura forestal. Gutiérrez (1999) evaluó la dinámica de la cobertura vegetal y uso de la tierra, en la Cuenca del Río Mucujún, Mérida, Venezuela, para el periodo 1988-1996, utilizando imágenes Landsat TM, encontrando un aumento de la cobertura forestal, la cual pasó de 5447,52 ha a 6324,66 ha, resultado coincidente con Gutiérrez et al. (2013) y Pacheco et al. (2015), aunque llama la atención que estos resultados son diferentes a las tendencias predominantes de pérdida de cobertura forestal para ese país, como lo documentan Chuvieco et al (2002), Hernández y Pozzobón (2002) y Pacheco et al (2011). Guild et al. (2004), compararon diferentes técnicas de detección de cambios para identificar deforestación y formaciones de pastura de ganado durante el periodo

de colonización y expansión agrícola en Jamari, Rondonia, Brasil, utilizando imágenes Landsat TM entre los años 1984 y 1992, y generar un mapa de cambio de cobertura de la tierra. Mediante clasificaciones de **máxima probabilidad** generaron los mapas de cobertura para ambos años, resultando que para 1984 solamente el 5 % del área de estudio había sido deforestada, y para el 1992 ya había pasado a ser el 11 %, primariamente para pasturas, y el resto inundado por una represa. Estudio que coincide con esta investigación en las causas de la pérdida de cobertura forestal, siendo las actividades agrícolas en conjunto con las intervenciones antrópicas [OSE, 2007], la principal causa.

Torahi y Rai (2011) desarrollaron una metodología para mapear y monitorear los cambios de cobertura de la tierra en las montañas Zagros, Irán, para los años 1990, 1998 y 2006, utilizando imágenes Landsat TM (1990, 1998) e imágenes ASTER (2006), aplicando la técnica basada en el clasificador de **Máxima probabilidad**, para la cobertura forestal determinaron que entre 1990 y 2006 disminuyó de 67 % a 38,5 % del total del área de estudio, equivalentes a 10170.3, 2963, 351.7, y 3039.2 ha de bosque pasaron a ser pasturas, agrícola, cuerpos de agua y asentamientos. Vila-García et al. (2015) desarrollaron un análisis multitemporal de detección de cambios en uso y cobertura de la tierra en la Provincia de Lugo, Galicia, en el marco del Proyecto Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España (SIOSE), utilizando imágenes SPOT 5 de los años 2009 y 2011, en cuanto a la cobertura forestal (Fronosas caducifolias, coníferas), detectaron cambios a cultivos herbáceos (53 %) y a prado seco, también se encuentran cambios como el paso de coberturas naturales a artificiales (10 %) y de matorral a prado de seco (5 %). Al igual que los resultados de este estudio, se evidencia la presión de la ampliación de la frontera agrícola, así como la artificialización de las zonas naturales [OSE, 2007].

En relación al proceso de fragmentación de los bosques se calcularon, para cada año, varios índices (Tabla 4, resto de las columnas), utilizando el programa FRAGSTATS [McGarigal y Marks, 2015]. Entre los cuales están: Porcentaje de la cobertura forestal en relación a la superficie del Municipio Gondomar (PLAND, ya expuesto), Número de Parches (NP), Densidad de Parches (PD), Índice del Parche Mayor (LPI) y Área Media de Parches (Área MN). A continuación se describe cada uno (Tabla 4). Para el año 1990 había 453 parches de bosque, disminuyendo para el año 2000 con 451 parches, y aumentando hasta 455 para el año 2011, la métrica de NP advierte que un área con mayor número de parches se considera más fragmentada [McGarigal y Marks, 2015, Coronado, 2014]. La Densidad de Parches (PD) era de 6,07 para el año 1990, disminuyendo a 6,04 para el año 2000, y aumentando a 6,09 en el año 2011, la densidad de parches es otro indicador de altos niveles de fragmentación [McGarigal y Marks, 2015], se puede notar que inicialmente disminuyó pero posteriormente aumentó, con respecto al año de inicio.

El Índice de Parche Mayor (LPI), el cual indica el porcentaje que cubre el parche más grande en relación a toda el área de estudio (Landscape), para el año 1990 representaba el 23,65 %, para el año 2000 paso a representar el 14,12 %, y finalmente para el año 2011 representaba el 12,51 %, se hace evidente que la superficie del parche mayor de bosque va disminuyendo desde 1990 al 2011. El Área Media de Parches, el cual indica el tamaño medio del parche en has, para el año 1990 era de 6,22 has, disminuyendo a 5,46 has para el 2000, y a 5,25 has para el año 2011, igualmente, de este índice se deduce que las superficies promedio de los parches se ha reducido paulatinamente desde el 1990 al 2011, se interpreta que a menor área es mayor efecto de los factores externos [McGarigal y Marks, 2015], igualmente, según Viña y Estévez (2013) un paisaje con una área media de parches más pequeña que otro puede ser considerado más fragmentado. Como se puede observar, la cobertura forestal no solamente disminuyó netamente del año 1990 al 2011, además sufrió un proceso de mayor fragmentación, lo que implica que los beneficios del ecosistema bosque se ven mermados, así como los efectos negativos de su fragmentación se ven potenciados, ambos aspectos expuestos anteriormente.

De los autores revisados, Batistella et al (2000), Viña y Estévez (2013) y Coronado (2014) utilizaron el programa FRAGSTATS. Es oportuno aclarar que cuando se hace análisis de la fragmentación utilizando este programa, el mismo ofrece una gran cantidad de índices que permiten evaluar esta característica, queda a discreción de los investigadores escoger los indicadores que se adapten a sus objetivos, de allí que de los documentos revisados se escogen los índices que permiten algún tipo de comparación con nuestro trabajo. Batistella et al (2000) analizaron la influencia de diferentes arquitecturas de colonización sobre la fragmentación del paisaje, utilizando imágenes satelitales Landsat de Julio 1998, en dos asentamientos de Rondonia, Brazil, “Vale do Anari” (de colonización espontánea) donde la red ortogonal de carreteras es denominada usualmente como de “Espina de pescado”, y “Machandino d’Oeste” (organizado por el estado brasileño), los resultados demostraron distintivos patrones de fragmentación en ambos asentamientos. De acuerdo a los autores el área total y el porcentaje de bosques para ambos asentamientos es similar, sin embargo el número de parches (Vale do Anari: 1165, Machandino: 870), y el Tamaño Medio del Parche (76,94 y 106,59 has respectivamente) son significativamente diferentes. El Índice del Parche Mayor no muestra esas diferencias (69,55 % y 72,56 % respectivamente). Como se puede observar, la metodología del análisis de fragmentación permite resaltar diferencias en asentamientos de la amazonia brasileña que han experimentado procesos de deforestación y fragmentación, los autores demostraron la hipótesis de que la fragmentación del bosque está afectada por el diseño del asentamiento. En esta investigación, estudio multitemporal, Municipio Gondomar, la misma metodología, mediante el mismo programa FRAGSTATS, permitió extraer las estadísticas del proceso de deforestación y de fragmentación del bosque durante el

periodo en estudio.

Martin et al (2008) presentaron resultados sobre los efectos del Plan Español de Infraestructuras en la fragmentación de los Habitats de la Red Natura 2000, calcularon 3 indicadores que describen algunos de los efectos fundamentales del proceso de fragmentación de hábitats por infraestructuras de transporte: pérdida de conectividad aumento en la complejidad de la forma de teselas, y la disminución de su área. Al igual que este estudio, se evidenció la fragmentación que crean las infraestructuras viales, como lo evidenció la construcción de la autovía AG-57 (Figura 4). Viña y Estévez (2013) desarrollaron un estudio comparativo en el cual se evaluó, utilizando imágenes satelitales Landsat TM, el grado de la fragmentación del bosque a través de 23 años (1973-1985-1996) en dos áreas ubicadas en la misma región ecológica, pero en diferentes países (Colombia y Ecuador), las cuales presentan diferentes patrones de colonización. Similar a este estudio, para el análisis de fragmentación de la cobertura boscosa, generaron una cobertura de 2 clases, a saber “Vegetación forestal” (incluyendo bosques primarios y secundarios maduros), y “Otros” (que incluía cultivos, pasturas, urbano, aguas abiertas y nubes). Calcularon las siguientes métricas: Numero de Parches (NP), Índice del Parche Mayor (LPI) y Área Media de Parches (Area MN). Semejante a este trabajo, el Número de Parches fue en aumento a medida que pasaban los años, para la totalidad del área. Los anteriores índices les permitieron concluir para el área de estudio, entre otras cosas, que los bosques en Colombia estaban más fragmentados que los bosques en Ecuador durante 1973, pero la fragmentación de ambos lados de la frontera se igualó durante 1996, después de la deforestación del periodo en ambos países.

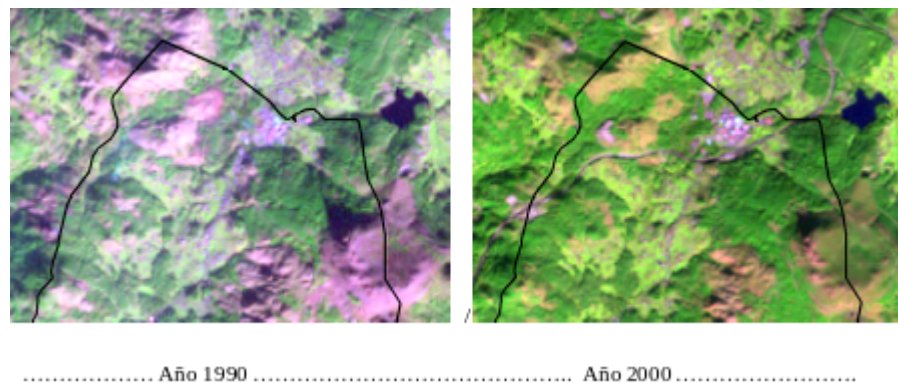


Figura 4: Ejemplo de fragmentación del Bosque por construcción de vía AG-57, años 1990 y 2000

Coronado (2014) elaboró la cartografía de uso y cobertura de la tierra, mediante análisis digital de imágenes satelitales, con el fin de aplicar indicadores de fragmentación

del paisaje en el Parque Nacional Cerro Azul Meámbar (con 31.339,25 has), en Honduras. A pesar de que el estudio lo realizó solamente para una fecha determinada (año 2012), permite hacer algunas comparaciones con este estudio. Calculó para la cobertura forestal (Bosque Latifoliado + Bosque de Pino), el Porcentaje de Paisaje (PLAND: 56,44%), Número de Parches (12.311), e Índice de Parche Mayor, para el Bosque latifoliado es el 26% (en nuestro caso resultó que para el año 1990 representaba el 23,65%, para el año 2000 pasó a representar el 14,12%, y finalmente para el año 2011 representaba el 12,51%). Galván et al (2015), no utilizaron el Programa FRAGSTATS, pero caracterizaron mediante el uso de imágenes satelitales y SIG, la fragmentación del Bosque seco de galería del arroyo Pechelin, Montes de María, Colombia, totalizando unas 1.656,19 has. Calcularon el grado de fragmentación, la continuidad espacial y el Índice de diversidad de forma de Patton. Se hace entonces aquí referencia al índice del área media de parches, este fue de 16,08 has (en esta investigación los resultados fueron: para el año 1990 de 6,22 has, disminuyendo a 5,46 has para el 2000, y quedando en 5,25 has para el año 2011).

Los siguientes autores evaluaron tanto detección de cambios de la cobertura forestal como la degradación del bosque mediante análisis de fragmentación. Chuvieco et al. (2002) ensayaron una metodología sencilla de análisis multitemporal para el seguimiento del proceso de deforestación en la Reserva Forestal de Ticoporo, Venezuela, utilizando fotos aéreas (1962) e imágenes Landsat MSS, TM, y Spot-HRV, de los años 1972, 1989, 1993 y 1997, encontrando que durante el periodo se experimentó una deforestación de 80.000ha, abarcando el 60% del área de estudio, igualmente analizaron un análisis sencillo del patrón espacial en ese periodo, evaluando las manchas (patches), número de polígonos, tamaño promedio y diversidad, encontrando una tendencia al aumento de la diversidad espacial o mayor fragmentación (el espacio original se parcela). Las causas de tal proceso fueron debido a la presión de actividades agrícolas y ganaderas. Vázquez-Quintero et al. (2013), evaluaron la deforestación y el grado de fragmentación de una porción de bosques templados ubicados en una microcuenca en Pueblo Nuevo, Durango, México, utilizando imágenes Landsat MSS y TM, para el periodo que abarcó los años 1974-1990-2000-2011, resultando deforestación de 8,216 ha en las áreas de Pino, coincidiendo con este trabajo de aumento de la deforestación de las masas forestales; y calculando a la vez los índices de diversidad de Simpson (paso de 0,56 en 1974 a 0,89 en 2011) y Shannon (de 0,63 en 1974 a 0,92 en 2011), que a pesar de usar otra metodología e índices, reflejan un proceso ascendente de la fragmentación, y coincidiendo también con el aumento del número de parches (de 248,00 en 1974 paso a 1164,00 en 2011), y en la disminución del tamaño medio de los parches (en 1974 eran de 114,29 ha, pasando a 24,29 ha en 2011), similar a los resultados de esta investigación.

Kayiranga et al. (2016) evaluaron el cambio de la cobertura forestal y la degradación del bosque en la reserva natural Parque Nyungwe-Kibira, así como en un área de influencia alrededor del parque de 5 km, entre Rwanda y Burundi, entre 1986 y 2015, utilizando imágenes Landsat TM+ y L8 Oli, para el análisis de fragmentación usaron el programa FRAGSTATS, coincidiendo con este estudio en el uso de los índices Numero Parches, Densidad de Parches, y Área Media de Parches. Los resultados indicaron que dentro del parque el bosque fue deforestado $144,42 \text{ Km}^2$ (8%), aunque detectaron regeneración anual de $1,22 \text{ km}^2$ (0,07%). En el corredor externo el aclareo de la cobertura forestal fue de $377,60 \text{ Km}^2$. Los índices de paisaje indicaron una fragmentación considerable del bosque dentro del parque, pero fue mayor en el corredor externo. Muñoz et al (2016) determinaron el cambio multitemporal de la cobertura vegetal (Bosque natural, pasto cultivado, y vegetación arbórea), así como la fragmentación del área boscosa, para la Reserva Ecológica Mache-Chindul, del Sistema de Áreas Protegidas del Ecuador, entre los años 2002-2012, utilizando imágenes Landsat ETM, usando el falso color RGB-431, y el algoritmo clasificador de Mínima Distancia. Los resultados indicaron que la cobertura boscosa paso de 48.046 ha en el año 2002 a 38.342 ha en el año 2012.

Conclusiones

Según los resultados obtenidos, el municipio Gondomar está sufriendo procesos de cambio del uso y cobertura de la Tierra que abarcan la remoción de cobertura forestal pasando a urbanización, actividades agrícolas y proyectos de infraestructura como vialidad, que se manifiestan en un menor nivel de sostenibilidad, reflejados en procesos de deforestación y aumento en la fragmentación del bosque.

Esta investigación no abarco analizar las causas del proceso de deforestación y fragmentación de la cubierta forestal del municipio Gondomar, pero según la literatura revisada [OSE, 2007], está claro que el proceso de sustitución de áreas forestales por urbanismos, explotaciones agrícolas y proyectos viales, son las aparentes causas. Se pueda afirmar que la búsqueda de bienes, servicios y comodidades, generan la implementación de un desarrollo cada vez menos sostenible, ya que implican la consecuencia de limitar los beneficios, tangibles e intangibles, de una cobertura forestal extensa, continua y sana, que a largo plazo garantizaran calidad de vida.

Se puede constatar entonces que las técnicas de teledetección y el procesamiento digital de imágenes de percepción remota, entre ellas las clasificaciones (supervisadas o no), duras o suaves, y métodos apoyados en los SIG, así como la Evaluación de la Fragmentación, demuestran ser herramientas ideales para apoyar y complementar los métodos de evaluación de la sostenibilidad.

Se recomienda entonces diseñar y aplicar efectivamente políticas que reviertan tales tendencias, ya que si no se aplican limitantes, el aumento poblacional irremediablemente ocasionara que la cubierta forestal tienda a degradarse y desaparecer en el transcurso de algunos años, lo que según los principios del desarrollo sostenible es contrario a la preservación de nuestro ambiente y los beneficios que surte para las generaciones presentes y futuras.

Bibliografía

- [Acosta, 2001] Acosta, G. 2001. *Efecto de la fragmentación del Bosque nativo en la conservación de *Oncifelis* y *Pseudalopex Culpaeus* en Chile Central*. Tesis para optar al Magister en Ciencias Biológicas mención Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile. 73 p.
- [Alig et al., 2005] Alig, R., Lewis, D.; Swenson, J. 2005. Is forest fragmentation driven by the spatial configuration of land quality?, The case of western Oregon. *Forest Ecology and Management* 217 (2005) 266–274.
- [Ayuntamiento Municipio Gondomar, 2006] Ayuntamiento Municipio Gondomar. 2006. Plan Xeral de Ordenación Municipal de Gondomar (Pontevedra), Documento II: Estudio do Medio rural, 2006. 80 p.
- [Badii, 2008] Badii, M.H. 2008. La Huella Ecológica y la sustentabilidad. *International Journal of Good Conscience*. 3 (1). 672-678. Marzo 2008. ISSN 1870-557X. Disponible en www.daenajournal.org (Consultado 15/12/17).
- [Batistella et al., 2000] Batistella, M., Brondizio, E. y Morán, E. 2000. **Comparative analysis of landscape fragmentation in Rondonia, Brazilian Amazon**. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXIII, Part B7. Amsterdam 2000.
- [Bouroncle, 2008] Bouroncle, C. 2008. *Efectos de la fragmentación en la ecología reproductiva de especies y grupos funcionales del bosque húmedo tropical de la zona atlántica de Costa Rica*. Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) como requisito para optar por el grado de Magister Scientiae en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad. 99 p.

- [Butler et al., 2004] Butler, B., Swenson, J., Alig, R. 2004. Forest fragmentation in the Pacific Northwest: quantification and correlations. *Forest Ecology and Management* 189 (2004) 363–373.
- [Carballo y García-Negro, 2008] Carballo, A. y García-Negro, M. 2008. La Huella ecológica y su aplicación a organizaciones: el caso de una empresa conservera en Galicia, España. *DELOS: Revista Desarrollo Local Sostenible*. Vol 1, No. 3 (Septiembre 2008). Grupo Eumed.net y Red Académica Iberoamericana Local Global.
- [Chuvieco et al., 2002] Chuvieco, E., Salas, J., Meza, E., Vargas, F. 2002. *Empleo de la teledetección en el análisis de la deforestación tropical: el caso de la Reserva Forestal de Ticoporo (Venezuela)*. Serie Geográfica. Nro. 10 - 2002: 55 – 76.
- [Chuvieco, 2008] Chuvieco, E. 2008. *Teledetección Ambiental, la observación e la Tierra desde el Espacio*. 3era Edición actualizada. Ariel Ciencia. 594 p.
- [Coronado, 2014] Coronado, M. 2014. Análisis de fragmentación en el Parque nacional Cerro Azul Meambar (PANACAM). Proyecto especial para optar al título de Ingeniera en Ambiente y Desarrollo, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 29 p.
- [Domenech, 2007] Domenech, J.L. 2007. *Huella ecológica y desarrollo sostenible*. AENOR Ediciones. Asociación Española de Normalización y Certificación. 30 p.
- [Ellison et al., 2017] Ellison, D., Morris, C., Locatelli, B., Sheil, D., Cohen, J., Murdiyarso, D., Gutierrez, V., Van Noordwijk, M., Creed, I., Pokorny, J., Gaveau, D., Spracklen, D., Bargues, A., Ilstedt, U. Teuling, A., Gebreyohannis, S.; Sands, D., Muys, B., Verbist, B., Springgay, E., Sugandi, Y., Sullivan, C. 2017. Trees, forests and water: Cool insights for a hot world. *Global Environment Change*. 43. (2017). 51-61.
- [Fahrig, 2003] Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 2003. 34:487–515.
- [FAO, 2007] FAO. 2007. *Manual on Deforestation, Degradation, and Fragmentation using Remote Sensing and GIS*. Forestry Department. Food and Agriculture Organization of the United Nations. MAR-SFM Working paper 5/2007. 49 p.
- [FAO, 2016] FAO. 2016. El Estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra. Roma.

- [Fundación Alternativas y ECOEMBRES, 2016] Fundación Alternativas y ECOEMBRES. 2016. *Informe sobre Sostenibilidad en España 2016. Hoja de ruta hacia un modelo sostenible*. Madrid. 162 p.
- [Galvan et al., 2015] Galvan, S., Ballut, G., De la Ossa, J. 2015. Determinación de la fragmentación del bosque seco del arroyo Pechelín, Montes de María, Caribe, Colombia. *Biota Colombiana*, vol. 16, núm. 2, julio-diciembre, 2015, pp. 149-157.
- [GOF-C-GOLD, 2013] GOF-C-GOLD, 2013. *A sourcebook of methods and procedures for monitoring and reporting anthropogenic greenhouse gas emissions and removals associated with deforestation, gains and losses of carbon stocks in forests remaining forests, and forestation. GOF-C-GOLD Report version COP19-1*. (GOF-C-GOLD Land Cover Project Office, Wageningen University, The Netherlands). 2013. p.
- [Goparaju et al., 2005] Goparaju, L., Tripathi, A., Jha, C.S. 2005. Forest fragmentation impacts on phytodiversity. An analysis using remote sensing and GIS. *CURRENT SCIENCE*, Vol. 88, Nro. 8, 25 April 2005.
- [Guild et al., 2004] Guild, L.S., Cohen, W.B., Kauffman, J.B. 2004. *Detection of deforestation and land conversion in Rondonia, Brazil, using change detection techniques*. Int. J. Remote Sensing, 20 February, 2004.
- [Gutiérrez, 1999] Gutiérrez, J. 1999. *Evaluación de la dinámica de la cobertura forestal y uso de la tierra utilizando imágenes de satélite y SIG, Cuenca del Río Mucujún, Estado Mérida*. Trabajo Final de Grado como requisito parcial para obtener el grado MSc. en Manejo de Cuencas. Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. 91 p.
- [Gutiérrez et al., 2013] Gutiérrez, N., Gartner, S., López, J., Pacheco, C. y Reif, A. 2013. The recovery of the lower montane cloud forest in the Mucujun. *Reg Environ Change*. DOI10.1007/s10113-013-0413-y.
- [Helmer et al., 2008] Helmer, E., Kennaway, T., Pedreros, D., Clark, M., Marcano, H., Tieszen, L., Ruzzycki, T., Schill, S., And Carrington, C. 2008. Land Cover and Forest Formation Distributions for St. Kitts, Nevis, St. Eustatius, Grenada and Barbados from Decision Tree Classification of Cloud-Cleared Satellite Imagery. *Caribbean Journal of Science*, Vol. 44, No. 2, 175-198, 2008.
- [Hernández y Pozzobon, 2002] Hernández, E. y Pozzobon, E. 2002. Tasas de deforestación en cuatro cuencas montañosas del occidente de Venezuela. *Rev. For. Venez.* 46(1) 2002. 35-42.

- [Holdridge, 2000] Holdridge, L. 2000. *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 5ta reimpresión. 216 p.
- [Hurd et. al, 2002] Hurd, J., Hoffhine, E. y Civco, D. 2002. Development of a forest fragmentation index to quantify the rate of forest change. 2002 *ASPRS-ACSM Annual Conference and FIG XXII Congress* April 22-26, 2002.
- [Kayiranga et al., 2016] Kayiranga, A., Kurban, A., Ndayisaba, F., Nahayo, L., Karamage, F., Ablekemi, A., Li, H., Ilniyaz, O. 2016. Monitoring Forest Cover Change and Fragmentation Using Remote Sensing and Landscape Metrics in Nyungwe-Kibira Park. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 2016, 4, 13-33.
- [Landis y Koch, 1977] Landis, J.R. Koch, G.G. 1977. *The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data*. *Biometrics*, v.33, n. 1, p. 159-174, 1977.
- [Lanly, 1995] Lanly, J.P. 1995. Sustainable forest management: lessons of history and recent developments. *Unasylva* 46(182) p. 38-45.
- [Laurance y Bierregaard, 1997] Laurance, W. F. y Bierregaard JR., R. O. (EDS.), 1997. *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. The University of Chicago Press, Chicago, 1st edition. 525 p.
- [Lillesand et. al, 2004] Lillesand, T., Kiefer, R. y Chipman, J. 2004. *Remote Sensing and image interpretation*. 5th edition. Wiley. 763 p.
- [Martín et al., 2008] Martín, B., Ortega, E., Mancebo, S. y OTERO, I. 2008. Fragmentación de los hábitats de la Red Natura 2000 afectados por el PEIT (Plan estratégico de infraestructuras y transporte). *GeoFocus* (Artículos), Nro. 8, p. 44-60. ISSN: 1578-5157.
- [McGarigal y Marks, 2015] McGarigal, K. y Marks, B.J. 2015. *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. *Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351*. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest. Research Station. 182 p.
- [Michalak, 1993] Michalak, W. 1993. GIS in land use change analysis: integration of remotely sensed data into GIS. *Applied Geography* (1993), 13,28-44.
- [Moreno et al., 2005] Moreno, R., García, L. Ozaeta, A. Ruíz, A. Sacristán, D. Sánchez, C. Sanz, A. 2005. La Huella Ecológica. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n32/armor.html> (Consultado 15/12/17).

- [Muñoz et al., 2016] Muñoz, J., Andrades, M. y González, B. 2016. *Cambio Multitemporal De La Cobertura Vegetal y Fragmentación En La Reserva Ecológica Mache-Chindul Ecuador*. European Scientific Journal October 2016 edition vol.12, Nro.30.
- [OSE, 2007] OSE. 2007. *Informe de Sostenibilidad en España 2007. Observatorio de Sostenibilidad en España (OSE)*. Ministerio de Medio Ambiente, Fundación General de la Universidad de Alcalá y la Fundación Biodiversidad. Disponible en: <http://www.sostenibilidad-es.org/> , (Consultado 15/12/16).
- [Pacheco et al., 2015] Pacheco, C., Camargo, C., Arias, F. Gutiérrez, N., Gamez, L. y Vilanova, E. 2015. *Utilización del Sistema TerraAmazon para la evaluación de cambios en la cobertura forestal en una cuenca de los Andes venezolanos (1988-2014)*. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.
- [Pacheco et al., 2011] Pacheco, C., Aguado, I. y Mollicone, D. 2011. *Dinámica de la deforestación en Venezuela: análisis de los cambios a partir de mapas históricos*. INTERCIENCIA, Aug 2011, Vol 36, No. 8
- [Pfister, 2004] Pfister, J. 2004. Using landscape metrics to create an Index of forest fragmentation for the state of Maryland. Thesis presented to the Faculty of Towson University in partial fulfillment of the requirements for the degree Master of arts in geography and environmental planning. 37 p.
- [Phillips y Navarrete, 2009] Phillips, J. y Navarrete, D. 2009. *Análisis de fragmentación y conectividad. Plan de Manejo Ambiental*. Alcaldía Mayor de Bogotá, Secretaria de Ambiente. 130 p.
- [Riitters et al., 2002] Riitters, K., Wickham, J., O'Neill, R., Jones, B., Smith, E., Coulston, J.; Wade, T. y Smith, J. 2002. Fragmentation of Continental United States Forests. *Ecosystems* (2002) 5: 815–822.
- [Rochon et al., 2003] chon, G., Johannsen, Ch., Landgrebe, D., Engel, B., Harbor, J., Majumder, S. Y Biehl, L. 2003. Remote sensing as a tool for achieving and monitoring progress toward sustainability. *Clean Techn Environ Policy* 5 (2003) p. 310-316.
- [Sosa, 2008] Sosa, R. 2008. *Efectos de la fragmentación del bosque de caldén sobre las comunidades de aves en el centro-este de La Pampa*. Tesis presentada para optar al título de Doctor de la Universidad de Buenos Aires en el área Ciencias Biológicas. 93 p.

- [Thompson et al., 2013] Thompson, I. D., Guariguata, M. R., Okabe, K., Bahamondez, C., Nasi, R., Heymell, V. y Sabogal, C. 2013. An operational framework for defining and monitoring forest degradation. *Ecology and Society* 18 (2): 20.
- [Torahi y Rai, 2011] Torahi, A. y Rai, S.C. 2011. Land Cover Classification and Forest Change Analysis, Using Satellite Imagery - A Case Study in Dehdez Area of Zagros Mountain in Iran. *Journal of Geographic Information System*, 2011, 3, 1-11.
- [Triviño et al., 2007] Triviño, A., Vicedo, M. y Soler, G. 2007. Análisis de sensibilidad a factores de escala y propuesta de normalización del índice de fragmentación de hábitats empleado por la agencia europea de medio ambiente. *GeoFocus* (Artículos), nro. 7, p 148-170, ISSN: 1578-5157.
- [UNFCCC, 2001] UNFCCC. 2001. *Convención Marco sobre cambio climático. Conferencia de las Partes. Naciones Unidas. Anexo*. Definiciones, modalidades, normas y directrices relativas a las actividades de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura previstas en el Protocolo de Kyoto.
- [Varma et al., 2000] Varma, V.K., Ferguson, I. y Wild, I. 2000. Decision support system for the sustainable forest management. *Forest Ecology and Management* 128 (2000) 49-55.
- [Vazquez-Quintero et al., 2013] Vazquez-Quintero, G., Pinedo-Alvarez, A., Manjarrez-Dominguez, C., De León-Mata, G. y Hernández-Rodríguez, O. 2013. *Análisis de la fragmentación de los bosques templados usando sensores remotos de media resolución especial en Pueblo Nuevo, Durango*. TECNOCIENCIA Chihuahua. Vol, VII, Nro 2, Mayo- Agosto 2013.
- [Vila-Garcia et al., 2015] Vila-Garcia, D., Gil-Docampo, M.L. Y Iniesto-Alba, M.J. 2015. Detección de cambios en los usos de suelo a partir de clasificaciones no supervisadas para la actualización del SIOSE. Implementación en el territorio Gallego. *Revista de Teledetección. Asociación Española de Teledetección*.
- [Villavicencio et al., 2012] Villavicencio, R., Santiago, A., Godínez, J., Chávez, J. y Toledo, S. 2012. *Efecto de la fragmentación sobre la regeneración natural en la Sierra de Quila, Jalisco*. *Rev. Mex. Cien. For.* Vol. 3 núm. 11.
- [Viña y Estevez, 2013] Viña, A. y Estevez, J. 2013. *Fragmentation of a tropical lowland forest in a trans-boundary region: Colombia and Ecuador*. ISSN 0123 - 3068 *bol.cient.mus.hist.nat.* 17 (1), enero - junio, 2013. 53 – 63. Boletín Científico Centro de Museos. Museo de Historia Natural.

Consultorias empresariales en el sector productivo brasileño de viviendas en madera

Business consulting in the Brazilian timber house production sector

Consultorias empresariais do setor brasileiro de produção de casas de madeira

Victor De Araujo¹

Maristela Gava²

José Nivaldo García³

Fecha de recepción: 21/02/2018

Fecha de aceptación: 07/08/2019

Resumen

La competencia y la eficiencia por mejores productos han forzado el mejoramiento de la industria. Las asesorías y consultorías surgieron para auxiliar en la corrección de errores y en el cumplimiento de los objetivos. Este artículo evaluó el acceso a los servicios sociales por parte de los productores brasileños de casas de madera. Entrevistas personales fueron utilizadas para la recolección de datos. La mayor parte de ese sector todavía no solicita los servicios sociales, a pesar de la demanda por su mejora tecnológica. Las finanzas y la administración fueron las áreas con mayor acceso. El sector aún requiere soluciones propias, sugiriendo un buen potencial para estos servicios.

Palabras clave: Construcción civil, Industria, Servicios sociales, Entrevista cara a cara.

¹Engenheiro Industrial Madeireiro, Doutor em Recursos Florestais e Pesquisador do Grupo de Pesquisa LIGNO. Grupo de Pesquisa LIGNO, Rua Geraldo Alckmin, 519, Itapeva (SP), Brasil. Telefone: +55 (15) 35249100. E-mail: engim.victor@yahoo.de

²Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Doutora em Recursos Florestais, Vice-líder do Grupo de Pesquisa LIGNO e Professora Assistente Doutora do Curso de Engenharia Industrial Madeireira da UNESP. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rua Geraldo Alckmin, 519, Itapeva (SP), Brasil. Telefone: +55 (15) 35249100. E-mail: mgava@itapeva.unesp.br

³Engenheiro Florestal, Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia Civil, Doutor em Engenharia de Estruturas e Professor Titular Doutor do Departamento de Recursos Florestais da USP-ESALQ. Universidade de São Paulo (USP-ESALQ), Avenida Pádua Dias, 11, Piracicaba (SP), Brasil. Telefone: +55 (19) 34476691. E-mail: jngarcia@usp.br

Abstract

Competition and efficiency for better products have forced the industry improvement. Advisory and consulting emerged to assist in the error correction and the objectives performance. This paper evaluated the access to social services by Brazilian timber house producers. Personal interviews were used to collect the data. Most of this sector still does not request the social services, despite the demand for its technological improvement. Finance and administration were the areas of greater access. The sector still requires proper solutions, suggesting a good potential for these services.

Keywords: Civil construction, Industry, Social services, Face-to-face interview.

Resumo

A concorrência e eficiência por melhores produtos têm forçado o aperfeiçoamento da indústria. As assessorias e consultorias surgiram para auxiliar na correção de erros e no desempenho dos objetivos. Este artigo avaliou o acesso aos serviços sociais pelos produtores brasileiros de casas de madeira. Entrevistas pessoais foram utilizadas nessa coleta de dados. A maior parte desse setor ainda não solicita os serviços sociais, apesar da demanda por seu aprimoramento tecnológico. Finanças e administração foram as áreas de maior acesso. O setor ainda requer soluções próprias, sugerindo um bom potencial para esses serviços.

Palavras-chave: Construção civil, Indústria, Serviços sociais, Entrevista face-a-face..

Introdução

O aumento da concorrência industrial por meio do avanço tecnológico e a prestação de serviços eficientes atendendo às exigências do mercado culminaram nas discussões de um ambiente altamente ativo e competitivo (Shibao et al., 2010). Dessa forma, as atividades da tecnologia da madeira têm buscado um equilíbrio para otimizar os benefícios extraídos da matérias-primas de origem florestal [Couto et al., 2010]

Uma estratégia importante para se consolidar nesse ambiente agressivo se resume na busca por um apoio externo para buscar a correção de erros e falhas, aprimoramento de processos e eliminação de travas e burocracias. Drucker (1981) avalia que o gerenciamento empresarial é realmente diferente da medicina ou da advocacia, áreas as quais os estudiosos puros são comentaristas e codificadores.

Denomina-se serviço àquela atividade em que, mesmo havendo emprego de materiais,

a parte preponderante dos recursos utilizados na elaboração do bem ou utilidade se refere à mão-de-obra [Santos, Ducati e Bornia, 2008]. No tocante aos modelos de serviço empresarial passível às organizações produtivas, surgem os processos de assessoria e consultoria.

A assessoria ou consultoria, segundo Matos (2010), resulta naquela “ação que é desenvolvida por um profissional com conhecimentos na área, que toma a realidade como objeto de estudo e detém uma intenção de alteração da realidade” . Em casos cujo diagnóstico já foi realizado, Peris (2012) sugeriu que a assessoria aos profissionais deve ocorrer devido à carência, incapacidade e/ou indisponibilidade de seus profissionais. Outra opção empresarial seria não envolver o seu próprio pessoal em tarefas pontuais.

A consultoria organizacional surgiu como uma forma de atrair profissionais em função da demanda e da especificidade de problemas a serem resolvidos [Mancia, 1997]. Alicerçada como uma prática de aconselhamento, a consultoria despontou no Século XIX para que indivíduos com conhecimentos mais especializados pudessem emitir pareceres e opiniões sobre assuntos pertinentes a uma corporação [Bond, 1999].

“A consultoria é a prestação de serviço que consiste em analisar o funcionamento de uma empresa ou um novo projeto a ser implantando, por um profissional muito qualificado e especialista na área para a qual foi contratado a fim de realizar um diagnóstico, com o intuito de aconselhar o cliente a tomar a decisão mais adequada para alcançar o objetivo.” [Azambuja, Azevedo e Fortes, 2009]. Srinivasan (2014) apontou que a consultoria de gestão – como indústria e prática – pode ser vista por meio das lentes das teorias institucionais, economia de custo de transações e das teorias de organização sobre serviços profissionais.

Assim, o processo de consultoria envolve o desenvolvimento de um conjunto de serviços para vender ao seu mercado-alvo, cujo auxílio aos outros com o fim de torná-los bem-sucedidos contribui para que o consultor conquiste o seu espaço e, conseqüentemente, o seu sucesso [Bond, 1999].

O consultor deve ser permanentemente atualizado e ter capacidades técnica e teórica para apresentar as suas proposições [Giampaoli, 2013]. Então, a responsabilidade de auxiliar as pessoas, típica de um consultor, deve ser entendida como um compromisso desse profissional para com a empresa-cliente e seu público-alvo [Azevedo, 2014]. Em consequência, o consultor é um profissional como qualquer outro executivo, porém possui maior exposição, visto que trata muitos pacientes e muitos casos [Drucker, 1981].

No Brasil, Rodrigues (2005) avalia que, em função do crescimento do parque industrial e da demanda pela atualização de técnicas e métodos empresariais, o mercado de consultoria se iniciou na década de 1960, embora tenha se fortalecido a partir da década de 1980.

Os momentos pujantes da construção civil brasileira têm proporcionado boas oportunidades de recuperação econômico-social e de geração de emprego e renda para a indústria madeireira [Nunes, Melo e Teixeira, 2012]. A necessidade de aprimoramento processual no ramo madeireiro tem culminado na solicitação dos serviços sociais para o apoio na gestão ambiental e empresarial [Diário Indústria & Comércio]. No caso do setor produtivo da construção em madeira, os serviços sociais também representam atividades complementares voltadas para refinar as condições envolvidas como, por exemplo, desenvolver sistemas construtivos adequados às realidades mercadológica e tecnológica, aprimorar a eficiência das técnicas de produção, ampliar as capacidades produtivas, aprimorar a qualidade das casas produzidas, reduzir custos produtivos e operacionais, buscar parcerias com fornecedores, estudar o mercado foco, entre outros. Em geral, os estudos sobre os serviços sociais se resumem em abordagens generalistas passíveis de aplicação em qualquer modalidade empresarial. Entretanto, direcionamentos mais específicos voltados para as realidades dos diversos setores produtivos existentes ainda são incomuns em todo o mundo.

Diante desse contexto e da carência de estudos acerca do exposto, especialmente para os ramos da indústria da madeireira e construção civil, surge a necessidade de avaliar o acesso dos produtores de casas em madeira no Brasil aos serviços de assessoria e consultoria e, também, determinar as modalidades e áreas de atuação mais requisitadas pelas empresas. Aventou-se a hipótese que a popularidade dos serviços sociais nesse setor ainda permanece reduzida, especialmente, em áreas técnicas da construção em madeira, pouco aderentes às instituições mais requisitadas e, também, mais generalistas, como os serviços de apoio.

Materiais e Métodos

A dificuldade inicial da pesquisa se resumiu na obtenção fiável do objeto de estudo aqui observado, isto é, uma lista oficial com os produtores de habitações em madeira atualmente em operação no Brasil. Para tal, a primeira etapa da pesquisa setorial base deste artigo instituiu na condução da prospecção, listagem e checagem da existência desses produtores, cujo procedimento envolveu uma busca em seus websites corporativos, visto que nenhuma entidade de classe representa oficialmente esse setor no país, tal como já foi relatado em outras distintas abordagens de [De Araujo et al., 2018a,

De Araujo et al., 2018b, De Araujo et al., 2018c, De Araujo et al., 2019].

Em razão da carência, tanto na literatura cinza quanto na acadêmico-científica, sobre informações disponíveis por parte dos produtores de casas de madeira no Brasil, iniciou-se um processo de suprimento de dados e discussões para a implantação e a consolidação de políticas públicas de desenvolvimento do respectivo setor da construção civil, formado por uma ampla pesquisa do tipo “survey” que originou este presente estudo e aqueles trabalhos mencionados no parágrafo anterior. A abordagem do presente artigo se amparou na coleta de dados junto a esses produtores com o objetivo de determinar o acesso e o enfoque estratégico de apoio solicitado pelos mesmos em relação aos serviços sociais.

Um formulário foi delineado para verificar e obter esses dados ainda inexistentes sobre o setor em questão. A primeira versão desse formulário foi desenvolvida pelo primeiro autor deste estudo, a qual foi ampliada e refinada junto aos dois coautores. Dois pré-testes foram realizados com uma pequena amostra das empresas detectadas na primeira fase, para consolidar o direcionamento dessas questões e de seus resultados. A terceira versão desse formulário foi validada pelo grupo gestor e pré-testada em alguns dos produtores. O entrevistador iniciou a condução da obtenção dos dados junto ao público amostrado. Formada pelos seus empresários e/ou sócios proprietários, essa população observada foi contatada via telefone, cuja participação foi randômica, visto que dependeu da disponibilidade de tempo e motivação dos mesmos em contribuir com este amplo estudo, conforme relataram De Araujo et al. [De Araujo et al., 2018a, De Araujo et al., 2018b, De Araujo et al., 2018c, De Araujo et al., 2019]. A partir do formulário validado, três questões específicas foram extraídas e indicadas na Tabela 1, cuja abordagem resumiu na avaliação do acesso às consultorias e assessorias por parte desse setor avaliado.

A primeira questão proporcionou a oferta de uma resposta dicotômica definida e fechada. As outras duas questões se basearam no hibridismo que permite, além das respostas citadas inicialmente, inserir outras novas respostas que, segundo os entrevistados, são igualmente pertinentes (Tabela 1).

A conclusão deste trabalho resultou na determinação de uma amostragem do tipo setorial, cujos dados obtidos in loco dessas empresas foram convertidos para valores percentuais, visando obter a sua margem de erro com o fim de aferir e validar a pesquisa apresentada. As respostas obtidas puderam determinar o cenário atual, por parte dessas empresas amostradas, sobre as assessorias e consultorias, bem como os seus enfoques. Além disso, o cálculo da margem de erro amostral permitiu o suporte estatístico da

pesquisa, sendo realizado por meio do *software online Raosoft Sample Size Calculator*. As prescrições de Raosoft (2004) foram admitidas para um grau de confiança de 95% e uma distribuição resposta de 50%. Este artigo seguiu o roteiro e rigor utilizados por De Araujo et al. (2018a, 2018b, 2018c, 2019).

Tabela 1: Perguntas do formulário aplicado junto aos produtores brasileiros de casas de madeira.

Pergunta	Resposta
I) A sua empresa já buscou auxílio em consultorias / assessorias?	Não; Sim
II) De quem a sua empresa já buscou esse tipo de auxílio?	Sebrae; Consultor liberal; Sindicato; Pesquisador; Empresa Júnior; Grupo de Pesquisa
III) Se SIM na primeira pergunta, qual o foco dessa consultoria / assessoria?	Finanças; Organizacional; Capacitação; Linha produtiva; Renovação de linha; Manutenção

Fonte: Elaboração própria.

Resultados

A primeira etapa de prospecção de uma listagem das empresas produtoras de casas de madeira no Brasil revelou um montante estimado de 210 empresas, o qual foi obtido por buscas em seus websites corporativos. A partir dessa estimativa global, praticamente a metade desse setor produtivo foi avaliada nessa ampla investigação (Tabela 2), a qual originou o presente artigo e outros estudos de abordagens distintas como, por exemplo, De Araujo et al. (2018a, 2018b, 2018c, 2019). A área para a coleta de dados incluiu a macrorregião com maior participação de empresas, a qual incluiu estados nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. A maior dessa seleção se resumiu na viabilidade financeira deste estudo, a qual considerou a área de maior concentração de produtores e a eficiência nos deslocamentos até aos produtores. Esse recorte excluiu aquelas regiões com poucos produtores instalados e distantes do centro sede da pesquisa, localizado na Universidade de São Paulo em Piracicaba. Então, menos de 2% de toda a população setorial não foi contatada nesse estudo, cuja parcela desconsiderada foi abaixo até mesmo da margem de erro obtida de $\pm 3,325\%$. Essa margem de erro se encontra, de acordo com Pinheiro et al. (2011), em um patamar muito aceitável, abaixo de $\pm 5,0\%$, e bastante próxima do ideal de $\pm 2,5\%$. Portanto, os resultados obtidos nessa investigação para todo o setor produtivo de casas de madeira no Brasil apresentaram boa representatividade

e foram validados com segurança perceptível, por estarem conformes aos parâmetros estatísticos prescritos para as pesquisas do tipo survey.

Tabela 2: População, amostragem e margem de erro dessa investigação setorial.

Resultados	Valores (unidades)	Margem de Erro (%)
Tamanho da População Total Estimada	210	–
Quantidade Amostral Obtida nas Entrevistas Pessoais	107	6,65 ($\pm 3,325$)

Fontes: De Araujo et al. (2018a, 2018b, 2018c, 2019).

Quanto à identificação do acesso aos serviços sociais pelos produtores, os resultados referentes a esta abordagem foram organizados conforme as quantidades de acessos corporativos (Pergunta I e Figura 1), características (Pergunta II e Figura 2) e enfoques (Pergunta III e Figura 3) a estes tipos de serviços.

Em referência ao primeiro questionamento levantado, verificou-se que uma parte considerável do setor produtivo de casas de madeira no Brasil ainda não tem buscado por auxílios oriundos dos serviços sociais, conforme foi evidenciado nesta abordagem (Figura 1). Esse cenário ainda serviu de base para confirmar a parte inicial da hipótese deste estudo, já que “a maioria do público analisado não contratou consultorias e assessorias empresariais”.

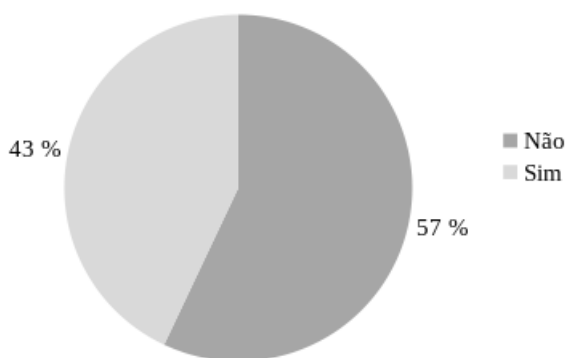


Figura 1: Volume de acesso às assessorias e consultorias empresariais.

Fonte: Elaboração própria.

A partir das respostas afirmativas (Figura 1), o segundo questionamento procurou caracterizar os tipos de profissionais mais requisitados pelas empresas amostradas

(Figura 2). Assim, as soluções de maior acesso foram, claramente, o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e os consultores liberais. Esse achado também se alinhou com a hipótese testada, visto que esse exemplo de serviço de apoio mais generalista, suportado pelo SEBRAE, representou a forma mais popular nesse setor. Em contrapartida, aquelas soluções fortemente suportadas pelas instituições e profissionais de ensino e pesquisa (grupos de pesquisa, empresas-júnior universitárias e profissionais acadêmicos) não tiveram resultados significativos.

Por fim, mediante aqueles respondentes que declararam afirmativamente à primeira indagação (Figura 1), o terceiro questionamento buscou caracterizar o enfoque do serviço social (Figura 3), cuja responsabilidade incidiu naqueles profissionais avaliados na observação anterior (Figura 2). Então, os enfoques de serviço organizacional e financeiro foram os mais solicitados pelos empresários entrevistados. A baixa adesão às áreas técnicas voltadas para a construção em madeira confirmou o desfecho da hipótese, já que os focos de auxílio mais populares foram de caráter organizacional, gerencial e financeiro.

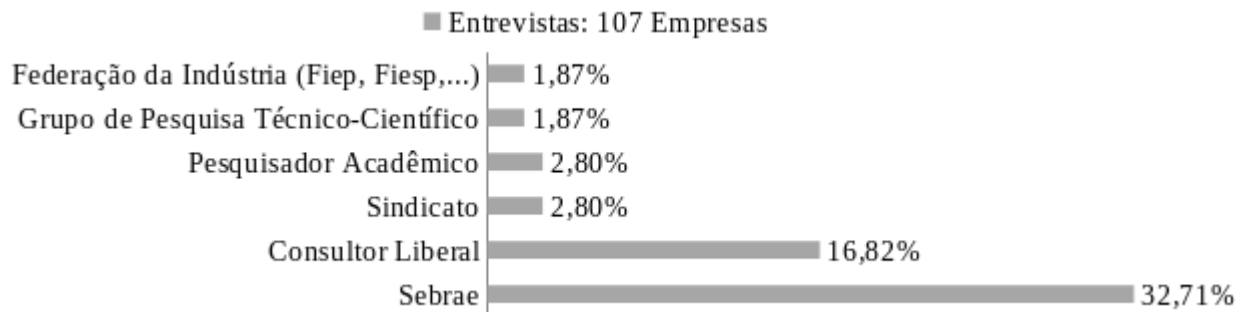


Figura 2: Tipo de instituição e/ou profissional utilizado.

Fonte: Elaboração própria.

Entretanto, ainda se constatou que esse setor em questão tem um potencial futuro relevante para que assessorias e consultorias sejam propostas e oferecidas aos seus respectivos produtores (Figuras 1 e 3).

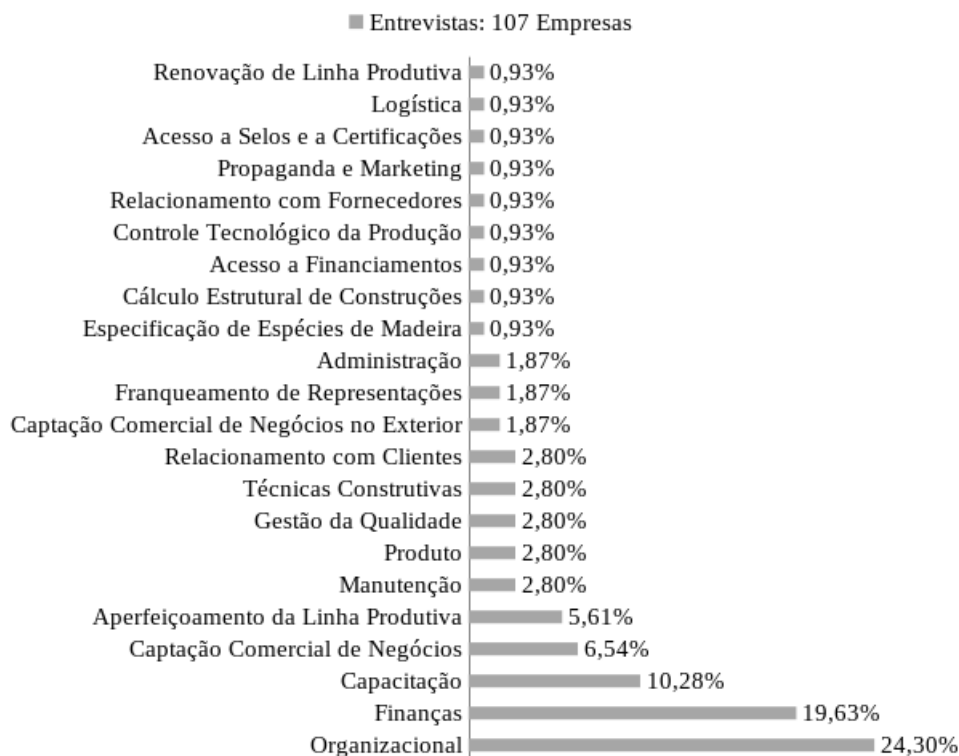


Figura 3: Focos dos auxílios aos produtores de casas de madeira no Brasil.
Fonte: Elaboração própria.

Discussões

Até o princípio da pesquisa setorial que proporcionou este presente artigo, somente dois documentos descreveram uma população estimada para esse eixo de investigação sobre as construção em madeira no Brasil. Sobral et al. (2002) produziram a primeira pesquisa acerca dessa população, a qual revelou um cenário, em 2001, de 15 produtores de casas de madeira no Estado de São Paulo, na região Sudeste do país. Mais recentemente, Punhagui (2014) designou uma quantia aproximada de 50 produtores de casas de madeira em todo o território brasileiro. A escassa quantidade de documentos sobre o assunto e a carência de um montante desses produtores se tornaram fatores que geram incertezas quanto às informações acerca da população desse setor. Diante disso, a presente abordagem conseguiu suprir essa lacuna pendente da indústria brasileira, revelando que o setor produtivo de casas de madeira tem mais de duas centenas de produtores formais no país, cuja existência de mais de uma centena dos mesmos foi presencialmente confirmada ao longo da condução das entrevistas face-a-face, conforme foi indicado na Tabela 1.

Então, o cenário setorial atual revelou ser visivelmente maior que a população estimada por Punhagui (2014).

Quanto à abordagem deste artigo, alguns autores serviram de suporte para a idealização dessa temática, a qual envolveu aspectos da indústria brasileira. A aplicação dos serviços sociais é entendida por Azevedo (2014) como expressões de terceirização profissional de assistentes sociais sob a forma de consultoria externa. Contudo, raros são os estudos que tangem sobre a utilização e aplicação dessas formas de aprimoramento empresarial para a indústria madeireira. Esse paradoxo surreal é vivenciado no setor madeireiro da construção civil no Brasil, pois conforme sugeriram Shimbo e Ino (1997), Punhagui (2014) e De Araujo et al (2018a,b,c), essa indústria é pouco competitiva e demanda estudos frequentes. Diante das ideias de reorganizar a gestão e o consumo da força de trabalho e reduzir os incentivos sociais estatais, as quais formatam o padrão produtivo toyotista conforme sugeriu Gomes (2015), se torna necessário fortalecer e estimular os nichos promissores e não desenvolvidos da indústria brasileira. Nesse caso, se incluem os setores que carecem de estudos e investimentos para o seu desenvolvimento e autoafirmação. Então, um modo perceptível para detectar se uma indústria ou setor produtivo tem se esforçado nesse caminho se resume na verificação de seu acesso às consultorias e assessorias, visando seu aprimoramento.

Essa pesquisa aplicada aos produtores brasileiros de casas de madeira obteve que mais da metade desse setor não solicita ou nunca solicitou o auxílio de consultorias e assessorias (Figura 1).

Um motivo plausível para essa procura em menor escala pode ser resumida por Gomes (2015), cujo estudo determinou que “a profissão de assistente social, no contexto de transformações societárias e empresariais, sofre impactos nos vínculos e condições de atuação e na elaboração de propostas, ampliando as dificuldades para o seu exercício”. A baixa disponibilidade de profissionais formados acerca das áreas do beneficiamento da madeira e das construções nesse material contribuiu para que essas atividades permanecessem ao longo das últimas décadas, de acordo com Zani (1997) ainda um tanto obsoletas.

O estabelecimento do curso de Engenharia Industrial Madeireira no Brasil surgiu como uma carreira que auxiliará, interna e externamente, tanto a essa indústria em particular quanto para todas as empresas inseridas na cadeia de processamento da madeira. De Araujo et al. (2017) apontaram que essa graduação tem como prioridade auxiliar as indústrias de beneficiamento da base florestal na operação e melhoria de seus processos produtivos mediante profissionais treinados. De acordo com Azevedo (2014),

a “consultoria empresarial inclui, entre outros pontos, a articulação entre a teoria e a prática”, fato que estimula ao engenheiro madeireiro no auxílio à indústria madeireira, ao passo que De Araujo et al. (2017) sugerem que esse profissional é altamente focado na industrialização racional da madeira.

No tocante ao tipo de organização e/ou profissional de consultoria/assessoria utilizado(s) pelos produtores de habitações em madeira, tanto o SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) quanto a consultoria liberal foram os exemplos mais populares nesse setor (Figura 2).

Ao passo que esse segundo modelo mais difundido se revela como a alternativa mais antiga e consolidada de assessoria empresarial, que de acordo com Bond (1999) é “datada do Século XIX”, o método de consultoria mais solicitado se resume, de acordo com Avellar e Botelho (2015), “em uma entidade civil paraestatal de serviço social autônoma sem fins lucrativos, criada nos anos de 1990”. A popularidade do SEBRAE perante a consultoria liberal, mais tradicional, é resultado de políticas públicas estatais que permitiram consolidar o mercado para os seus serviços e auxiliar, conforme apontam Avellar e Botelho (2015), no desenvolvimento tecnológico das empresas de pequeno porte.

Os sindicatos, os pesquisadores acadêmicos, os grupos de pesquisa técnico-científicos e as federações estaduais da indústria surgiram como métodos de apoio às empresas estudadas, embora em uma escala ainda reduzida (Figura 2). Apesar das menores popularidades, os mesmos carecem de uma maior visibilidade e de serviços específicos para o setor de casas de madeira.

Quanto aos enfoques das consultorias e assessorias solicitadas pelos produtores brasileiros de casas de madeira, esses serviços envolveram o aperfeiçoamento nas áreas financeira, administrativa, produtiva, mercadológica, comercial, de produto e capacitação de mão-de-obra (Figura 3).

No aspecto financeiro (Figura 3), os enfoques se resumiram nas orientações sobre as finanças e ao acesso a financiamentos para a empresa, cuja popularidade foi totalmente representativa no primeiro caso, alcançando quase 20% do maciço empresarial observado; esse resultado visível era esperado, visto que as empresas incluem, segundo Richers (1980), o recurso financeiro como um de seus objetivos elementares.

No contexto administrativo (Figura 3), os assessoramentos às empresas amostradas incidiram sobre a sua organização e administração, bem como ao franqueamento de representações comerciais. A questão organizacional se apresentou como a solicitação

de auxílio mais popular dentre as áreas analisadas. Isso se reproduz pela dificuldade de gestão empresarial, em razão da complexidade do tema e do envolvimento direto com todas as outras divisões e subdivisões corporativas e produtivas particulares a cada empresa.

No âmbito produtivo (Figura 3), os eixos indicados como áreas assessoradas por parte das empresas estudadas foram: aperfeiçoamento da linha produtiva, gestão da qualidade, manutenção de equipamentos, logística, controle tecnológico da produção e a renovação da linha produtiva. Essa melhoria tecnológica da produção, apesar de estar presente em quase 6% ($\pm 3,325\%$) das empresas, ainda é um fator pouco popular, visto que Zani (1997) e De Araujo et al. (2016) salientaram que o setor madeireiro ainda representa uma atividade pautada em processos antiquados. A gestão da qualidade do processo produtivo, bastante discutida na literatura, em especial por Juran e Gryna (1993), como um fator essencial para desenvolver qualquer organização, ainda permanece como uma área pouco assessorada para o presente setor avaliado.

Em relação ao produto, os auxílios apontados como as áreas mais utilizadas foram: produto, técnicas construtivas, cálculo estrutural de construções, acesso a selos e certificações, especificação de espécies de madeira. Enquanto o apoio sobre as técnicas construtivas incluiu o desenvolvimento técnico e tipológico, o assessoramento do produto se traduziu no estudo aprofundado e na sua concepção como bem produzido conforme a realidade tecnológica das empresas estudadas.

No ponto de vista comercial (Figura 3), a captação comercial de negócios, o relacionamento com clientes, o relacionamento com fornecedores e a captação comercial de negócios no exterior foram as áreas atendidas pelas consultorias e assessorias do setor estudado. Quase 7% ($\pm 3,325\%$) da amostra conduzida revelou demandar um maior mercado, devido à sua limitação de comercialização e/ou ao tamanho de seu mercado. A dificuldade de difusão desse produto casa de madeira ainda consiste em um fator persistente no Brasil, tal como já salientaram Stamato e Oliveira Junior (2008), devido à barreira cultural e a desinformação pública sobre as vantagens dessas habitações em madeira para a sociedade [Shimbo e Ino, 1997, Zani, 1997, Punhagui, 2014, De Araujo et al., 2016].

Na perspectiva da mão-de-obra, a capacitação dos empregados foi o único modelo de consultoria e assessoria em utilização pelas empresas estudadas (Figura 3). O baixo nível de qualificação da mão-de-obra nas indústrias brasileiras da construção civil se assemelha às condições econômico-sociais do Brasil, segundo Ponce (1995) e Frigo e Silveira (2012). A falta dessa qualificação ao trabalhador constitui em um dos principais entraves do crescimento sustentado da indústria, ao passo que o Brasil também se dista

dos desempenhos estudantis dos países mais desenvolvidos [CNI, 2012]. Sendo assim, a busca pela capacitação da mão-de-obra (Figura 3) tem representado um grande desafio para o setor de casas de madeira, apesar da procura restrita por parte das empresas. No setor construtivo, Frigo e Silveira (2012) atribuem, a essa desqualificação, o fato das técnicas construtivas serem, em geral, artesanais. No entanto, Shimbo e Ino (1997) avaliaram que a utilização da madeira de reflorestamento na habitação pode empregar mais mão-de-obra e menos bens de capital, pois isso permitiria substituir as formas de produção centralizadas por outras descentralizadas em cooperativas ou em pequenas empresas.

Na vertente mercadológica (Figura 3), o assessoramento sobre a propaganda e marketing das casas de madeira se resumiu no único enfoque salientado pelas empresas que compuseram a amostragem. De Araujo et al. (2016) enfatizaram que uma divulgação detalhada das casas de madeira em eventos (feiras, exposições, congressos, simpósios, seminários, encontros, etc.) com o fim de explorar suas principais vantagens e aplicações servirão como um marco para expandir o conhecimento acerca dessa temática, incrementando o mercado desses bens manufaturados à base de madeira.

De um modo global, sob uma ótica da sustentabilidade, quatro áreas incluem diretamente essa diretriz ambiental: acesso a selos e a certificações, especificação e origem das espécies de madeira e renovação e aperfeiçoamento da linha produtiva. Apesar de suas menores adesões (Figura 3), esses eixos de assessoramento têm sido solicitados por esses produtores, vislumbrando produtos mais amigáveis.

Ainda nota-se a ausência do acesso, pelos produtores de casas de madeira, a auditorias em seus processos corporativos internos, isto é, administrativo, produtivo, financeiro, etc. Então, como consultor do processo de gestão do risco empresarial, de acordo com Pereira (2012), o auditor deve disponibilizar ao conselho administrativo ferramentas e técnicas utilizadas para analisar riscos e controles. Uma entidade auditada, segundo o Conselho Federal de Contabilidade (2008), é aquela que “recebe o trabalho de uma auditoria das demonstrações contábeis com o objetivo de emissão de um parecer ou formação de juízo sobre estas”. Diante de sua clara importância, os produtores de casas de madeira, para seguir a tendência mundial, devem ser estimulados a buscar por esse tipo de estratégia corporativa. O estímulo à produção mais eficiente das habitações financiadas pelo governo brasileiro, isto é, com gasto racional dos recursos produtivos e o uso de materiais renováveis e sustentáveis, deve ser um fator criteriosamente explorado na criação de modernas políticas governamentais. Nesse contexto, assessores e consultores poderão, de modo eficaz, estudar esse setor produtivo para seu fortalecimento.

Conclusões

O acesso ainda limitado desses produtores de casas de madeira às assessorias e consultorias empresariais se revelou em um direcionamento a ser atendido por parte dos muitos meios de apoio à indústria, entretanto, com soluções mais adequadas às demandas e necessidades reais desses produtores.

Apesar do cenário tardio, diversas empresas têm iniciado uma autoafirmação pelo aprimoramento tecnológico e produtivo a respeito da manufatura das casas de madeira no Brasil, fator o qual, ao longo dos anos, irá contribuir com incrementos na produtividade e nas qualidades do produto e do processo.

O assessoramento empresarial nas áreas financeira, organizacional, de capacitação da mão-de-obra e de captação comercial foram as maiores demandas presentes no setor brasileiro das casas de madeira.

Isso posto, a hipótese foi confirmada, já que o setor visivelmente não busca por esses serviços sociais, fato reforçado pela baixa adesão aos focos mais técnicos da construção em madeira e pelo maior acesso às áreas mais generalistas. Esse cenário indica o grande potencial de operação dos serviços sociais no setor produtivo de casas de madeira, especialmente para o Engenheiro Industrial Madeireiro, cuja bagagem profissional é direcionada no desenvolvimento de assistências e orientações próprias para as necessidades específicas desse setor. A contratação desse profissional por parte dos institutos de apoio empresarial pode contribuir para que essas empresas avaliadas se sintam mais motivadas a buscar auxílios mais adequados às suas realidades. Nesse caso, conforme esses novos profissionais sejam alçados ao mercado de trabalho, outros estudos similares serão possíveis. Sugere-se que tais estudos adicionais retomem essa discussão, incluindo outros setores madeireiros e da construção, permitindo formar um panorama mais abrangente.

Bibliografia

- [Avellar e Botelho, 2015] Avellar, A. P. M. e Botelho, M. R. A. 2015. Políticas de apoio à inovação em pequenas empresas: evidências sobre a experiência brasileira recente. *Economia e Sociedade* 24 (2):379-417.
- [Azambuja, Azevedo e Fortes, 2009] Azambuja, V. A., Azevedo, A. e Fortes, J. P. 2009. O mercado de consultoria turística em Florianópolis. *Caderno Virtual de Turismo* 9 (2):17-24.

- [Azevedo, 2014] Azevedo, F. C. 2014. *Consultoria empresarial de serviço social: expressões da precarização e da terceirização profissional. Serviço Social & Sociedade* (118): 318-338.
- [Bond, 1999] Bond, W. J. 1999. *Vôo solo: criando e conduzindo uma empresa de consultoria*. Nobel, São Paulo. 240p.
- [CNI, 2012] Confederação Nacional Da Indústria (CNI). 2012. *Avanços da indústria brasileira rumo ao desenvolvimento sustentável: síntese dos fascículos setoriais*. CNI, Brasília. 47p.
- [CFC, 2008] Conselho Federal De Contabilidade (CFC). 2008. *Princípios fundamentais e normas brasileiras de contabilidade: auditoria e perícia*. 3. ed. CFC, Brasília. 456p.
- [Couto et al., 2010] Couto, C. S., Latorraca, J. V. F., Paula, J. C. M., Souza, C. M. Y Morokawa, T. 2010. Avaliação de propriedades físicas do clone de Eucalipto em diferentes espaçamentos. *Revista Forestal Latinoamericana* (1):49-60.
- [De Araujo et al., 2016] De Araujo, V. A., Cortez-Barbosa, J., Garcia, J. N., Gava, M., Laroca, C. e César, S. F. 2016. Woodframe: light framing houses for developing countries. *Revista de la Construcción* 15 (2):78-87.
- [De Araujo et al., 2017] De Araujo, V. A., Garcia, J. N., Cortez-Barbosa, J., Gava, M., Savi, A. F. Morales, E. A. M., Lahr, F. A. R., Vasconcelos, J. S. e Christoforo, A. L. 2017. Importância da madeira de florestas plantadas para a indústria de manufaturados. *Pesquisa Florestal Brasileira* 37 (90):157-168.
- [De Araujo et al., 2019] De Araujo, V. A., Gutiérrez-Aguilar, C. M., Cortez-Barbosa, J., Gava, M. e Garcia, J. N. 2019. Disponibilidad de las técnicas constructivas de habitación en madera en Brasil. *Revista de Arquitectura* 21 (1):68-75.
- [De Araujo et al., 2018a] De Araujo, V. A., Lima Jr., M. P., Biazzon, J. C., Vasconcelos, J. S., Munis, R. A., Morales, E. A. M., Cortez-Barbosa, J., Nogueira, C. L., Savi, A. F., Severo, E. T. D., Christoforo, A. L., Sorrentino, M., Lahr, F. A. R., Gava, M. e Garcia, J. N. 2018a. Machinery from Brazilian wooden housing production: size and overall obsolescence. *BioResources* 13 (4):8775-8786.
- [De Araujo et al., 2018b] De Araujo, V. A., Nogueira, C. L., Savi, A. F., Sorrentino, M., Morales, E. A. M., Cortez-Barbosa, J., Gava, M. e Garcia, J. N. 2018b. *Economic and labor sizes from the Brazilian timber housing production sector*. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica* 14 (2):95-106.

- [De Araujo et al., 2018c] De Araujo, V. A., Vasconcelos, J. S., Morales, E. A. M., Savi, A. F., Hindman, D. P., O'brien, M. J., Negrão, J. H. J. O., Christoforo, A. L., Lahr., F. A. R. e Garcia, J. N. 2018c. Difficulties of wooden housing production sector in Brazil. *Wood Material Science & Engineering* (2018):1-10.
- [Diário Indústria & Comércio] Diário Indústria & Comércio. 2009. *Consultoria ajuda madeireira a contornar a crise*. Diário Indústria & Comércio. Recuperado em 20 de Dezembro de 2017 em <http://www.diarioinduscom.com/consultoria-ajuda-madeireira-a-contornar-a-crise/>
- [Drucker, 1981] Drucker, P. F. 1981. *Why management consultants*. Anoova Consulting, Noida. 4 p.
- [Giampaoli, 2013] Giampaoli, M. C. 2013. Serviço Social em empresas: consultoria e prestação de serviço. *Serviço Social & Sociedade* (114):266-289.
- [Frigo e Silveira, 2012] Frigo, J. P. e Silveira, D. S. 2012. Educação ambiental e construção civil: práticas de gestão de resíduos em Foz do Iguaçu-PR. *Monografias Ambientais* 9 (9):1938-1952.
- [Gomes, 2015] Gomes, M. R. B. 2015. Consultoria social nas empresas: entre a inovação e a precarização silenciosa do Serviço Social. *Serviço Social & Sociedade* (122):357-380.
- [Juran e Gryna, 1993] Juran, J. M. e Gryna, F. M. 1993. Controle de qualidade handbook. *Makron Books*, São Paulo. 226p.
- [Mancia, 1997] Mancia, L. T. S. 1997. *Os desafios do modelo de consultoria interna: uma experiência gaúcha*. Dissertação de Mestrado em Administração – Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 184 p.
- [Matos, 2010] Matos, M. C. 2010. Assessoria e consultoria: reflexões para o Serviço Social. En Bravo, M. I. S. E Matos, M. C. (Orgs.). *Assessoria, consultoria & Serviço Social*. Cortez, São Paulo. pp. 29-57.
- [Nunes, Melo e Teixeira, 2012] Nunes, P. A., Melo, C. O. e Teixeira, D. 2012. A participação do setor madeireiro na economia das microrregiões geográficas do Paraná – 2009. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável* 2 (1):8-20.
- [Pereira, 2012] Pereira, J. S. R. 2012. *Auditoria e a gestão do risco empresarial*. Dissertação de Mestrado em Auditoria e Análise Financeira – Escola Superior de Gestão de Tomar, Instituto Politécnico de Tomar, Tomar. 297p.

- [Peris, 2012] Peris, A. F. 2012. *Consultoria, assessoria e auditoria: diferenças e semelhanças*. Corecon-PR, Curitiba. 2 p. Recuperado em 20 de Dezembro de 2017 em www.coreconpr.org.br/wp-content/uploads/2012/09/10-Consultoria-Assessoria-e-Auditoria-diferen%C3%A7as-e-semelhan%C3%A7as.pdf
- [Pinheiro et al., 2011] Pinheiro, R. M., Castro, G. C., Silva, H. H. C. e Nunes, J. M. G. 2011. *Pesquisa de Mercado*. Editora FGV, Rio de Janeiro. 154 p.
- [Ponce, 1995] Ponce, R. H. 1995. Madeira serrada de eucalipto: desafios e perspectivas. In: *Anais do Seminário Internacional De Utilização De Madeira De Eucalipto Para Serraria*, São Paulo, Piracicaba. p.50-58.
- [Punhagui, 2014] Punhagui, K. R. G. 2014. *Potencial de reducció de las emisiones de CO₂ y de la energía incorporada en la construcción de viviendas en Brasil mediante el incremento del uso de la madera*. Tese de Doutorado em Energia e Meio Ambiente na Arquitetura – Escola Tècnica Superior d’Arquitectura de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona. 422p.
- [RAOSOFT, 2004] RAOSOFT. 2004. *Raosoft Sample Size Calculator*. Seattle: Raosoft. Recuperado em 20 de Dezembro de 2017 em <http://www.raosoft.com/samplesize.html>
- [Richers, 1980] Richers, R. 1980. Objetivos como razão de ser da empresa. *Revista Administração de Empresas* 20 (3):7-18.
- [Rodrigues, 2005] Rodrigues, S. B. 2005. *Consultoria empresarial: uma abordagem educacional e profissional*. WalPrint Gráfica e Editora, Rio de Janeiro. 84p.
- [Santos, Ducati e Bornia, 2008] Santos, N. J., Ducati, E. e Bornia, A. C. 2008. Precificação de consultoria empresarial com a contribuição das estratégias de apuração. *Revista Catarinense da Ciência Contábil* 7 (21):41-52.
- [Shibao, Moori e Santos, 2010] Shibao, F. Y., Moori, R. G. e Santos, M. R. 2010. A logística reversa e a sustentabilidade empresarial. In: *Anais do XIII SEMEAD – Seminários Em Administração*, São Paulo. p.1-17.
- [Shimbo e Ino, 1997] Shimbo, I. e Ino, A. 1997. A madeira de reflorestamento como alternativa sustentável para produção de habitação social. In: *Anais do I Encontro Nacional Sobre Edificações E Comunidades Sustentáveis*, Porto Alegre. p.157-162.
- [Sobral et al., 2002] Sobral, L., Veríssimo A., Lima, E., Azevedo, T. e Smeraldi, R. 2002. *Acertando o alvo 2: consumo de madeira amazônica e certificação florestal do Estado de São Paulo*. Imazon, Belém. 72p.

- [Srinivasan, 2014] Srinivasan, R. 2014. The management consulting industry growth of consulting services in India: Panel discussion. *IIMB Management Review* 26 (4):257-270.
- [Stamato e Oliveira, 2008] Stamato, G. C. e Oliveira Junior, A. C. 2008. Projeto Educação em Madeira. In: XXI Encontro Brasileiro Em Madeira E Estruturas De Madeira, *Londrina*. p.1-15.
- [Zani, 1997] Zani, A. C. 1997. *Arquitetura de madeira: reconhecimento de uma cultura arquitetônica norte paranaense, 1930/1970*. Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Fernando Méndez, Alí Sulbarán, Dariana Erazo, Jorge Uzcátegui, Johana Peña, Yelinda Araujo, Freddy Ampueda, Fernando Millán.

Determinación de plaguicidas organoclorados en suelos agrícolas de un estrato altitudinal del municipio Rivas Dávila, estado Mérida Venezuela.

Organochlorine pesticides determination in agricultural soils of an altitudinal stratum in the Rivas Dávila municipality, Mérida State Venezuela

Fernando Méndez¹

Alí Sulbarán¹

Dariana Erazo¹

Jorge Uzcátegui¹

Johana Peña¹

Yelinda Araujo²

Freddy Ampueda³

Fernando Millán⁴

Fecha de recepción: 21/02/2018

Fecha de aceptación: 01/08/2019

Resumen

Se extrajeron 20 POC's con porcentajes de extracción entre 83,73 % para metoxicloro y 104,15 para p,p'-DDE. Se extrajeron 39 muestras compuestas por una metodología asistida por ultrasonido optimizada previamente y se cuantificaron por cromatografía de gases con detector de captura electrónica. Las concentraciones de residuos de POC's fueron; α - HCH 1,862-3,881 $\mu\text{g/L}$; β - HCH 1,267-45,414 $\mu\text{g/L}$; γ - HCH 1,242-5,932 $\mu\text{g/L}$; δ - HCH 1,157-4,443 $\mu\text{g/L}$; aldrín 1,203-8,399 $\mu\text{g/L}$; dieldrín 1,044-9,760 $\mu\text{g/L}$; β -endosulfán 2,344-7,534 $\mu\text{g/L}$; endosulfán sulfato 1,617-50,883 $\mu\text{g/L}$; heptacloro 1,056-8,909 $\mu\text{g/L}$; o,p'-DDD 3,380-11,087 $\mu\text{g/L}$; p,p'-DDT 2,334-842,413 $\mu\text{g/L}$; o,p'-DDT 1,819-99,948 $\mu\text{g/L}$; o,p'-DDE 1,738-5,362

¹Laboratorio de Investigación en Físico-química Orgánica, Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. Telf.: 0274-2401377. E-mail: jorevzca@gmail.com

²INIA, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Mérida, Venezuela.

³Laboratorio de Investigación en Espectroscopia Analítica, Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

⁴IUPSM. Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño, Mérida, Venezuela.

$\mu\text{g/L}$; p,p'-DDD 1,368-210,504 $\mu\text{g/L}$; p,p'-DDE 1,063-14,419 $\mu\text{g/L}$; metoxicloro 6,011-45,834 $\mu\text{g/L}$. La concentración más alta de POC's, es p,p'-DDT con 842,413 $\mu\text{g/L}$. α -Endosulfán y heptacloro exo-epóxido se encontraron en una muestra, con concentraciones de 2,394 $\mu\text{g/L}$ y 1,475 $\mu\text{g/L}$ respectivamente. Es importante destacar que los plaguicidas organoclorados endrín y heptacloro endo-epóxido no se detectaron en ninguna de las muestras. La comparación de estos análisis con los Niveles Genéricos de Referencia, indican que los suelos del primer estrato altitudinal del municipio Rivas Dávila del estado Mérida, Venezuela, se encuentran potencialmente contaminados con los plaguicidas organoclorados $\alpha - HCH$, $\beta - HCH$, $\gamma - HCH$, aldrín, dieldrín, α -endosulfán, β -endosulfán, endosulfán sulfato, metoxicloro, heptacloro, heptacloro exo-epóxido, p,p'-DDT.

Palabras clave: Plaguicidas organoclorados, suelos agrícolas, cromatografía de gases, municipio Rivas Dávila, estrato altitudinal.

Abstract

A specified number of POC's (20), were extracted with extraction percentages between 83.73% for methoxychlor and 104.15 for p, p'-DDE. 39 composite samples were extracted by a previously optimized ultrasonic-assisted methodology and quantified by gas chromatography with electronic capture detector. The residue concentrations of POC's were; $\alpha - HCH$ 1,862-3,881 $\mu\text{g/L}$; $\beta - HCH$ 1,267-45,414 $\mu\text{g/L}$; $\gamma - HCH$ 1,242-5,932 $\mu\text{g/L}$; $\delta - HCH$ 1,157-4,443 $\mu\text{g/L}$; aldrin 1,203-8,399 $\mu\text{g/L}$; dieldrin 1,044-9,760 $\mu\text{g/L}$; $\beta - endosulfan$ 2,344-7,534 $\mu\text{g/L}$; endosulfan sulfate 1,617-50,883 $\mu\text{g/L}$; heptachlor 1,056-8,909 $\mu\text{g/L}$; o,p'-DDD 3,380-11,087 $\mu\text{g/L}$; p,p'-DDT 2,334-842,413 $\mu\text{g/L}$; o,p'-DDT 1,819-99,948 $\mu\text{g/L}$; o,p' -DDE 1,738-5,362 $\mu\text{g/L}$; p,p'-DDD 1,368-210,504 $\mu\text{g/L}$; p,p'-DDE 1,063-14,419 $\mu\text{g/L}$; methoxychlor 6,011-45,834 $\mu\text{g/L}$. The highest concentration of POC's is p,p'-DDT with 842,413 $\mu\text{g/L}$. The $\alpha - endosulfan$ and heptachlor exo-epoxide were found in a sample, with concentrations of 2,394 $\mu\text{g/L}$ and 1,475 $\mu\text{g/L}$, respectively. It is important to note that organochlorine pesticides endrin and heptachlor endo-epoxide was not detected in any of the samples. The comparison of these analyzes with the Generic Reference Levels indicates that the first altitudinal stratum of the Rivas Davila municipality, are potentially contaminated with the organochlorinated pesticides $\alpha - HCH$, $\beta - HCH$, $\gamma - HCH$, aldrin, dieldrin, $\alpha - endosulfan$, $\beta - endosulfan$, endosulfan sulfate, methoxychlor, heptachlor, heptachlor exo-epoxide, p,p'-DDT.

Keywords: Organochlorine pesticides, agricultural soils, gas

chromatography, municipality Rivas Dávila, altitudinal stratum.

Introducción

Los agricultores que hacen vida productiva en el Municipio Rivas Dávila del Estado Mérida, aplican de forma incontrolada y sin ninguna restricción sanitaria una gran variedad de sustancias químicas tales como plaguicidas de todo tipo sobre los cultivos que constituyen su sustento de vida económica.

Entre los agrotóxicos que usan, podrían estar los plaguicidas organoclorados (POC's). Aunque la producción, utilización y comercialización de plaguicidas organoclorados está oficialmente prohibida, estos llegan a los productores del campo por contrabando o mezclados en otras formulaciones y son indirectamente aplicados a los suelos.

Como consecuencia primaria los suelos han recibido ingentes cantidades de contaminantes que a la fecha podrían presentar cantidades residuales importantes de agrotóxicos tipo organoclorados. Por tanto, se requiere monitorear la concentración de plaguicidas organoclorados, para así determinar la posible contaminación presente en los suelos agrícolas por estos plaguicidas en un estrato altitudinal específico del Municipio Rivas Dávila.

Los suelos agrícolas contaminados con POC's u otro tipo de agrotóxicos, pueden transformarse en materia inerte con el tiempo, además de trasladar en el entretiempo cierto grado de sustancias contaminantes a los alimentos de consumo masivo, originando como consecuencia ulteriores afectaciones en la salud de la población en general.

La actividad agrícola del estado Mérida se califica como una de las más desarrolladas del país, por ser altamente productiva, tecnificada y generadora de bienestar económico. No obstante, para lograr que esta actividad sea sustentable y mantener las demandas del mercado, se ha requerido del uso constante de grandes cantidades de agroquímicos, lo que ha tenido como consecuencia la degradación del suelo, la contaminación del medio ambiente y efectos adversos en la salud de los seres vivos (Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable de Sonora [OEIDRUS, 2011]).

Los suelos destinados al uso agrícola son susceptibles a la acumulación de todo tipo de agroquímicos, entre ellos, los plaguicidas organoclorados (POC's). Esto debido a los procesos de adsorción de la materia orgánica acumulada por el uso de fertilizantes orgánicos y a la retención en agua [Rawls, Brakensiek y Saxton, 1982]. Esta acumulación

puede afectar la capacidad del suelo para realizar sus funciones de producción biológica, protección ambiental y sustento de la salud humana (Organización Mundial de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO, 2009]).

Los suelos agrícolas del estado Mérida, específicamente los ubicados en el Municipio Rivas Dávila, han recibido por mucho tiempo grandes cantidades de diversos insumos químicos entre ellos cantidades no cuantificadas de (POC's). Los POC's y sus metabolitos poseen gran toxicidad y por lo tanto, representan un riesgo comprobado para la salud y el medio ambiente debido a su bioacumulación, volatilidad y persistencia. Estas sustancias de gran toxicidad son muy estables en el ambiente por lo que requieren desde meses hasta 25 años o más para su degradación a formas menos dañinas (Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios [COFEPRIS, 2004]). Precisamente su volatilidad les permite migrar por deriva a grandes distancias por aire o por agua, depositarse en el suelo y bioacumularse en las cadenas tróficas [Yu, 2008].

Aunque el uso de POC's, es ilegal, en términos generales, han sido utilizados extensamente para la agricultura en América Latina durante las últimas décadas (Informe preliminar de inventario sobre contaminantes orgánicos persistentes) [Koning, Cantahede y Benavides, 1994]. En particular, se han utilizado considerables cantidades en México [Hernández y Hansen, 2011, Yáñez y Camarena, 2019] para cultivos comerciales. En años más recientes, el uso de plaguicidas organoclorados se ha restringido a programas de salud pública contra enfermedades como la malaria [Roberts et al., 1997]. Los estudios sobre plaguicidas organoclorados (POC's) en suelos agrícolas en el estado Mérida son escasos, entre ellos está el realizado en Pueblo Llano [Uzcátegui, Araujo y Mendoza, 2011], Mérida, donde se reporta la presencia de residuos de DDT y sus metabolitos DDE, DDD, además de α -endosulfán, β -endosulfán, endosulfán sulfato, aldrín, dieldrín, endrín, en suelos agrícolas del Municipio Pueblo Llano.

Actualmente en Venezuela ninguno de los decretos o leyes, como la Ley Orgánica del Ambiente [Ley Orgánica del Ambiente, 2006] o la Ley Forestal de Suelos y Aguas [Ley Forestal de Suelos y Aguas, 2007], establecen parámetros que regulen la concentración de plaguicidas organoclorados en suelos, aun cuando (como se encuentra ampliamente documentado), estas sustancias impactan negativamente al ambiente. Debido a la falta de información en Mérida y en Venezuela sobre el uso histórico y reciente de los POC's incluidos en el Convenio de Estocolmo, el presente trabajo de investigación tiene como uno de sus objetivos elucidar y cuantificar la presencia de plaguicidas organoclorados en suelos agrícolas de un estrato altitudinal del Municipio Rivas Dávila del estado Mérida.

Materiales y métodos

Área de estudio. El estudio se realizó en el municipio Rivas Dávila, estado Mérida, Venezuela, el cual forma parte del sistema de la cadena montañosa de los Andes Venezolanos, caracterizados por presentar grandes variaciones altitudinales. La investigación se desarrolló en el estrato altitudinal comprendido entre 800 y 2.000 msn, denominado para efectos de este estudio, primer estrato altitudinal, donde se encuentran las principales zonas agrícolas del estrato altitudinal seleccionado. Estos incluyen campos agrícolas con diferentes tipos de sistemas de riego, cultivos intensivos y con cultivos históricos de 1.950 a 2.017. Esta información se recopiló en las fuentes académicas, gubernamentales y mediante entrevistas realizadas a los productores o encargados de los campos agrícolas. Los criterios de inclusión se aplicaron sin importar que los campos estuvieran activos, en descanso o abandonados. Se debe destacar que el estrato altitudinal del Municipio Rivas Dávila estudiado, está conformado en términos generales por tres grandes unidades de relieve, la vertiente derecha del Río Mocotíes, la vertiente izquierda y el fondo de valle, características de zonas montañosas andinas. En el sitio se observan alineaciones de montaña que se encuentran separadas por profundos valles intramontañosos.

Recolección de muestras. El muestreo de los suelos agrícolas, se llevó a cabo en fincas de la zona en estudio, entre los meses de marzo a junio del 2.016, previa autorización del dueño o encargado, siguiendo lo establecido en el Programa de Monitoreo Ambiental del Laboratorio de Físicoquímica Orgánica (LFQO). Para diferenciar de la mejor manera la ubicación de las diferentes fincas, se dividió el estrato altitudinal en 6 sectores del municipio Rivas Dávila a saber: El Potrero (SEP), Mesa de Adrián (SMA), El Dique (SED), Mesa de los Uvitos (SMDLU), Mesa de la Laguna (SMDLL) y La Playa (SLP). Los terrenos en estudio se dividieron en estratos o subgrupos con cierta homogeneidad en el terreno y en cada estrato se realizó un muestreo aleatorio simple estratificado. En cada finca se recolectaron 12 sub muestras para obtener una muestra compuesta representativa de la superficie del terreno cultivado a una profundidad comprendida entre la superficie y 20 cm [Uzcátegui, Araujo y Mendoza, 2011]. Se recolectaron 39 muestras en total tomadas de las fincas distribuidas en los seis sectores en estudio, que luego fueron trasladadas al LFQO del Departamento de Química, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, en donde fueron almacenadas a $-4^{\circ}C$ y posteriormente fueron secadas por tres días consecutivos a temperatura ambiente en bandejas plásticas para remover astillas de madera, piedras o ramas. Luego se realizó el tamizado, a través de un tamiz de 2 micras, para lograr la homogeneización de la muestra y tener partículas de tamaños prácticamente uniforme, para posteriormente realizar la etapa de extracción y cuantificación.

Metodología Experimental.

Reactivos: Hexano (C_6H_{12}) Fisher Scientific. Grado HPLC, 99,0% de pureza, diclorometano (CH_2Cl_2) Fisher Scientific. Grado HPLC, 99,0% de pureza, acetonitrilo (C_2H_3N) J.T. Baker. 99,4% de pureza. Las especificaciones de los estándares utilizados, para la optimización de las condiciones instrumentales, para la realización de las curvas de calibrado y de los experimentos para estudios de porcentajes de extracción, se especifican a continuación: **Mezcla 1.** AccuStandard 1,0 mg/mL en metil-terc-butil éter 1mL. Código: M-508P-A, 99,99% de pureza. Contiene los POCs: $\alpha - HCH$, $\beta - HCH$, $\delta - HCH$, Heptacloro, Aldrín, Heptacloro Epóxido, $\alpha - Endosulfan$, p,p'-DDE, Dieldrin, Endrín, $\beta - Endosulfan$, p,p'-DDD, Endosulfan Sulfato, p,p'-DDT, Metoxicloro y $\gamma - HCH$. **Mezcla 2.** AccuStandard 1,0 mg/mL en metil-terc-butil éter 1mL. Código: ISO6468-PEST Lote: 211011259. 99,99% de pureza. Contiene los POCs: $\alpha - HCH$, $\beta - HCH$, $\delta - HCH$, $\gamma - HCH$, p,p'-DDT, o,p'-DDE, p,p'-DDE, o,p'-DDD, p,p'-DDD, o,p'-DDT, Metoxicloro, Aldrín, Dieldrin, Endrín, Heptacloro, Heptacloro Epóxido (Isomero A), Heptacloro Epóxido (Isomero B), $\alpha - Endosulfan$ y $\beta - Endosulfan$.

Procedimiento Experimental. La extracción de los POC's presentes en las muestras de suelo se realizó por extracción asistida por ultrasonidos. El método reportado [Méndez, 2017] implica el uso de 2,0 g de suelo agrícola para extraer 21 POC's con 45 mL de una mezcla de solventes en proporción 3:1:1 v/v de acetonitrilo:hexano:diclorometano, por 30 minutos de sonicación a $30^\circ C$ en tres extracciones sucesivas con 20, 15 y 10 mL de solvente respectivamente, centrifugando por 5 min cada extracción.

Cuantificación. Especificación instrumental. Cromatógrafo de Gases VARIAN Modelo CP-3800, configurado con Inyector 1079 a $T = 220^\circ C$, Split-Splitless con $Split = 2$, y una Columna Capilar Varian CP-Sil 19 CB, 30 m x 0,25 mm DI, 0,25 μm DF, WCOT FUSED SILICA y Detector de Captura Electrónica con fuente de ^{63}Ni a $300^\circ C$. Gas de arrastre: Helio a 1,2 mL/min., y gas de complemento: Nitrógeno a 29 mL/min. La cuantificación de los analitos se realizó por intermedio del programa Starwork Station versión 6,2.

Resultados

Concentración de los POC's en los suelos de los diferentes sectores del primer estrato altitudinal del municipio Rivas Dávila.

La identificación química estructural de los POC's que no están presentes en las 39 muestras analizadas, conjuntamente con el porcentaje defrecuencia de aparición y las concentraciones determinadas más altas se presentan en la tabla 1. Los resultados indica que los plaguicidas hepcloro endo-epóxido, heptacloro exo-epóxido, no están presentes en ninguna de las 39 muestras analizadas.

El POC's p,p'-DDT es el que aparece con mayor frecuencia en todos los sectores, a excepción del sector SMDLU. El plaguicida p,p'-DDT se pudo cuantificar en el 92,3% de las muestras recolectadas, seguido por uno de sus metabolitos el p,p'-DDD (69,2%). Este es un agrotóxico de alta peligrosidad, altamente liposoluble y persistente. Es posible que el p,p'-DDT migre hacia los suelos, alimentos y hacia fluidos humanos. Sin embargo, la presencia de los demás organoclorados es sumamente preocupante por los efectos biológicos que producen en el organismo humano. El porcentaje de mayor frecuencia de aparición, de los 20 POC's analizados se presenta en la figura 1.

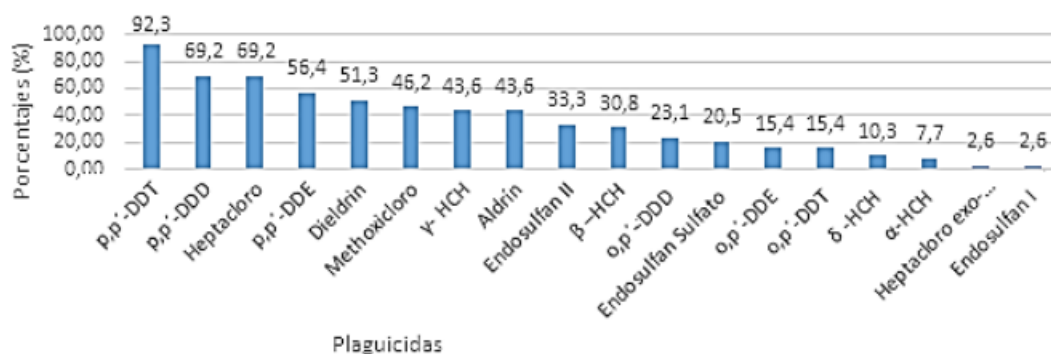


Figure 1: Porcentajes de frecuencia de aparición, de POC's en el primer estrato altitudinal del municipio Rivas Dávila.

Plaguicidas Organoclorados en Suelos

Table 1: POC's ausentes, POC's con mayor frecuencia de aparición y POC's con mayor concentración.

	Sectores					
	SEP	SED	SMDA	SMDLL	SLP	SMDLU
Nro. Muestras	6	6	6	5	14	2
POC's ausentes	α - <i>HCH</i> , heptacloro endo-epóxido, heptacloro exo-epóxido	δ - <i>HCH</i> , heptacloro exo-epóxido, heptacloro endo-epóxido, o,p'-DDE, α - <i>endosulfan</i> , endrín y o,p'-DDT	α - <i>HCH</i> , heptacloro exo-epóxido, heptacloro endo-epóxido δ - <i>HCH</i>	α - <i>HCH</i> , heptacloro exo-epóxido, heptacloro endo-epóxido δ - <i>HCH</i> , α - <i>endosulfan</i> , endrín, o,p'-DDT, β - <i>endosulfan</i> , metoxicloro, endosulfan sulfato	δ - <i>HCH</i> , heptacloro exo-epóxido, heptacloro endo-epóxido α - <i>endosulfan</i> endrín	δ - <i>HCH</i> heptacloro exo-epóxido, heptacloro endo-epóxido o,p'-DDE α - <i>endosulfan</i> o,p'- DDD, p,p'-DDD o,p'- DDT, p,p'-DDT endrín
POC's con mayor frecuencia de aparición	p,p'-DDT (100%) heptacloro (83,33%) p,p'-DDE (83,33%) δ - <i>HCH</i> (66.66%)	p,p'-DDT (100%) β - <i>HCH</i> (83,33%) p,p'-DDD (66,66%)	p,p'-DDT (100%) p,p'-DDD (83,33%) heptacloro (66,66%)	p,p'-DDT (80%) p,p'-DDD (80%)	p,p'-DDT (100%) p,p'-DDD (92,86%), metoxicloro (92,86%) p,p'-DDE (78,57%) heptacloro (78,57%) aldrin (71,43%)	heptacloro (100%) metoxicloro (100%)
POC's concentración más alta	p,p'-DDT 842,413 \pm 6,564 $\mu g/Kg$	p,p'-DDT 260,549 \pm 15,742 $\mu g/Kg$	o,p'-DDT 99,948 \pm 2,630 $\mu g/Kg$	β - <i>HCH</i> 17,176 \pm 0883 $\mu g/Kg$	p,p'-DDD 210,504 \pm 3,830 $\mu g/Kg$	Metoxicloro 45,836 \pm 0,352 $\mu g/Kg$

Análisis y discusión de resultados

Concentración de plaguicidas organoclorados.

La concentración de los POC's cuantificados se compara con un Decreto Real del Gobierno de España, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados, denominados Niveles Genéricos de Referencia (NGR) (Niveles Genéricos de Referencia, 2005) y se discuten por tipo grupal de POC's

Comparación de las concentraciones de POC's del grupo de HCH's con los NGR.

Los resultados dan cuenta que en el 43,58% (17) de las muestras no se observaron POC's de este tipo. Esto significa que en el 56,41% (22) de las muestras se cuantifica la presencia de POC's del tipo derivados alicíclicos, con intervalos de concentraciones que varían de la siguiente manera: para el α - HCH entre 1,862 y 3,881 $\mu\text{g/L}$; β - HCH entre 1,267 y 45,414 $\mu\text{g/L}$; γ - HCH entre 1,242 y 5,932 $\mu\text{g/L}$, finalmente δ - HCH (lindano) entre 1,157 y 4,443 $\mu\text{g/L}$. El NGR para (α, β, γ)-HCH es 10 ppb. En la figura 2, se comparan las concentraciones de las muestras de suelos agrícolas donde se cuantificaron los isómeros de HCH con los NGR.

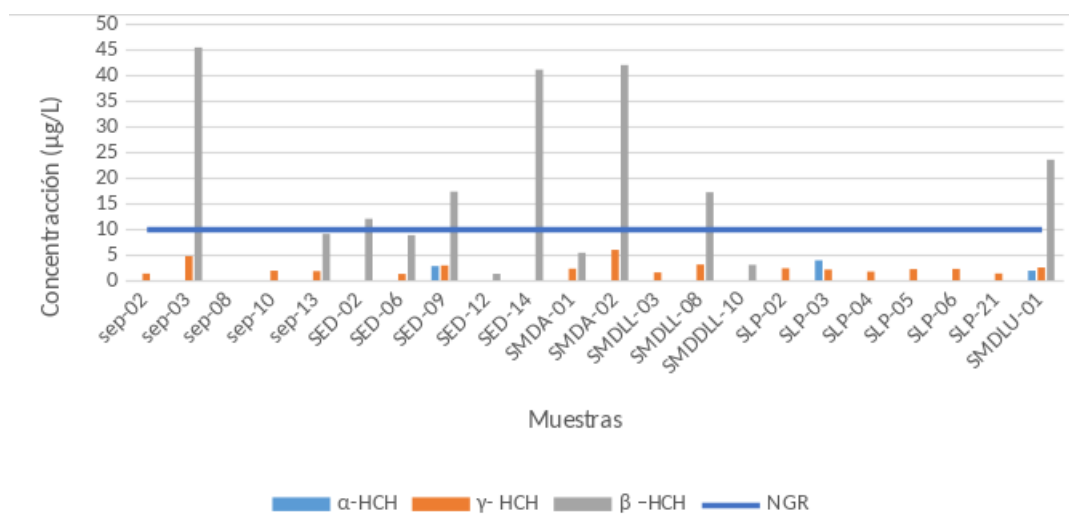


Figure 2: Comparación de la concentración de los plaguicidas del grupo (α, β, γ)-HCH con los NGR

En la figura 2, se muestra que ninguna de las muestras conteniendo alguna cantidad de

POC's del tipo HCH, supera los NGR para $\alpha-HCH$ y $\gamma-HCH$, por lo tanto, se puede inferir que los suelos del primer estrato altitudinal, no se encuentran contaminados con $\alpha-HCH$ o $\gamma-HCH$. Por otra parte, al realizar la comparación de las concentraciones de $\beta-HCH$ cuantificados con los NGR, se observa que el 20,51% (8) de las muestras de los suelos agrícolas del primer estrato altitudinal, poseen concentraciones mayores que los NGR, indicando así que los mismos se encuentran contaminados por el plaguicida organoclorado $\beta-HCH$. Por otra parte, el 79,49% (31) de las muestras del primer estrato altitudinal del municipio Rivas Dávila no se encuentra contaminado con el plaguicida organoclorado $\beta-HCH$, debido a que los mismo no superan los NGR para este plaguicida.

Comparación de las concentraciones de POC's del grupo drines con los NGR.

Los resultados encontrados para cuantificación de POC's del grupo de los drines, indican que el 43,58% (17) de las muestras no presentan cantidades cuantificables de algún organoclorado del grupo de los drines. Por otro lado, el 56,41% (22) de las muestras del 1er estrato altitudinal se cuantificaron POC's del tipo drines, con intervalo de concentraciones que varían para el aldrín entre 1,203 $\mu g/L$ y 8,399 $\mu g/L$ y para el dieldrín entre 1,044 $\mu g/L$ y 9,760 $\mu g/L$. El plaguicida organoclorado endrín, no se encontró en ninguna de las 39 muestras recolectadas. El NGR para aldrín, dieldrín y endrín es 10 ppb. En la figura 3, se comparan las concentraciones de aldrín, dieldrín y endrín presentes en las muestras de suelos agrícolas del primer estrato altitudinal con los NGR.

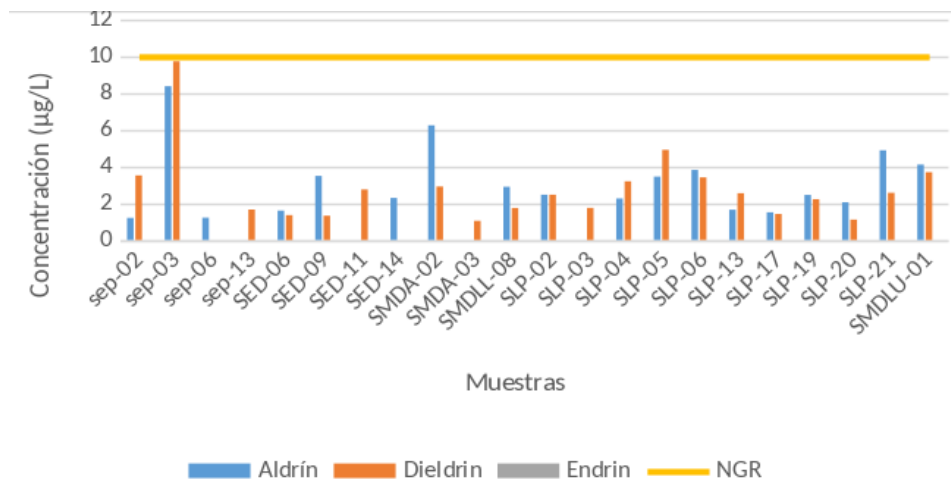


Figure 3: Comparación de la concentración de los plaguicidas del grupo drines con los NGR

En la figura 3, se observa que prácticamente la totalidad de las muestras de suelos agrícolas analizadas en el primer estrato altitudinal del municipio Rivas Dávila, presentaron concentraciones de aldrín y dieldrín menores al NGR, por lo tanto, los suelos del primer estrato altitudinal, no se encuentran contaminados con aldrín, dieldrín y endrín.

Comparación de las concentraciones de POC's del grupo endosulfán con los NGR.

Los resultados indican que en el 43,58% (17) de las muestras, no se encontró ningún plaguicida del grupo de los endosulfanes. Por otro lado, para el 56,41% (22) de las muestras, se cuantifican plaguicidas POC's del tipo endosulfán, con intervalo de concentraciones que varían de la siguiente manera: para el β -endosulfán entre 1,617 y 50,883 $\mu g/L$, para el endosulfán sulfato entre 2,344 y 7,534 $\mu g/L$. Es importante destacar que el α -endosulfán, se cuantificó en solamente una muestra con una concentración de 2,394 $\mu g/L$, esta situación concuerda con el hecho, que esta forma se degrada más rápido (60 días), respecto al isómero β -endosulfán que se presenta en (13) de las muestras. La mayor frecuencia de aparición de este último es debido a su alta persistencia que es de aproximadamente 800 días. Por otro lado, tomando en cuenta que el endosulfán es una mezcla de sus formas (α, β) y debido a que su producto de degradación da como resultado la aparición de endosulfán sulfato, se puede determinar cuantitativamente la efectividad de la degradación debida a la diferencia de la composición química de los suelos agrícolas del primer estrato altitudinal, aplicando una relación de cociente entre las cantidades cuantificadas de endosulfán sulfato y la correspondiente a los isómeros α -endosulfán y β -endosulfán. La relación en cuestión es la siguiente: concentración de endosulfán sulfato/concentración de ($\alpha + \beta$) endosulfán. La aplicación de la relación establecida arroja lo resultados que se presenta en la figura 4.

Se observa en la figura 4, una línea denominada coeficiente, con valor de uno. Un valor mayor de 1 significa alta degradación y un valor menor que 1 todo lo contrario. Los resultados indican que el cociente: endosulfán sulfato/ ($\alpha + \beta$) endosulfán > 1 , se presenta para solamente una muestra, es decir para el 2,56% (1) del total de las muestras del primer estrato altitudinal. Para el 10,25% (4) del total de muestras analizadas, se obtiene el cociente: endosulfán sulfato/ ($\alpha + \beta$) endosulfán < 1 , lo cual significa baja degradación, es decir la aplicación del organoclorado se efectuó en fechas moderadamente cercanas a la de recolección de las muestras, mientras que para el 30.76% (12) de las muestras, que contienen la mezcla de endosulfanes, el cociente : endosulfán sulfato/ ($\alpha + \beta$) endosulfán = 0, debido a que en esas muestras la cantidad de endofusán sulfato es no cuantificable, por lo tanto se infiere que la aplicación de la mezcla de endosulfanes en esos suelos agrícolas hubo de ser aplicado en fecha muy próxima a la de recolección.

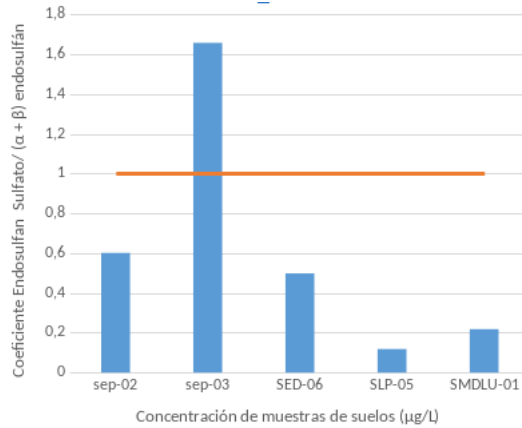


Figure 4: Cociente endosulfán sulfato / (α-endosulfán + β-endosulfán)

El nivel genérico de referencia para α-endosulfán, β-endosulfán y endosulfán sulfato es 600 µg/L. En la figura 5, se comparan las concentraciones de las muestras de suelos agrícolas donde se encontraron alguno de los isómeros de endosulfán.

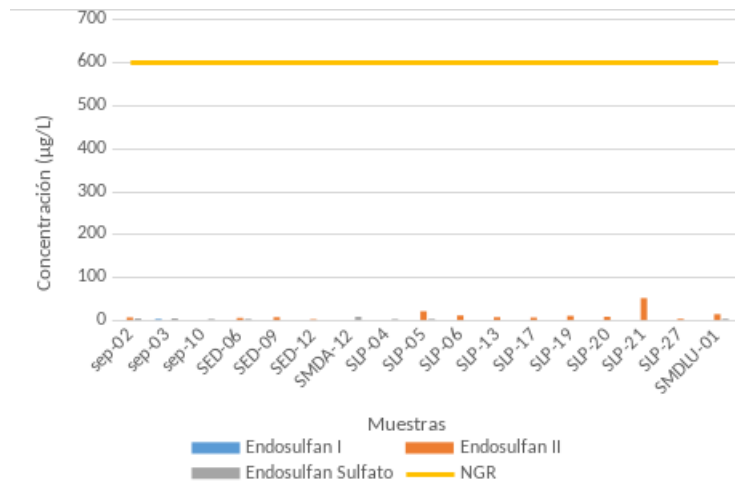


Figure 5: Comparación de la concentración de los plaguicidas del grupo endosulfán con los NGR.

En figura 5, se observa que en las muestras que presentaron concentraciones de β-endosulfán y endosulfán sulfato, resultaron ser menores al valor establecido en los NGR, por lo tanto, los suelos del primer estrato altitudinal, no se encuentran contaminados con concentraciones α-endosulfán, β-endosulfán y endosulfán sulfato.

Comparación de las concentraciones de POC's del grupo del heptacloro con los NGR.

En 30,77% (12) de las muestras, no se encontró ningún plaguicida del grupo heptacloro. Por otro lado, para el 69,23% (27) de las muestras se cuantificó el POC's heptacloro, en un intervalo de concentraciones que oscila entre 1,056 y 8,909 $\mu\text{g}/\text{L}$. En una sola de las muestras que representa el 2,56% del total, se cuantificó el plaguicida organoclorado heptacloro exo-epoxido con una concentración de 1,475 $\mu\text{g}/\text{L}$. Finalmente, cabe destacar que el plaguicida organoclorado heptacloro endo-epoxido, no se detectó o cuantificó en ninguna de las 39 muestras de suelos agrícolas analizadas. El NGR para heptacloro y sus isómeros es 10 $\mu\text{g}/\text{L}$. En la figura 6, se comparan las concentraciones en las muestras de suelos agrícolas para los cuales existe la presencia cuantificable de heptacloro y heptacloro exo-epoxido.

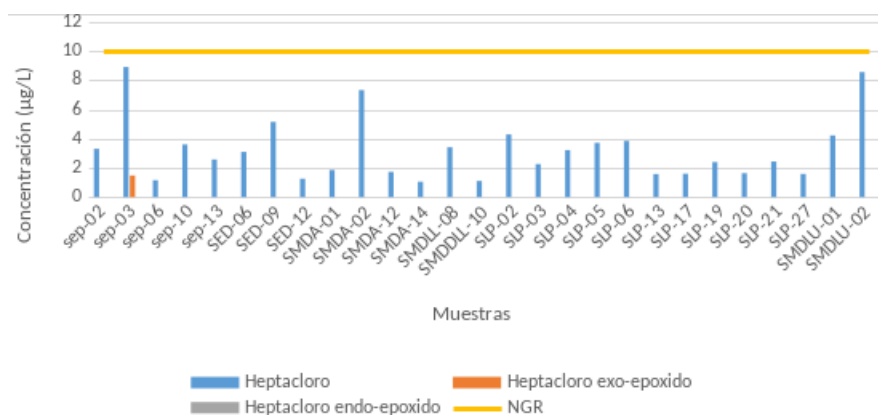


Figure 6: Comparación de la concentración de los plaguicidas del grupo heptacloro con los NGR.

De la figura 6, se puede apreciar que las concentraciones de heptacloro y heptacloro exo-epóxido obtenidas de la cuantificación realizada, resultaron menores al valor de concentración establecido en los NGR, por lo tanto, los suelos del primer estrato altitudinal, no se encuentran contaminados con heptacloro, heptacloro exo-epoxido o heptacloro endo-epoxido.

Comparación de las concentraciones de DDT y sus metabolitos con los NGR.

Se estudió la presencia de los plaguicidas organoclorados del grupo DDT y sus metabolitos en 39 muestras de suelos agrícolas del primer estrato altitudinal del Municipio Rivas

Dávila, encontrándose que solamente en una de las muestras que representa el 2,56% del total, no se cuantificó la presencia de alguno de los plaguicidas de este grupo. Por otra parte para el 97,44% de las muestras analizadas se encuentra presencia de organoclorados del grupo DDT y sus metabolitos, con un intervalo de concentraciones entre 3,380 $\mu\text{g/L}$ y 11,087 $\mu\text{g/L}$ para el o,p'-DDD; entre 2,334 y 842,413 $\mu\text{g/L}$ para el p,p'-DDT; entre 1,819 y 99,948 $\mu\text{g/L}$ para o,p'-DDT; entre 1,738 y 5,362 $\mu\text{g/L}$ para o,p'-DDE; entre 1,368 y 210,504 $\mu\text{g/L}$ para el p,p'-DDD y, finalmente entre 0,642 y 14,419 $\mu\text{g/L}$ para el p,p'-DDE.

En la figura 7, se muestra el grafico del cociente entre la suma de las concentraciones de los metabolitos del p,p'-DDT, los organoclorados p,p'-DDE y p,p'-DDD, respecto a las concentraciones cuantificadas de p,p'- DDT en las muestras recolectadas. Es decir se calcula la relación $([\text{p,p'-DDE}] + [\text{p,p'-DDD}]) / [\text{p,p'-DDT}]$. El gráfico es interceptado en el valor de la unidad, como referencia para evaluar las relaciones obtenidas. El compuesto o,p'-DDT y sus metabolitos no se toman en cuenta por representar una impureza que acompaña al p,p'-DDT que es el principio activo.

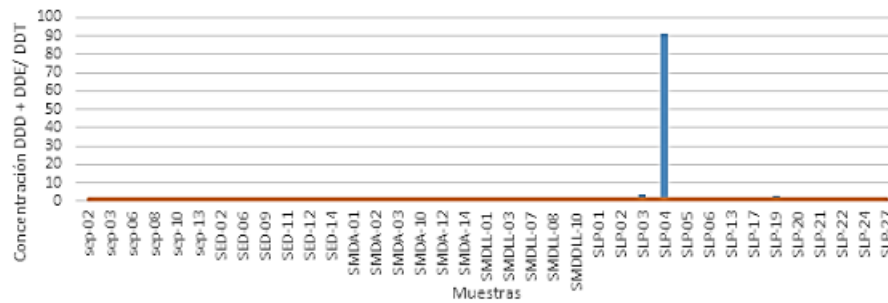


Figure 7: Cociente DDD + DDE / DDT en las muestras de suelos agrícolas del primer estrato altitudinal del Municipio Rivas Dávila.

Para las muestras de suelo de las fincas analizadas se observa en la figura 7, que la degradación del p,p'-DDT se ha llevado a cabo de manera efectiva para el 18,92% (7) de las muestras, ya que el cociente aplicado arroja resultados mayores a uno, indicando que el p,p'-DDT se aplicó en tiempos muy anteriores a la fecha de recolección de las muestras. Para las muestras cuyo cociente es menor a 1, las cuales representan el 81,08% (30 muestras), presentan concentraciones del plaguicida p,p'-DDT que pueden ser catalogadas de reciente aplicación respecto a la fecha de recolección. La muestra SLP-04 arroja un coeficiente exageradamente grande de aproximadamente 90 unidades respecto a las demás, este hecho inusual implica que en esa finca específicamente, se había aplicado plaguicidas con contenido muy alto de p,p'-DDT en fechas muy lejanas a la recolección, lo que permitió que gran parte del p,p'-DDT se metabolizara.

El valor tabulado en los NGR para el p,p'-DDT es de 200 $\mu\text{g}/\text{L}$; para p,p'- DDE es de 600 $\mu\text{g}/\text{L}$ y para el p,p'-DDD el valor es de 700 $\mu\text{g}/\text{L}$. En la figura 8, se muestra la comparación de las concentraciones de p,p'-DDT y algunos de sus metabolitos con los NGR.

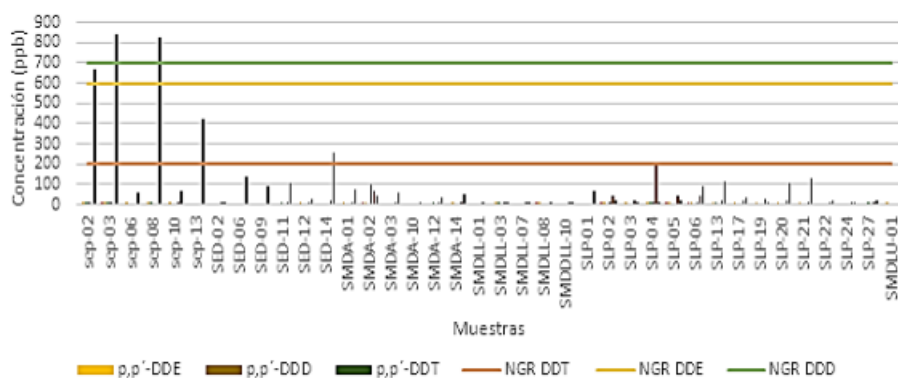


Figure 8: Comparación de la concentración de los plaguicidas del grupo de los DDT con los NGR.

En la figura 8, se puede apreciar que el 12,82% (5) de las muestras superan los NGR para el p,p'-DDT, lo que indica que estos suelos se encuentran contaminados con p,p'-DDT, por el contrario el 87,18% (34) de las muestras de suelos no superan los NGR para el p,p'-DDT, lo que denota que estos suelos agrícolas no se encuentran contaminados con el p,p'-DDT. Por otra parte, el 100% (39) de las muestras, no superaron los NGR para p,p'-DDE o p,p'-DDD, lo que muestra que los suelos agrícolas del primer estrato altitudinal del municipio Rivas Dávila, no se encuentran contaminados con estos plaguicidas organoclorados.

Niveles de concentración del POC'S metoxicloro.

Los resultados exteriorizan que el 53,84% (21) del total de las muestras analizadas no se cuantificó metoxicloro. En contraste, en 46,15% (18) del total de las muestras analizadas, se cuantificó metoxicloro con intervalos de concentraciones que varían entre 6,011 y 45,834 $\mu\text{g}/\text{L}$. La concentración promedio para el metoxicloro es de 16,039 $\mu\text{g}/\text{L}$. Es importante destacar que el metoxicloro no se puede comparar con las concentraciones establecidas en los NGR debido a que este no se encuentra reportado en la tabla respectiva.

Conclusiones

El 97,44% (38) de las muestras presentan plaguicidas organoclorados del tipo DDT y algunos de sus metabolitos, lo cual nos indica que realmente los agricultores del primer estrato altitudinal del municipio Rivas Dávila se encuentran utilizando en sus cultivos, plaguicidas organoclorados del tipo DDT, provocando que el 87,18% (34) de las muestras del suelo recolectadas en esta área de estudio se encuentren potencialmente contaminadas o cercanas a ese nivel respecto al plaguicida p,p'-DDT y sus metabolitos, mientras que el 12,82% (5) de las muestras se encuentran contaminadas con p,p'-DDT.

Las muestras de suelos del primer estrato altitudinal tienen concentraciones cercanas a las establecidas por los NGR para calificar a los suelos como potencialmente contaminados respecto a los plaguicidas organoclorados $\alpha - HCH$, $\beta - HCH$, $\gamma - HCH$, $\delta - HCH$, aldrín, dieldrín, endrín, α -endosulfán, β -endosulfán, endosulfán sulfato, heptacloro y heptacloro exo-epoxido. Las muestras analizadas presentaron concentraciones apreciables del plaguicida metoxicloro, sin embargo, no se encuentran contaminados con heptacloro endo-epoxido.

Bibliography

- [COFEPRIS, 2004] COFEPRIS (Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios). 2004. *Catálogo de plaguicidas*. 2004. (disponible en <http://www.cofepris.gob.mx/AZ/Paginas/Plaguicidas%20y%20Fertilizantes/CatalogoPlaguicidas.aspx>). Acceso: 02-01-2017.
- [FAO, 2009] FAO (Organización Mundial de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2009. *Guía para la descripción de suelo*. FAO. Organización Mundial de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
- [Hernández y Hansen, 2011] Hernández, A. y Hansen, A. 2011. Uso de plaguicidas en dos zonas agrícolas de México y evaluación de la contaminación de agua y sedimentos *Rev. Int. Contam. Ambie.* 27(2): 115-127.
- [Koning, Cantahede y Benavides, 1994] Koning, H., Cantahede, A. and Benavides, L. 1994. *Desechos peligrosos y salud en América Latina y el Caribe*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) de la OPS. Washington, D.C. 63 pp.
- [Ley Forestal de Suelos y Aguas, 2007] Ley Forestal de Suelos y Aguas, Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela No. 38.595 del 2 de febrero de 2007. Gaceta Extraordinaria No. 1.004 del 26 de enero de 1996

- [Ley Orgánica del Ambiente, 2006] Ley Orgánica del Ambiente, Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, No. 5833 del 22 de diciembre de 2006.
- [Méndez, 2017] Méndez, F. 2017. Trabajo Especial de Grado. *Optimización de un Método de Extracción por Ultrasonido para la Determinación Cuantitativa de Plaguicidas Organoclorados y el Organofosforado Clorpirifos por Cromatografía de Gases en Suelos Agrícolas de un Estrato Altitudinal del Municipio Rivas Dávila del Estado Mérida. Departamento de Química. Facultad de Ciencias. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela.*
- [Real Decreto, 2005] Niveles Genéricos de Referencia, Real Decreto (9/2005). (disponible en: <http://www.larioja.org/medio-ambiente/es/suelo/actividades-potencialmente-contaminantes-suelo/niveles-genericos-referencia/niveles-genericos-referencia-ngr>). Acceso: 03-01-2017.
- [OEIDRUS, 2011] OEIDRUS (Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable de Sonora). 2011. *Estadística agrícola*. Disponible en <http://www.oeidrus-sonora.gob.mx/>. Acceso: 02-01-2017. Hora: 5:30pm
- [Rawls, Brakensiek y Saxton, 1982] Rawls, W., Brakensiek, D. and Saxton, K. 1982. *Estimation of soil water properties*. Transactions of the ASAE. 25: 1316-1320.
- [Roberts et al., 1997] Roberts, D., Laughlin, L., Hsheih, P., Legters, J. 1997. DDT, global strategies and Malaria control crisis in South America. *Emerging Infectious Diseases*. 3(3): 295-302.
- [Romero, Corinas y Gutiérrez, 2009] Romero, T., Cortinas, T. y Gutiérrez, V. 2009. *Diagnóstico nacional de los contaminantes orgánicos persistentes en México*. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F.
- [Uzcátegui, Araujo y Mendoza, 2011] Uzcátegui, J., Araujo, Y. y Mendoza L. 2011. Residuos de plaguicidas organoclorados y su relación con parámetros físico-químicos en suelos del municipio Pueblo Llano, Estado Mérida. *Bioagro*, 23: 115-120.
- [Yáñez y Camarena, 2019] Yáñez, A. y Camarena, B. 2019. Salud ambiental en localidades agrícolas expuestas a plaguicidas en Sonora Environmental Health in Agricultural Locations Exposed to Pesticides in Sonora. *Sociedad y Ambiente*. 7(19): 55-82.
- [Yu, 2008] Yu, S. 2008. *The toxicology and biochemistry of insecticides. Chapter 11. Pesticides in Environment*. CRC Press. Boca Raton, FL, USA. 380 pp.

ENSAYO

Essays



Contexto actual de las plantaciones forestales en Bolivia

Current context of forest plantations in Bolivia

Marcelo Vargas-Claros¹

Fecha de recepción: 22/11/2018

Fecha de aceptación: 15/10/2019

Resumen

Si bien Bolivia posee un potencial considerable en cuanto a superficie para el establecimiento de plantaciones forestales (PF), su nivel de cobertura es baja (38.618,00 ha), en comparación a la extensión de PF existente en Brasil y Chile. Con el aprovechamiento de las PF, se han incorporado nuevas especies de madera en los mercados de país (pino y eucalipto). Esta situación sacó a la luz varios vacíos legales y obligó a la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra (ABT) a emitir normativas para tratar de regular esta actividad. La incursión de las PF tiene una incidencia importante en la economía rural del país, debido a que: diversificó e incrementó la base de la economía rural familiar, minimizó los efectos adversos relacionados al cambio climático (sequías, heladas, etc.), el precio de la madera es más estable y no tiene la fluctuación amplia que caracteriza a los productos agrícolas, y la madera de pino tiene un mercado promisorio; tanto por su calidad (propiedades físico-mecánicas) como por su nivel de disponibilidad y menor precio en relación a las maderas de bosques amazónicos (80 % menos).

Palabras clave: Plantaciones forestales, cobertura, marco legal e institucional, incidencia económica y retos.

Abstract

Although Bolivia has considerable potential in terms of area for the establishment of forest plantations (FP), its coverage level is low (38.618,00 ha) compared to the area existing in Brazil and Chile. With the harvesting of FP, new species of wood (pine and eucalyptus) were introduced in the country market. This situation brought to light several legal gaps, obligating

¹Biólogo Forestal - Consultor Independiente - Av. Tadeo Haenke 2003 - Teléfono: 591-4-4243498 - E-mail: marvacla@yahoo.com - Cochabamba, Bolivia

the Fiscalization Authority and Social Control of forest and land (Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra, ABT) to issue regulations to try to regulate this activity. The incursion of the FP has an important incidence in the rural economy of the country, because: it diversified and increased the economy base of the rural family, minimized the adverse effects of climate change (droughts, frosts, etc.), the price of wood is more stable and does not have the wide fluctuation that characterizes agricultural products, and pine wood has a promising market; both for its quality (physical-mechanical properties) and its level of availability, including lower price in relation to the woods of Amazonian forests (80% less).

Keywords: Forest plantations, area, legal and institutional framework, economic impact and challenges.

Antecedentes

Las plantaciones forestales (PF) en Bolivia se iniciaron en la década del '70 con algunas iniciativas de índole familiar en las comunidades de: Chimboco, Millu Mayu, Candelaria, Viloma, Pucara-Alalay y Zapata Rancho (departamento de Cochabamba) y el municipio de Quime (departamento de La Paz).

A partir de 1985, las PF en la región occidental del país se incrementaron de manera significativa, debido al trabajo desarrollado por diferentes programas y proyectos que tuvieron el apoyo de la cooperación internacional, entre estos: Programa Forestal (PROFOR-COSUDE), Plan Agroforestal (PLAFOR-COSUDE) y Proyecto FAO/HOLANDA/CDF. Las especies arbóreas utilizadas por estas instituciones fueron en su mayoría pino (*Pinus spp.*) y eucalipto (*Eucalyptus spp.*).

A finales de la década de los '90, hubo una incursión del sector privado de Bolivia en las PF a través de las empresas: Bosques Tropicales Bolivia S.A., Gold Forest Bolivia, Forestal del Oriente y SICIREC Bolivia (principalmente). Las cuales promovieron esta actividad desde un punto de vista comercial, utilizando diferentes especies en la región amazónica del país; entre estas: serebo (*Schizolobium sp.*), balsa (*Ochroma sp.*), teca (*Tectona sp.*), tejeyeque (*Centrolobium sp.*), etc.

Hoy en día y gracias al aprovechamiento de las PF promovidas en la región occidental de Bolivia, se han incorporado nuevas especies forestales en los mercados de país, especialmente de diferentes variedades de pino y eucalipto. Esta situación obligó a la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra (ABT) a emitir

normativas que regulen el transporte y la comercialización de la madera proveniente de las PF.

La falta de madera de bosques amazónicos y su creciente demanda en los mercados, ha motivado a muchas comunidades de Bolivia a incursionar en el rubro de las PF; exigiendo el apoyo técnico y económico de las entidades públicas. Por lo que los municipios, gobernaciones e incluso el mismo Estado; están implementando diferentes proyectos enmarcados en el Programa Nacional de Forestación y Reforestación instaurado el año 2010 a través del Decreto Supremo Nro. 443.

Sin duda alguna durante estas últimas cuatro décadas, el país ha asimilado mucha experiencia en el tema de las PF; pero también, con el desarrollo de estas actividades, se ha identificado algunas deficiencias que limitaron el desarrollo de este rubro.

Tomando en cuenta este escenario, el presente trabajo tiene por objeto describir y analizar la situación de las PF en Bolivia, considerando su contexto técnico, ambiental, socioeconómico, legal e institucional; y así plantear recomendaciones tendientes a encaminar de una mejor forma los proyectos de esta naturaleza.

Cobertura de las PF

A la fecha Bolivia no cuenta con un inventario de las PF existentes a nivel nacional; razón por la cual, la información disponible es escasa y con elevados rangos diferenciales. De acuerdo al estudio realizado por Sandoval (2008), hasta la gestión 2006 el país contaba con una superficie de 29.338 ha de PF, 66% de las cuales se concentraba en el departamento de Cochabamba, los árboles utilizados fueron en su mayoría pino y eucalipto. Este documento no incluye datos de las PF en los departamentos de Oruro, Beni y Pando; y tampoco detalla la cobertura de las PF con fines no maderables, a excepción de la goma (*Hevea brasiliensis*) en Santa Cruz y posiblemente Cochabamba.

Las PF existentes en Oruro fueron implementadas por empresas mineras, prefectura, universidad y algunas familias; en tanto que en Beni y Pando, las PF se establecieron en base a sistemas agroforestales. Si los datos publicados por Sandoval (2008) son complementados con información de PF de estos departamentos (maderable y no maderable), la cobertura de PF existente en el país alcanzaría a 38.618,00 ha (Tabla 1).

Debido a la elevada demanda internacional (ej. China), desde el 2000 se ha notado un incremento de las PF de tara (*Caesalpineia spinosa*), principalmente en los valles de los departamentos de Cochabamba, Santa Cruz y Chuquisaca; cuyo nivel de cobertura oscila

entre 350 y 800 hectáreas a nivel nacional [IBCE, 2009, Opinión, 2012].

Estas cifras reflejan una cobertura baja de PF en Bolivia, ya que en promedio no llega ni al 1% del área total de PF existentes en Brasil y Chile, cuyos valores alcanzan a 7,19 y 2,80 millones de hectáreas, respectivamente [BCRP, 2014]; más aun considerando el potencial que el país tiene en cuanto a superficie disponible, principalmente en la zona occidental, donde existe enormes extensiones desprovistas de vegetación arbórea (Figura 1).

Table 1: Cobertura de las plantaciones forestales en Bolivia

Departamento	Sectores		Total
	Especies maderables (eucalipto, pino y otros)	Especies no maderables (cacao)	
Cochabamba	19.385	787	20.172
Chuquisaca	4.005		4.005
Santa Cruz	3.629	291	3.920
La Paz	1.000	5.573	6.573
Tarija	677		677
Potosí	642		642
Pando		330	330
Beni	200	1.654	1.854
Oruro	445		445
Total	29.983	8.635	38.618

Fuente: INDUFOR y STCP (2002); Sandoval (2008); Bazoberry y Salazar (2008); INE (2013)

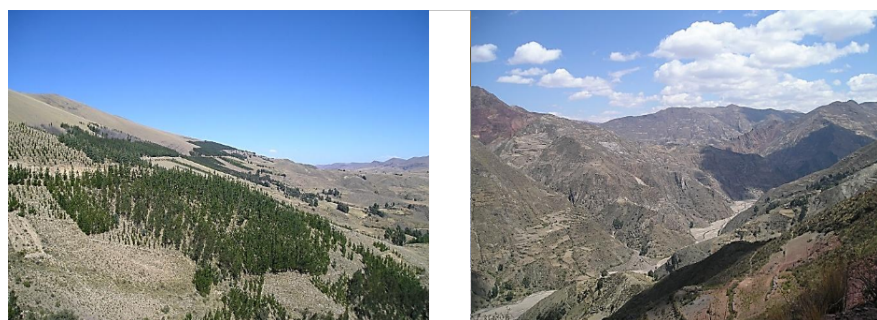


Figure 1: Rodales de pino (municipio Alalay, Cochabamba) y áreas potenciales para PF desprovistas de cobertura arbórea (municipio Tacopaya, Cochabamba)

Fuente: Fotos Marcelo Vargas-Claros (2018)

Si bien Bolivia posee un potencial considerable en cuanto a superficie para el establecimiento de PF y pese a la existencia de tecnologías innovadoras que pudieran ser adoptadas, el desarrollo de este sector a gran escala y de manera sostenible se ve limitado por los siguientes aspectos:

- Recursos financieros limitados: las entidades públicas destinan presupuestos bajos al sector forestal en general y a las PF en particular (se prioriza otros rubros).
- Vacíos legales e institucionales: el tema de las PF en la ley forestal vigente en Bolivia, se contempla de manera muy somera.
- Ausencia de políticas de desarrollo del sector: las autoridades públicas no formulan políticas sostenibles y de largo plazo destinadas a **incentivar** el desarrollo de este rubro (estatal, departamental y municipal).
- Tenencia de la tierra: en Bolivia predomina la propiedad comunal de la tierra (particularmente en el sector occidental), esta situación limita el desarrollo de PF a gran escala por la incertidumbre e inestabilidad social que caracteriza a una mayoría de las organizaciones sociales del país (conflictos internos y externos); aspecto que también influye y/o ahuyenta la incursión de inversiones privadas en este rubro.

Participación institucional

Casi la totalidad de las PF del país fueron promovidas por la cooperación internacional a través de diferentes programas y/o proyectos, siendo la COSUDE la primera en incursionar en esta actividad a través de sus programas PROFOR y PLAFOR. Algunas agencias del sistema de Naciones Unidas (FAO y UNODC) también apoyaron las PF con la implementación de los proyectos: FAO/HOLANDA/CDF y Jatun Sacha. Adicionalmente, la GTZ (GIZ), USAID, ITTO, CARE, CARITAS, DESEC, CIDRE, ATICA, ACLO, IPHAE, CIPCA, Fundación CETEFOR y Árboles y Futuro trabajaron con esta actividad en diferentes regiones de Bolivia.

Lamentablemente el apoyo institucional creó dependencia en las comunidades, claro ejemplo de esta situación es la falta de continuidad de las diferentes actividades de las PF (ej. producción de plantines, plantaciones, manejo forestal, etc.); una vez que los programas y proyectos de cooperación finalizaron su trabajo.

A partir del año 2000 surgieron algunos emprendimientos empresariales que se dedican a las PF con fines comerciales, entre estos: Bosques Tropicales Bolivia S.A., Gold Forest Bolivia, Teca Agroforest, Forestal del Oriente y SICIREC Bolivia; cuyas ofertas se

basan en la plantación de especies de rápido crecimiento en la región amazónica del país: serebo, balsa, teca, etc. Sin embargo, los flujos de caja de algunas de estas empresas estuvieron sobredimensionados, al no considerar tasas forestales de crecimiento anual acordes a la calidad de los diferentes sitios de establecimiento.

Las PF involucran plazos medianos y largos en la mayoría de los casos, por lo que el apoyo institucional a las comunidades se concentró sólo en su primera fase, desarrollando actividades de: viveros y producción de plantines, plantaciones, infraestructura, equipamiento, capacitación, sensibilización y asesoramiento técnico. Hoy en día, a más de 45 años de las primeras PF, las actividades correspondientes a la segunda y tercera fase (manejo, aprovechamiento y comercialización forestal), empezaron a ser implementadas por los mismos productores; y pese al apoyo de algunas instituciones (DESEC y Árboles y Futuro), las mismas son incipientes.

El accionar de las entidades públicas (municipios y gobernaciones) en las PF, tomó protagonismo luego de la conclusión de los programas y proyectos de la cooperación internacional; debido a la demanda existente de las comunidades para dar continuidad y/o incursionar en este rubro productivo. Pese a la importancia ambiental y al interés poblacional por las PF, los presupuestos destinados por estas entidades en sus Planes Operativos Anuales son ínfimos, y su apoyo se limita sólo en la producción y distribución de plantines; no abasteciendo el requerimiento en la mayoría de los casos.

Posteriormente, el Estado crea el programa Mi Árbol, con la meta de plantar 10 millones de árboles en Bolivia hasta el 2016. Sin embargo, el déficit de plantines obligó a concentrarse en la construcción y/o fortalecimiento de viveros forestales municipales. Este aspecto, sumado al bajo presupuesto destinado al cumplimiento de esta actividad, ocasionó que en la gestión 2016 la meta del programa sea disminuida a seis millones de árboles plantados.

Con el fin de aportar al desarrollo forestal del país a través de la investigación e innovación, el año 2008 se crea el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) a través del Decreto Supremo 29611 y bajo la dependencia del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT). El INIAF es la autoridad nacional de investigación y dentro de su estructura organizacional cuenta con tres direcciones: la Dirección Nacional de Semillas, la Dirección de Investigación y la Dirección de Asistencia Técnica.

Los datos publicados por el INIAF (2014), muestran que esta institución prioriza y concentra su trabajo sólo en el rubro agropecuario, ya que el 99% de sus recursos

financieros están destinados a este sector (Tabla 2). Esta situación tiene una incidencia negativa en el desarrollo forestal de Bolivia, porque las actividades forestales del INIAF se limitan al Programa Nacional de Bosques y algunos proyectos de asistencia técnica; por lo que no se tienen avances significativos en investigación e innovación forestal en el país por parte de esta institución.

Table 2: Cantidad de subproyectos y presupuestos financiados por el INIAF

Dirección	Unidad	Nro. sub-proyectos	Presupuesto (Bs)	%
Fondo de Investigación	Fondo de Investigación	24	15.996.815	35,39
Dirección Nacional de Asistencia Técnica	Asistencia Técnica	18	10.603.719	23,46
	Capacitación	12	6.855.722	15,17
Dirección Nacional de Investigación	Programa Nacional de Trigo	4	4.037.312	8,93
	Programa Nacional de Hortalizas	3	3.758.400	8,31
	Programa Nacional de Papa	2	2.284.239	5,05
	Programa Nacional de Quinua	1	1.040.000	2,30
	Programa Nacional de Bosques	1	626.400	1,39
Total general		65	45.203.208	100,00

Fuente: INIAF (2014)

Mientras el INIAF dependa del MDRyT, la innovación e investigación forestal relacionada a las PF seguirá siendo desplegado a un tercer plano (después del agrícola y el pecuario); por lo que es necesario que esta instancia le dé la importancia debida al rubro forestal, o en su defecto se cree una entidad de innovación e investigación forestal específica y que dependa del Ministerio de Medio Ambiente y Agua.

Sin duda alguna, para alcanzar el desarrollo de las PF en Bolivia, es necesario que las entidades públicas (en sus diferentes niveles: estatal, departamental y municipal) asuman la iniciativa y el liderazgo para promover esta actividad de una manera coordinada, planificada y sostenible; gestionando los recursos financieros necesarios para alcanzar este fin, tanto de las entidades nacionales como de la cooperación internacional.

Infraestructura existente

Para la implementación de PF en Bolivia se requirió de diferentes tipos de infraestructura; siendo los viveros forestales (VF), las principales instalaciones construidas. En Cochabamba el PROFOR construyó y equipó varios VF con un importante nivel de producción: Pucara (municipio de Alalay), Millu Mayu (municipio de Tiraque), Chimboco (municipio de Sacaba), Candelaria (municipio de Colomi) y Viloma (municipio de Sipe Sipe); algunos de los cuales, pasaron a administración municipal o de la gobernación (Figura 2).



Figure 2: VF Millu Mayu, municipio Tiraque - Cochabamba
Fuente: Fotos Marcelo Vargas-Claros (2018)

Con la implementación del programa Mi Árbol, se ha construido y/o fortalecido varios VF en diferentes municipios del país. Durante la gestión 2015, la Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua (EMAGUA), implemento 32 VF a nivel nacional [La Prensa, 2013]. Entre los años 2012 y 2015 el monto financiado por EMAGUA en el rubro de forestación (viveros), ascendió a un total de 53.3 millones de Bolivianos (Tabla 3).

Table 3: Niveles de inversión en la construcción y/o fortalecimiento de VF en Bolivia

Gestión	Monto total (Bs.)
2012	1.205.522,56
2013	19.851.272,06
2014	22.473.858,39
2015	9.757.497,52
Total	53.288.150,55

Fuente: EMAGUA (2015)

La demanda de la población por las PF originó que una mayoría de los municipios del país, implementen VF. No se cuenta con una base de datos relacionada a la cantidad de VF existentes en Bolivia. Tomando en cuenta la información disponible en el SICOES (2016), inherente a las convocatorias contratadas de construcción o manejo de viveros forestales desde el año 2002, en Bolivia se cuenta con 108 VF municipales; siendo los departamentos de La Paz, Santa Cruz y Cochabamba, los que cuentan con las mayores cantidades (Tabla 4).

De acuerdo a la información detallada en la Tabla 5, existe un importante déficit en la existencia de VF municipales y por ende en la dotación de plantas a la población; ya que tan sólo el 31,86% de los 339 municipios de país cuentan con esta infraestructura.

Table 4: Viveros forestales municipales existentes en Bolivia

Departamento	Municipios	Cantidad
Beni	Riberalta, San Borja y Trinidad	3
Chuquisaca	Culpina, Padilla, Presto, San Lucas, Sucre, Villa Abecia, Villa Charcas, Yotala y Poroma	9
Cochabamba	Aiquile, Alalay, Arani, Chimore, Cocapata, Colcapirua, Ivirgarzama, Mizque, Puerto Villarroel, Quillacollo, Sacaba, San Benito, Shinaota, Tacopaya, Tiquipaya y Villa Tunari.	16
La Paz	Achocalla, Ancoraimes, Cajuata, Caranavi, Chua Cocani, Chulumani, Colquiri, Coripata, Coroico, El Alto, Humanata, Inquisivi, Irupana, Ixiamas, Jesús de Machaca, La Asunta, Palos Blancos, Pucarani, Sapahaqui, Teoponta, Tipuani, Umala y Viacha	23
Oruro	Caracollo, Eucaliptos, Machacamarca, Toledo, Huachacalla, Curahuara de Carangas, Challapata, Soracachi y Orinoca	9
Pando	Bella Flora, Cobija, El Sena, Gonzalo Moreno, Madre de Dios y Porvenir	6
Potosí	Betanzos, Chaqui, Ckochas, Colcha K, Llallagua, Llica, Ocuri, Porco, Potosí, Puna, Sica Sica, Tacobamba, Tupiza y Uyuni	14
Santa Cruz	Cabezas, Colpa Bélgica, Concepción, Cotoca, Cuatro Cañadas, El Puente, Guarayos, La Guardia, Montero, Pailón, Puerto Suárez, Robore, Saipina, San Carlos, San José de Chiquitos, San Juan, San Julián, Yapacani, El Carmen Rivero Torrez y Fernández Alonzo 100	20
Tarija	Bermejo, Carapari, Cercado, El Puente, Entre Ríos, Padcaya, Villamontes, Yacuiba	8
Total		108

Fuente: SICOES (2016)

Con referencia al manejo de germoplasma forestal, en Bolivia existen dos Bancos de Semillas Forestales (BSF). En el departamento de Santa Cruz, el Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT) cuenta con un BSF; sin embargo, las especies forestales manejadas por esta entidad se concentran sólo en la región amazónica (tropical

y subtropical) de este departamento.

En 1990 dentro el marco de actividades del PROFOR se crea el Banco de Semillas Forestales (BASFOR). En base a un convenio entre la Universidad Mayor de San Simón y COSUDE, a partir de 1995 esta instancia funciona al interior de la Escuela de Ciencias Forestales (ESFOR). De acuerdo a lo mencionado por Ugarte-Guerra y Alemán (2010), BASFOR cubre aproximadamente el 80% del mercado formal de semillas forestales en Bolivia. Así mismo, se constituye en el BSF que cuenta con información mejor sistematizada referida a las especies y cantidades producidas, adquiridas y comercializadas.

BASFOR comercializa semillas a diferentes tipos de clientes, ya sean públicos o privados. Entre las gestiones 2006 y 2007 esta institución logró comercializar casi 2000 kg de semilla de diferentes especies, recaudando 47.985,52 dólares americanos (Tabla 5).

Table 5: Detalle de la cantidad de semilla comercializada e ingresos generados entre 2006 y 2007 por BASFOR

Tipo de cliente	Venta (kg)	Ingreso (USD)
Organizaciones no gubernamentales	93,9	5.076,03
Instituciones estatales	9,0	360,03
Proyectos	421,9	7.017,52
Particulares	184,1	4.899,58
Empresas	887,1	22.857,78
Concesionarios	370,7	7.396,76
Municipios*	5,5	377,82
Total	1.972,2	47.985,52

* Gestión sólo 2007; Tipo de cambio: 1 USD = 6,96 Bs.

Fuente: Adaptado de Ugarte-Guerra y Alemán (2010)

A nivel de biotecnología forestal, algunas universidades del país cuentan con esta tecnología, siendo la Escuela de Ciencias Forestales de la Universidad Mayor de San Simón la que trabajó más tiempo en esta actividad; cuyo laboratorio fue recientemente fortalecido a través de la cooperación del gobierno del Japón. A nivel estatal, el INIAF cuenta con el Centro de Innovación Toralapa, en el cual se realizan algunos trabajos de reproducción forestal.

La biotecnología forestal es una opción interesante si se trata de obtener variedades mejoradas y con características específicas. Sin embargo, el costo de producción de plantas con esta tecnología es muy alto en comparación a la reproducción convencional

en VF, aspecto que lo hace inaccesible a los productores rurales, considerando el actual contexto legal y socioeconómico relacionado a la tenencia y uso de la tierra en el país (propiedades comunales en su mayoría).

Marco legal de las PF

La base del sistema de manejo forestal de la anterior Ley Forestal de la Nación de 1974, era la reposición de los árboles talados a través de las PF en una relación de diez a uno (por cada árbol cortado debía plantarse diez plantines). El cumplimiento de este acápite normativo por parte de las empresas forestales, no era fiscalizado; y en caso de que sea aplicado, los plantines no se establecían porque no se realizó actividades de manejo, por el elevado costo que representa las mismas.

La Ley Forestal 1700 vigente desde 1996, ya no incluye la reposición de los árboles talados a través de PF. La base actual del sistema de manejo forestal es la regeneración natural de las especies arbóreas comerciales que conforman el bosque. El tema de las PF en la Ley 1700, se lo menciona sólo en la descripción de las funciones de las Prefecturas (actuales Gobernaciones) dentro el marco institucional, contextualizándolo más con fines de rehabilitación de áreas degradadas, que de manejo forestal en su integridad.

A finales de la década del '90 e inicios del nuevo milenio, las PF empezaron a ser aprovechadas por sus propietarios, fruto de esta actividad la madera de pino fue introducida al mercado nacional. Esta situación sacó a la luz muchos vacíos legales, lo que obligó a la ABT a tratar de regular el tema de las PF en Bolivia.

Esta entidad puso en vigencia el registro de las PF y la obtención de un Certificado Forestal de Origen (CFO), para el aprovechamiento, transporte y comercialización de la madera de PF. De acuerdo a los datos publicados por la ABT (2015), durante esta gestión, la superficie de PF registrada por la ABT, fue de 2.066 ha; de las cuales el 77,15% corresponde a propiedades privadas; y las mismas están concentradas en los departamentos de Santa Cruz y Cochabamba con 54,70 y 41,92%, respectivamente (Tabla 6).

Técnicamente se podría considerar a esta regulación como un avance tomando en cuenta los vacíos legales existentes en el tema de PF en Bolivia; sin embargo, por el enfoque que se le dio, el cual involucra un costo que debe ser asumido por el propietario (registro y CFO), tuvo un efecto desmotivador entre las comunidades productoras, las cuales ya no quieren invertir tiempo y dinero en las PF, porque la ABT les cobra por el aprovechamiento y comercialización de la madera.

Table 6: Superficie de PF registradas por departamento durante la gestión 2015

Departamento	Comunidad campesina		Propiedad privada		Total	
	Nro.	Superficie (ha)	Nro.	Superficie (ha)	Nro.	Superficie (ha)
Santa Cruz			18	1130	18	1130
Cochabamba	43	461	196	405	239	866
La Paz	3	11	28	42	31	53
Tarija			6	14	6	14
Beni			1	3	1	3
Total General	46	472	249	1594	295	2066

Fuente: ABT (2015)

Si bien algunos municipios, principalmente de la amazonia del departamento de Cochabamba están tratando de apoyar en el tema del registro de las PF existentes en su jurisdicción (Villa Tunari, Entre Ríos y otros); la molestia y desmotivación poblacional contra la ABT fue tal, que llegó a generar conflictos sociales en la ciudad de Cochabamba, llegando a pedir incluso la renuncia del Director Regional de la ABT en Cochabamba, en más de una oportunidad (septiembre de 2014).

Los vacíos legales y las acciones relacionadas a las PF en Bolivia, deberían tener otro enfoque por parte de la ABT y las instituciones públicas en su generalidad. La premisa principal tendría que ser motivar el establecimiento de PF, principalmente con los pobladores rurales; para lo cual habría que innovar e implementar mecanismos de incentivos para la promoción de esta actividad (técnicos, económicos o legales), y aprovechar al máximo el actual contexto socioeconómico (interés poblacional y demanda de madera), ambiental (desertificación y cambio climático) e incluso político (el actual gobierno pregona la protección de la madre tierra).

Incidenia socioeconómica de las PF

Como se mencionó anteriormente, la madera (principalmente de pino) proveniente de las PF, empezó a ser comercializada en el mercado nacional; mostrando una buena aceptación por parte de los consumidores, ya que al margen de su calidad y estética (veteado), su precio es mucho más bajo en relación a las maderas provenientes de bosques amazónicos (Tabla 7).

Table 7: Precios mínimos y máximos de maderas en Bolivia

Especie de Madera	Precio (Bs. / pie tabla)	
	Mínimo	Máximo
<i>Pinus spp.</i> (pino)	4,5	5,8
<i>Swietenia macrophylla</i> (mara)	15	18
<i>Cedrela spp.</i> (cedro)	12	13
<i>Amburana cearensis</i> (roble)	12	13

Fuente: Paye com pers.², Tipo de cambio: 1 USD = 6,96 Bs.

Los departamentos de Cochabamba y Chuquisaca, abastecen de madera de pino a todo el país, cuyo mercado principal se concentra en: La Paz, Santa Cruz, Potosí y Tarija (Figura 3). Del total de muebles de madera presentes en los mercados, el 50% están realizados en base a madera de pino.

De acuerdo con un reporte de la ABT y el Colegio de Profesionales Forestales de Cochabamba, la comercialización de los troncos de eucalipto y pino generó un movimiento económico de más de 55 millones de bolivianos durante las gestiones 2015 y 2016 tan sólo en el departamento de Cochabamba [Opinión, 2017].



Figure 3: Aprovechamiento de pino (municipio Alalay, Cochabamba) y eucalipto (municipio Totora, Cochabamba)

Fuente: Fotos Marcelo Vargas-Claros (2018)

La producción de madera de PF junto al movimiento económico generado por esta actividad, originó en los productores (principalmente de los municipios de Colomi, Tiraque y Alalay) la necesidad de asociarse, en pro de buscar y consolidar mercados, acceder a financiamiento y asistencia técnica; conformándose diferentes Asociaciones de Comités Forestales (ASCOFOR): Candelaria, Cayarani, Colomi, Rosario, Toncoli I, Toncoli II y Tumuyu [CIOEC-BO, 2009].

Pese a los plazos manejados en el sector de las PF (mediano y largo) y la fuerte

inversión inicial, la incursión de las PF tiene una incidencia importante en la economía rural, debido a los siguientes aspectos:

- Diversificó e incrementó la base de la economía rural familiar.
- Minimizó los efectos adversos relacionados al cambio climático (sequías, heladas, etc.)
- El precio de la madera es más estable y no tiene la fluctuación amplia que caracteriza a los productos agrícolas.
- La madera de pino tiene un mercado promisorio, tanto por su calidad (propiedades físico-mecánicas) como por su nivel de disponibilidad y menor precio en relación a las maderas de bosques amazónicos (80% menos).
- Se optimizó el uso del suelo, al destinar los terrenos remanentes para las PF.
- Se mejoró la calidad ambiental del área rural (control de erosión y absorción de CO_2).

Retos futuros

Si bien se generó una experiencia importante en el rubro de las PF en Bolivia, principalmente en la zona occidental; todavía es necesario asumir diferentes acciones para alcanzar el desarrollo del sector, aprovechando los potenciales que tiene.

- A nivel técnico

- Investigación forestal: se debe promover y fortalecer esta actividad, en sus diferentes ámbitos (biotecnología, manejo, control de plagas, rendimientos, mercados, etc.).
- Manejo forestal de las PF: las PF deben ser manejadas en base a planes de manejo forestal, que incluya las diferentes etapas (selección de sitio y especies, plantaciones, manejo, aprovechamiento, transformación primaria/secundaria y comercialización).
- Diversificación de las PF: se debe diversificar la finalidad de las PF, que incluya no sólo la producción de madera, sino también el aprovechamiento de productos forestales no maderables y el mejoramiento ambiental (sistemas agroforestales).
- Asistencia técnica: se debe garantizar la asistencia técnica a los productores rurales en todas las etapas de las PF, particularmente por parte de las entidades públicas.

- A nivel legal e institucional

- Vacíos legales: se debe normar esta actividad, cuyo enfoque sea la promoción e incentivo de las PF en el país.
- Regulación de las funciones institucionales: se debe definir los roles institucionales, principalmente de las entidades públicas, para no incurrir en la duplicidad de acciones.
- Fortalecimiento institucional: las entidades públicas encargadas del tema de las PF deben ser fortalecidas a nivel financiero, técnico y logístico, para mejorar su eficiencia.

- A nivel socioeconómico

- Financiamiento: se debe gestionar y destinar mayores recursos financieros a nivel tanto nacional como internacional.
- Incentivos y promoción: se debe definir mecanismos para incentivar y promover las PF a nivel poblacional e institucional.
- Mayor cultura forestal: se debe promover la sensibilización ambiental de la población.

- A nivel ambiental

- Acciones preventivas: se debe asumir actividades de PF con enfoque preventivo, y así minimizar y/o evitar los riesgos y amenazas relacionadas al cambio climático (inundaciones, deslizamientos, sequías, heladas, etc.).
- Acciones restaurativas: se debe asumir actividades de PF con enfoque restaurativo, ya que varias áreas del país se encuentran degradadas. Estas actividades deben ir complementadas con obras civiles de conservación de suelos (muros, gaviones, etc.).
- Priorización y diversificación de especies nativas: se debe priorizar y diversificar el uso de especies vegetales nativas en las PF de protección ambiental (preventivo y/o restaurativo); combinando la utilización de especies arbóreas, arbustivas e incluso herbáceas; para acelerar el tiempo de establecimiento.

Conclusiones y recomendaciones

- Si bien en Bolivia se han implementado PF, la cobertura total existente es mínima en comparación a otros países vecinos; más aun considerando el enorme potencial que se tiene en cuanto a superficie disponible, principalmente en la zona occidental del país.
- Para lograr el desarrollo de las PF en Bolivia, es necesario una mayor participación de las entidades públicas; las cuales deben liderar este proceso con el fin de lograr sinergias tanto financieras como técnicas, con el sector privado y la cooperación internacional.
- Se cuenta con la infraestructura necesaria para lograr el desarrollo del sector de las PF en Bolivia, principalmente en cuanto de VF. Sin embargo, es necesario fortalecer los BSF existentes e incrementar su cantidad en diferentes zonas del país, creando bancos especializados por ecoregión (amazonia, puna, chaco, bosques secos interandinos, etc.); similar escenario debe ser promovido, en cuanto a los laboratorios de biotecnología existentes en Bolivia.
- El aprovechamiento y la comercialización de madera provenientes de las PF en Bolivia, ha sacado a la luz notorios vacíos legales; por lo que es necesario normar las PF, cuyo enfoque busque promover e incentivar esta actividad en la población.
- Dado que la disponibilidad de madera proveniente de bosques naturales, es menor a medida que pasan los años; la actividad de PF se torna como un rubro económico promisorio, más aun considerando el bajo costo de la madera de pino y la buena aceptación de la población.

Bibliografía

- [ABT, 2015] ABT. 2015. Informe anual 2015, Pacto Social por los Bosques. Santa Cruz, Bolivia. 128 p.
- [Bazoberry y Salazar, 2008] Bazoberry, O. y Salazar, C. 2008. *El cacao en Bolivia: una alternativa económica de base campesina indígena*. CIPCA. La Paz, Bolivia. 282 p.
- [BCRP, 2014] BCRP (Banco Central de Reserva del Perú). 2014. Foro sector forestal. Recuperado el 12 de abril de 2017 en <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Seminarios/2014/forestal/forestal-2014-koechlin.pdf>.

- [CIOEC-BO, 2009] CIOEC-BO. 2009. *1er. Censo nacional de organizaciones económicas campesinas, indígenas y originarias, aporte de las OECA's al índice de desarrollo productivo*. La Paz, Bolivia. 240 p.
- [EMAGUA, 2015] EMAGUA. 2015. *Informe para rendición pública de cuentas – gestión 2015*. Ministerio de Medio Ambiente y Agua – Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua. La Paz, Bolivia. 30 p.
- [IBCE, 2009] IBCE. 2009. Producción con potencial exportador, tara en polvo. *Exportemos* Nro. 33, publicación mensual año 4. 5 pp.
- [INDUFOR y STCP, 2002.] INDUFOR y STCP. 2002. Post evaluación del proyecto PD 34/88 Rev. 1 (F, HI), conservación, manejo, aprovechamiento, uso integral y sostenido de los bosques de la región de Chimanés, Beni, Bolivia. *International Tropical Timber Organization*. La Paz, Bolivia. 17 p.
- [INE, 2013] INE. 2013. Oruro, capital del folclore boliviano. Instituto Nacional de Estadística. Oruro, Bolivia. 32 p.
- [INIAF, 2014] INIAF. 2014. Memoria institucional 2014. MDRyT – VDRA – INIAF. La Paz, Bolivia. 95 p.
- [La Prensa, 2013] La Prensa. 2013. Un vivero forestal producirá 228 mil plantines en el Sur. Recuperado el 19 de marzo de 2016 en http://www.laprensa.com.bo/diario/actualidad/economia/20130903/un-vivero-forestal-producira-228-mil-plantines-en-el_50041_81214.html
- [Opinión, 2012] Opinión. 2012. Cochabamba es el principal productor de tara del país. Recuperado el 14 de agosto de 2015 en <http://www.opinion.com.bo/opinion/articulos/2012/0715/noticias.php?id=63804>
- [Opinión, 2017] Opinión. 2017. Plantaciones de eucaliptos y pinos mueven Bs 55 millones en 2 años. Recuperado el 16 de julio 2017 en <http://www.opinion.com.bo/opinion/articulos/2017/0323/noticias.php?id=214663>
- [Sandoval, 2008] Sandoval, E. 2008. El potencial económico de las plantaciones forestales en el trópico de Bolivia. Tesis Doctoral. Danish Centre for Forest, *Landscape and Planning*. Faculty of Life Sciences. University of Copenhagen. 113 p.
- [SICOES, 2016] SICOES. 2016. Sistema de contrataciones estatales, convocatorias nacionales (viveros). Recuperado el 21 de marzo de 2016 en <https://www.sicoes.gob.bo/general/frames.php?direccion=../contrat/procesos.php>

[Ugarte-Guerra y Alemán, 2010] Ugarte-Guerra, J. y Alemán, F. 2010. Estudio de las cadenas de abastecimiento de germoplasma forestal en la amazonia boliviana. ICRAF Working Paper Nro. 112. *World Agroforestry Centre (ICRAF)*. Lima, Peru. 24 p.

Agradecimientos

A Ximena Tamara Arze Baptista por su apoyo en la traducción del resumen de este documento.

S U M A R I O

S u m m a r y



Segunda Comunicación Nacional ante La Convención Marco de Las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. 2017.

Second National Communication before the United Nations Framework Convention on Climate Change.

IFLA (Isabel Arias y Francisco Dávila)

Fecha de recepción: 15/12/2017

Fecha de aceptación: 06/07/2018

I. Acciones con incidencia en la adaptación y mitigación a los efectos del cambio climático.

A. Marco jurídico-institucional

La República Bolivariana de Venezuela ha venido implementando un conjunto de políticas y medidas dirigidas a adaptarse al cambio climático, así como acciones relacionadas, de manera directa e indirecta, con la mitigación de los gases de efecto invernadero. En este sentido y tomando en consideración la caracterización de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, Venezuela sería un país especialmente sensible, pues estaría afectado por seis (6) de ellas, evidencia de alta vulnerabilidad.

Para asegurar que las políticas, medidas y acciones converjan con las expectativas nacionales y contribuyan al desarrollo sostenible del país, se parte de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, del año 1999, cuyo preámbulo establece al ambiente como sujeto de derecho, al mismo tiempo que le otorga naturaleza social en el título III, capítulo IX “De los Derechos Ambientales”, en sus artículos 127, 128 y 129; del Plan de la Patria (Segundo Plan de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2013-2019), y sus cinco objetivos históricos; así como de una serie de leyes y normas que proporcionan adaptación y mitigación del cambio climático.

El capítulo que se presenta a continuación sobre acciones con incidencia en la mitigación y adaptación al cambio climático, inicialmente se propone mostrar el marco jurídico e institucional que les da fundamento político; para luego desarrollar en ámbitos específicos, como asentamientos humanos, recursos hídricos, salud, zonas costeras, energía, industria, transporte, agricultura, conservación y uso sostenible de los bosques y

desechos, reseñadas en las INDC2015, además de otras contribuciones con alto impacto en materia de cambio climático.

1. Marco legal

Carta Magna: Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, del año 1999

Considera el Ambiente como sujeto de derecho, y le concede naturaleza de orden social (Título III, capítulo IX. Derechos Ambientales)

Artículos vinculantes con el componente Ambiental:

127. “Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. El genoma de los seres vivos no podrá ser patentado, y la ley que se refiera a los principios bioéticos regulará la materia”.
128. “El Estado desarrollará una política de ordenación del territorio atendiendo a las realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales, económicas, políticas, de acuerdo con las premisas del desarrollo sustentable, que incluya la información, consulta y participación ciudadana. Una ley orgánica desarrollará los principios y criterios para este ordenamiento”.
129. “Todas las actividades susceptibles de generar daños a los ecosistemas deben ser previamente acompañadas de estudios de impacto ambiental y sociocultural. El Estado impedirá la entrada al país de desechos tóxicos y peligrosos, así como la fabricación y uso de armas nucleares, químicas y biológicas. Una ley especial regulará el uso, manejo, transporte y almacenamiento de las sustancias tóxicas y peligrosas”...

Plan de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2013-2019 (Plan de la Patria)

Quinto Objetivo Histórico “Contribuir con la preservación de la vida en el planeta y la salvación de la especie humana”

Se enuncian los lineamientos y mandatos referidos al componente Ambiental y aborda el tema del Cambio Climático

Objetivo nacional 5.4. Infiere sobre la contribución de la Nación Venezolana a la “Conformación de un gran movimiento mundial para contener las causas y reparar los efectos del cambio climático que ocurren como consecuencia del modelo capitalista depredador”.

Objetivos Estratégicos y Generales relacionados.

- 5.4.1. Continuar la lucha por la preservación, el respeto y el fortalecimiento del régimen climático conformado por la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático y su Protocolo de Kioto.
 - 5.4.1.1. Desmontar los esquemas de mercados internacionales de carbono que legitiman la compra de derechos de contaminación y la impune destrucción del planeta.
 - 5.4.1.2. Promover e impulsar el fortalecimiento del régimen jurídico climático vigente, con énfasis en las responsabilidades históricas de los países desarrollados.
 - 5.4.1.3. Impulsar y apoyar acciones que promuevan la justicia internacional con relación al incumplimiento de los países desarrollados de sus obligaciones en el marco del Protocolo de Kioto.
 - 5.4.1.4. Iniciar un proceso de transformación de las disposiciones legales nacionales para garantizar la administración y la protección del patrimonio natural, en la construcción del ecosocialismo.
- 5.4.2. Diseñar un plan de mitigación que abarque los sectores productivos emisores de gases de efecto invernadero, como una contribución voluntaria nacional a los esfuerzos para salvar el planeta.
 - 5.4.2.1. Promover la adecuación tecnológica para la transformación del sector productivo, de manera sustentable, con especial énfasis en el sector energético, agrícola y pecuario, incorporando el principio de prevención y manejo de los desechos sólidos y peligrosos.
 - 5.4.2.2. Impulsar a nivel regional e internacional compromisos por parte de todos los países y medidas nacionales de mitigación que contribuyan a corregir el deterioro ambiental que genera el cambio climático global.
 - 5.4.2.3. Posicionar a Venezuela como referente mundial en la lucha por el cumplimiento de los acuerdos establecidos y de su impulso por la construcción de un nuevo sistema ecosocialista.

- 5.4.3. Diseñar un plan nacional de adaptación que permita al país prepararse para los escenarios e impactos climáticos que se producirán debido a la irresponsabilidad de los países industrializados, contaminadores del mundo.
 - 5.4.3.1. Coordinar acciones con todos los entes nacionales encargados de la planificación territorial y la gestión de desastres, con una visión prospectiva del incremento de temperatura previsto para los próximos 20 años, en función de las promesas de mitigación que logren consolidarse en el marco de la Organización de las Naciones Unidas.
 - 5.4.3.2. Calcular los costos derivados de las pérdidas y daños resultantes de situaciones extremas climáticas, incluyendo seguros y reaseguros para sectores sensibles específicos (como la agricultura), los cuales deberán sumarse a la deuda ecológica de los países industrializados.
 - 5.4.3.3. Fomentar el desarrollo de planes municipales y locales de adaptación para escenarios de manejo de riesgo que involucren directamente la corresponsabilidad entre el Estado y el Poder Popular

Instrumentos Legales

Ley de Zonas Costeras, del año 2001.

Área Vulnerable: Zonas Costeras Baja

Objeto: Administración, Uso y Manejo de las Zonas Costeras, con fines de su conservación y aprovechamiento sustentable.

Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos, del año 2001

Objeto: Establecer los lineamientos para la regularización de la generación, uso, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de las sustancias, materiales y desechos peligrosos.

Ley de Meteorología e Hidrología Nacional, del año 2006.

Objeto: Regular, coordinar y sistematizar la función meteorológica e hidrológica a nivel de todo el país.

Ley Orgánica del Ambiente, del año 2006

Objeto: Establece las disposiciones y los principios para la administración y gestión del ambiente, basado en el concepto de desarrollo sustentable. Fundamenta los deberes y los derechos del estado y la sociedad en la contribución a la seguridad y a garantizar el bienestar supremo de población y la sostenibilidad del planeta en favor de los intereses de toda la humanidad.

Ley de Aguas, del año 2007.

Objeto: Define los lineamientos para la gestión integral de las aguas, considerando dicho recurso como el elemento indispensable para la vida, el bienestar humano y el desarrollo sustentable del país. Comprende también todas las actividades de orden técnico, científico, económico, financiero, institucional, gerencial, jurídico, operativo, entre otros, dirigidos hacia la conservación y aprovechamiento del recurso agua para el beneficio colectivo.

Ley de Gestión de la Diversidad Biológica, del año 2008.

Área Vulnerable: Zonas de ecosistemas frágiles, que incluye a los ecosistemas montañosos.

Objeto: La conservación in situ de la diversidad biológica y de todos sus elementos; la rehabilitación y restauración de los ecosistemas degradados; la protección y recuperación de especies; establece también como una prioridad de estado la protección y recuperación de especies endémicas, raras, únicas, vulnerables, amenazadas o en peligro de extinción.

Ley Orgánica de Seguridad y Soberanía Agroalimentaria, del año 2008.

Objeto: Garantizar la seguridad y soberanía agroalimentaria, en concordancia con los principios y fines constitucionales y legales referidos a la seguridad y defensa integral de la Nación. Son considerados como elementos de garantía la producción, el intercambio, la distribución, la comercialización, el almacenamiento, la importación, la exportación, la regulación y control de alimentos, los productos y servicios agrícolas, y los insumos necesarios para su producción.

Ley de Gestión Integral de Riesgos Socio naturales y Tecnológicos, del año 2009.

Área Vulnerable: Todas las zonas propensas a los desastres naturales

Objeto: Atención de las zonas expuestas a desastres naturales o de otro tipo originados por la probabilidad de ocurrencia de fenómenos naturales o accidentes tecnológicos causados por la acción humana, que pudiesen generar daños en la población y la calidad del ambiente.

Ley de Tierras y Desarrollo Agrario, del año 2010.

Objeto: Dictamina los fundamentos para llevar a cabo el desarrollo rural integral y sustentable, como elementos indispensables para el desarrollo humano y el crecimiento económico del sector agrario, mediante la planificación estratégica y el carácter democrático y participativo, propiciando así la distribución justa de la riqueza proveniente del campo.

Ley de Gestión Integral de la Basura, del año 2010.

Objeto: Dictamina las disposiciones de regulación para la gestión integral de la basura, con el propósito de reducir su generación de los desechos y asegurar la recolección, el aprovechamiento y la disposición final en forma adecuada, sanitaria y ambientalmente segura. Igualmente determina los roles de los diferentes niveles de gobierno (nacional, regional y municipal) para el manejo de la basura en cada una de sus fases: recolección, la transferencia y la disposición final. Además designa al Ejecutivo Nacional como órgano rector en dicha materia.

Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico, del año 2010.

Objeto: Determina los principios rectores en cuanto a la soberanía, la tecnológica, la sustentabilidad ambiental, el ordenamiento territorial, la integración geopolítica, el uso racional y eficiente de los recursos, la diversificación del uso de fuentes de energía primaria, el uso de fuentes alternas de energía y la corresponsabilidad de la sociedad en dicha materia.

Ley Orgánica del Poder Popular 2010.

Objeto: Establece los lineamientos para llevar a cabo el desarrollo, fortalecimiento y

consolidación del Poder Popular, para que ejerza plenamente su soberanía en los ámbitos político, económico, social, cultural, ambiental, internacional, y en todos los aspectos vinculados con el desarrollo pleno de la sociedad en general.

Ley de Uso Racional y Eficiente de la Energía, del año 2011.

Objeto: Establece las acciones para la promoción y la orientación en el uso racional y adecuado de la energía en los procesos de producción, generación, transformación, transporte, distribución, comercialización y su uso final, de manera que se pueda garantizar la preservación de los recursos naturales, reducir los impactos ambientales y sociales, colaborar con el mejoramiento de la calidad de vida, la equidad y bienestar social, y lograr la eficiencia económica de la Nación.

Ley Penal del Ambiente, del año 2012.

Objeto: Establece la caracterización de los delitos que van en contra de los recursos naturales y el ambiente y define las sanciones de carácter penal. De igual manera determina las medidas precautelarias de restitución y de reparación de los daños causados, y establece las disposiciones de orden procesal que se derivan de la especificidad de los asuntos ambientales.

Ley de Bosques, del año 2013.

Área Vulnerable: Zonas áridas y semiáridas, zonas con cobertura forestal y zonas expuestas al deterioro forestal.

Objeto: Fomentar el manejo del concepto de Patrimonio Forestal Nacional. Formula las orientaciones para el desarrollo de programas, planes y acciones orientados a la promoción, el fomento y el incremento de la cobertura boscosa en el país. (Art. 54)

Ley de Pesca y Acuicultura del año 2014.

Objeto: Fija las regulaciones de la actividad pesquera y acuícola, para garantizar la soberanía alimentaria de la Nación, y asegurar la disponibilidad plena y estable de los productos y sub productos provenientes de la pesca y la acuicultura que permita cubrir de forma precisa y constante los requerimientos básicos de la población.

Ley Orgánica de Espacios Acuáticos (2014)

Objeto: Norma las acciones de soberanía, jurisdicción y control en las zonas acuáticas, basado en el derecho interno e internacional. Además establece las regulaciones y los controles administrativos de los espacios acuáticos, insulares y portuarios de la Nación.

Ley de Semillas, del año 2015.

Objeto: Dicta las líneas para la preservación, protección, la garantía de producción, multiplicación, conservación, libre circulación y el uso de la semilla; establece las bases para la promoción, la investigación, la innovación, la distribución y el intercambio de semillas, dando mayor relevancia a la producción de semillas por parte de la población indígena, afrodescendiente, campesina y local. Define también la prohibición de patentes sobre las semillas autóctonas, la prohibición absoluta de la importación, y la producción o comercialización de semillas transgénicas como medida orientada a la preservación de la alimentación, la salud y mantener la capacidad productiva.

Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía, del año 2004.

Objeto: Establecer los lineamientos y los planes de acción para la lucha contra la desertificación y la sequía, como parte de la adhesión de la RBV a la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía, en el año 1998.

2. Entorno institucional

En lo que respecta al entorno institucional, el estado venezolano, luego de la promulgación de la CRVB del año 1999, ha generado un proceso de reordenamiento del poder público nacional mediante la modernización y creación de nuevas instituciones ministeriales con el objeto de fortalecer la gestión gubernamental y adaptarlas a las necesidades sociales, económicas, entre otros ámbitos de la población venezolana.

En lo que respecta a la gestión y manejo del componente ambiental y su biodiversidad, el estado venezolano cuenta con un conjunto de instituciones cuya finalidad está fundamentada en establecer una relación equilibrada entre el ser humano y su entorno, el cual permita básicamente el respeto a los complejos procesos y ciclos naturales, además de garantizar la sustentabilidad de los recursos mediante el aprovechamiento racional y óptimo de los mismos. A continuación se presentan las instituciones que tiene la misión de cumplir con dicha finalidad.

Ente rector en materia Ambiental.

La institucionalidad en materia ambiental del país ha operado desde el año 1977, el mismo ha sido objeto de cambios de denominación luego del año 1999, con el objeto de adaptarlo a la nueva visión participativa y protagónica de la población y a las políticas emprendidas por el gobierno de la quinta República Bolivariana de Venezuela. En el año 2015, el ente rector en materia ambiental es denominado Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas, creado mediante el decreto No 1.701, publicado en la Gaceta Oficial No 40.634 de fecha 7 de abril de 2015. Este ministerio enmarca parte de su gestión en el Quinto Objetivo Histórico del Plan de la Patria.

La estructura de dicho ministerio, a parte del despacho ministerial, contempla 3 viceministerios a saber:

- **Viceministerio de Gestión Ecosocialista del Ambiente.** Entre sus múltiples objetivos, tiene la función de planificar, articular, coordinar y desarrollar estrategias, planes, programas y proyectos sobre cambio climático.
- **El Viceministerio de Gestión Ecosocialista de Aguas:** Tiene como una de las competencias más resaltantes proponer, desarrollar, implementar y supervisar los planes estratégicos orientados a la conservación, la protección y manejo integral de las cuencas hidrográficas y transfronterizas.
- **El Viceministerio de Manejo Ecosocialista de Desechos y Residuos.** Cuya objetivo fundamental esta direccionado a generar las políticas, estrategias, directrices y orientaciones que contribuyan con la gestión y el manejo de los desechos y residuos peligrosos y no peligrosos, en los distintos niveles de competencia (Nacional, regional y municipal); el forma tal que se pueda garantizar el servicio óptimo en la recolección, transporte y disposición final de desechos y residuos domésticos, patológicos, hospitalarios, tóxicos y especiales. Igualmente, llevar a cabo el constante monitoreo de la calidad ambiental y control de efluentes y emisiones atmosféricas.

Entre las instancias adscritas al ente rector en materia ambiental que desarrolla actividades diversas de formación, capacitación, investigación, extensión, formulación de planes y programas, entre otros en el campo ambiental y cambio climático se señalan a continuación:

- .- **Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (Inameh).** Su propósito es producir y comunicar oficialmente la información meteorológica e hidrológica a fin

de procurar a la preservación de vidas, bienes, y favorecer desarrollo socioeconómico del país. Fue creado.

- .- **Fundación Instituto Forestal Latinoamericano (IFLA).** Tiene como misión el desarrollo de la investigación aplicada en materia ambiental, el manejo integral de los recursos naturales, el cambio climática, entre otras temáticas. Igualmente establecer los vínculos entre el Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas, los sectores académicos, científicos nacionales e internacionales, y otras instituciones del Estado.
- .- **La Empresa Nacional Forestal (Enafor).** Su objetivo, desarrollar dentro del marco del modelo socialista proyectos de manejo sustentable del patrimonio forestal nacional, aplicando el concepto del uso múltiple y fomentando la participación activa de comunidades locales y organizaciones sociales en la producción, procesamiento y distribución de bienes y servicios derivados del bosque.
- .- **La Unidad Técnica de las Zonas Costeras (UTZC),** adscrita a la Dirección General de Gestión Territorial del Ambiente del Mineda, contempla entre sus funciones: definir las políticas y estrategias del Organismo; establecer las directrices para el ordenamiento y gestión integrada de las zonas; coordinar y ejecutar los planes de gestión integrada de las zonas costeras conjuntamente con otras dependencias de la institución, organismos y entes públicos, a fin de hacer cumplir y establecer las disposiciones establecidas en el Decreto con Fuerza de Ley de Zonas Costeras.

Entre otros organismos institucionales del estado venezolano que presentan estrecha relación con el Ambiente y la Biodiversidad.

- **Petróleos de Venezuela. PDVSA.** La empresa petrolera de la RBV, antes de la Quinta República, entre otros aspectos estaba catalogada como una empresa de explotación del recurso dejando de lado el principio de sustentabilidad de la Nación Venezolana, de carácter rentista y rendida a los capitales extranjeros. Este modelo de gestión ha traído como consecuencia profundos impactos negativos en el orden social y ambiental del país.

El nuevo enfoque de la PDVSA de porte socialista está orientado al desarrollo armónico y sustentable, bajo los principio y valores socialistas, la incorporación a través de la participación protagónica de los trabajadores de la empresa, y de las comunidades aledañas en la formulación de acciones destinadas al resguardo ambiental y del ser humano.

Por las razones antes señaladas, el Comité Ejecutivo de la Nueva PDSA Socialista,

crea mediante resolución No 2010-01, de fecha 22 de marzo de 2010, la Dirección Ejecutiva de Ambiente de PDVSA, cuyo objetivo es atender y sistematizar todos los aspectos relacionados con la gestión ambiental en cada una de las unidades que integra la empresa (negocios, filiales, empresas mixtas, entre otros), con el firme propósito de corregir las prácticas de la industria que ha generado consecuencias negativas en el ámbito socioambiental, a través del establecimiento de medidas adaptativas y mitigantes.

- **Ministerio Público**, es la institucionalidad que forma parte del Poder Ciudadano, que ejerce con plena autonomía e independencia, cuya fundamento se basa en la defensa de los derechos humanos, sin excluir la defensa de los derechos ambientales. Su estructura contempla la Dirección de Protección Integral del Ambiente, cuya finalidad es orientar las políticas diseñadas para tal fin, de forma tal que atienda adecuadamente y de repuesta oportuna a los casos de orden ambiental en todo el territorio nacional. Desde el año 2000 existen veinticuatro (24) fiscalías ambientales, ocho (8) de carácter nacional y dieciséis (16) en el ámbito regional, que se encargan de llevar a cabo labores de protección del ambiente mediante la aplicación de la legislación penal vigente en materia ambiental de carácter preventivo y civil contra todas aquellas personas naturales o jurídicas que afecten o impacten negativamente los componentes que conforman el ambiente, asegurando de esta forma su permanencia y garantizando la subsistencia de la vida de los seres vivos en el planeta tierra.
- **Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica (MPPEE)**, creado el 21 de octubre de 2009, según Decreto No 6.991, publicado en Gaceta Oficial No 39.294 del 28 de octubre de 2009, tiene como compromiso y voluntad lograr la eficacia y eficiencia y uso racional del Sistema Eléctrico Nacional.

En lo que respecta a la preservación y protección del ambiente, sus acciones están orientadas a fomentar el uso racional de energía y reducir el consumo de combustibles fósiles. Igualmente en uno de sus objetivos estratégicos se plantea que todas las actividades que son requeridas para prestar el servicio eléctrico se lleven a cabo garantizando la preservación del ambiente.

Además establece dentro de sus objetivos la promoción y el uso de otras fuentes de energía alternativas para lo cual se crea el Viceministerio para Nuevas Fuentes y Uso Racional de la Energía Eléctrica, según Decreto No 730, publicado en Gaceta Oficial No 40.330 del 9 de enero de 2014, que se encargara de diseñar, controlar y evaluar la política de desarrollo de energías alternas y renovables; formular el Plan Nacional de Uso Eficiente de la Energía Eléctrica; diseñar y establecer las políticas,

planes, programas y proyectos orientados al impulso en el aprovechamiento de fuentes alternas y renovables; llevar a cabo mediante lineamientos bien definidos los estudios requeridos para determinar el potencial nacional para el uso de energías alternas; y realizar el respectivo control y seguimiento de las políticas y planes en materia de energías alternas y uso racional y eficiente de la energía eléctrica.

- **Ministerio del Poder Popular de Desarrollo Minero Ecológico**, creado mediante Decreto Presidencial No 2.350, publicado en Gaceta Oficial No 40.922, de fecha 9 de junio de 2016, que dentro de sus objetivos establece desarrollar la cadena productiva del sector minería mediante el aprovechamiento integral y sustentable de los recursos minerales no renovables, aplicando la normativa jurídica legal vigente en dicha materia. El fin que se persigue es desarrollar una minería ecológica, contribuir con la superación del rentismo petrolero, generar nuevas fuentes de empleo, y consolidar la economía productiva nacional sustentable, dejando de un lado el rentismo minero.

Luego de promulgada la Ley de Gestión Integral de Riesgos Socio Naturales y Tecnológicos, se crean los entes que se mencionan a continuación, que dentro de sus funciones contempla la preservación del ambiente y el cambio climático respectivamente a saber:

- Despacho del Viceministro para la Gestión de Riesgo y Protección Civil.
 - Consejo Nacional de Gestión Integral de los Riesgos Socionaturales y Tecnológicos.
 - Registro Nacional de Información para la Gestión Integral de Riesgos Socio Naturales y Tecnológicos.
- **Fundación Fondo Venezolano de Reversión Industrial y Tecnológica (Fondoin)**, adscrita al Ministerio del Poder Popular para Industria y Comercio, tiene como misión garantizar el fortalecimiento del sector industrial y comercial del país por medio de: proyectos de cambios y reversión tecnológica; asistencia técnica en el desarrollo sustentable, y la sensibilización de los actores involucrados. Su misión está orientada a cooperar dentro del sector industrial y comercial nacional, con la disminución y/o eliminación del uso de sustancias que afectan el ambiente, especialmente las agotadoras de la capa de ozono, causantes del calentamiento global.
 - **Organización Nacional de Protección Civil y Administración de Desastres**. Como un componente de seguridad de la nación, tiene como función

salvaguardar la integridad física de la población venezolana ante los efectos de los fenómenos naturales o tecnológicos que generan desastres. Igualmente planificar, coordinar, y supervisar las políticas direccionadas a preparar al Estado para actuar ante desastres.

B. Acciones de adaptación al cambio climático

Las acciones de adaptación al cambio climático, dependerá de las características particulares que presenta cada una de las regiones del estado venezolano. Los riesgos y vulnerabilidades más recurrentes en la RBV se presentan a causa de factores de orden sísmico, geodinámicos y climáticos en especial los hidrometeorológicos. Todos estos factores afectan directamente a las poblaciones humanas, la infraestructura, los servicios y los recursos naturales.

El gobierno de la RPV mediante la aplicación de los planes, proyectos y programas a generado resultados que han contribuido con la adaptación al cambio climático, en ellos se exponen las acciones y medidas que se han implementado, los cuales se muestran en el cuadro siguiente.

Acciones con incidencia en la adaptación al cambio climático

1. Asentamientos humanos

El Plan Nacional de Ambiente (PNA) 2012-2030.

Orientado a considerar acciones conducentes a la sustentabilidad y normar los procesos de urbanización e industrialización. Las estrategias del plan están orientadas a:

- Establecer la ordenación estratégica de los asentamientos con miras al desarrollo sustentable
- El control de riesgos sobre la población a causa de las aguas e identificación de las zonas de riesgo sísmico.
- Aplicar mecanismos para la regulación de actividades dentro de cuencas Hidrográficas abastecedoras del recurso agua a los asentamientos humanos.
- Asegurar la calidad y cantidad del servicio de agua potable y saneamiento.
- Fomentar el uso de las aguas residuales.

a) Gran Misión Vivienda Venezuela

Creada en el año 2011, para dar respuesta a los miles de habitantes del estrato más pobre del país afectados por las lluvias torrenciales acaecidas en el año 2010. Se sustenta en los siguientes objetivos

- Llevar a cabo el Registro Nacional de Vivienda, para identificar las familias que poseen y no poseen vivienda, y su situación de riesgo.
- Levantar el registro de los terrenos aptos para la construcción de urbanismos.
- Identificación de los ejecutores nacionales, internacionales, trabajadores y compañías comunales independientes para la ejecución de las obras.
- Desarrollar los planes y programas de financiamiento.
- Suministro de materiales de construcción para garantizar una vivienda digna a familias de escasos recursos económicos y la ubicación de los nuevos desarrollos habitacionales en espacios geográficos seguros, libres de riesgos a causa de fenómenos climáticos.

Al año 207 se han construido y entregado más de 1.800.000 viviendas, y se prevé para finales del mismo año la entrega de dos millones de viviendas. Igualmente proyecta 3 millones de viviendas para el año 2019. La misión a ha dado respuesta a cerca de 150.000 personas afectadas por las lluvias.

2. Recursos hídricos

Construcción de obras hidráulicas para la adaptación al cambio climático.

Esta acción contempla:

- Construcción de diques y obras de control de inundaciones en ríos cuyo histórico muestra crecidas importantes.
- Mejoramiento y acondicionamiento de los cauces de ríos en los estados Apure, Zulia, Táchira, Mérida, Trujillo, Cojedes, Barinas y Yaracuy.
- Obras de control de torrentes y flujo de detritus en zonas con alto riesgo hidrometeorológico, en particular los estado Vargas, Mérida, Táchira y Trujillo.
- Construcción, rehabilitación y ampliación de sistemas de recolección y tratamiento de las aguas servidas, a fin de minimizar su impacto sobre el lago de Maracaibo.

Conservación y manejo del agua

Para llevar a cabo esta acción desde el año 1999, el Gobierno Bolivariano crea la figura de organización del Poder Popular denominada Mesas Técnicas de Agua integradas por el pueblo, donde ejerce el derecho a la soberanía, la democracia participativa, protagónica y asume niveles de corresponsabilidad en materia del servicio de agua potable y saneamiento ambiental. Esta forma de organización ha contribuido con el mejoramiento en el acceso de éste servicio de agua potable a la población venezolana. Igualmente desarrollan múltiples actividades asociadas con el sector agua potable y saneamiento (APS), tales como diagnósticos, atención de sus necesidades, formulación y acompañamiento en ejecución de proyectos comunitarios con administración directa de los recursos otorgados, concientización y siembra de valores ambientales culturales en lo que respeta a la conservación y uso eficiente del agua, participan en acciones orientadas a la disminución de la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático sobre la calidad y disponibilidad del agua.

En el año 2015 se crean las Salas de Gestión Comunitaria del Agua que concentra a todos los actores relacionados con la gestión del agua (mesas técnicas de agua y otras formas de organización popular), con el objeto de elevar la eficiencia en la distribución de agua potable a través de sus redes y en la recolección de aguas servidas. Reportan la presencia de 7.454 mesas técnicas de agua en todo el país.

Cabe señalar como otras acciones relevantes las siguientes:

- Creación del Registro Nacional de Usuarios de las Fuentes de las Aguas, para el ordenamiento y la cuantificación la cantidad y calidad de las aguas, superficiales y subterráneas.
- La presencia del Servicio Meteorológico Nacional (INAMEH), en la generación de alertas tempranas, obtiene y procesa la información relacionada con comportamientos intempestivos del clima causado por la intensidad de precipitaciones derivadas del movimiento atmosférico que se presenta en zona del mar Caribe y de la zona de convergencia intertropical, la cual es transmitida ampliamente mediante los medios de comunicación para prevenir sus efectos negativos en la población, en infraestructura, en el sector productivo, entre otros.
- Fortalecimiento y modernización de las estacione hidrometeorológicas del país (red pluviométrica, pluviográfica, hidrométrica, hidrogeológica) para llevar a cabo con mayor eficiencia el monitoreo del comportamiento de las variables hidrológicas.
- Intensificación de la divulgación masiva de información mediante los medios de

comunicación nacionales, estatales y municipales, orientados a la concienciación en el uso racional y eficiente del recurso agua considerando su carácter renovable y limitado y la importancia vital que representa para el sostenimiento de la sociedad, la economía y el medio ambiente en su conjunto.

3. Salud

Las medidas de adaptación al cambio climático en referencia al sector salud, el Estado acoge con suma relevancia el concepto de Salud Integral, y el enunciado del artículo 83 de la máxima carta magna que reza: “La salud es un derecho social fundamental, obligación del Estado, que lo garantizará como parte del derecho a la vida”. Sobre este precepto, el Estado Venezolano ha adelantado las acciones sociales dirigidas a la protección de la salud de manera colectiva y comunal, prestando los servicios básicos sanitarios para garantizar el disfrute de la salud, procurando un ambiente sano y controlando las enfermedades infecciosas.

Estas acciones han sido emprendidas a través de la Misión Barrio Adentro I, II, III y IV, los cuales llegan al individuo pero con visión comunitaria, para lo cual se han desarrollado los establecimientos donde se imparte la atención, la promoción, la prevención y la protección de la salud. Esta misión atiende: enfermedades transmisibles y no transmisibles, maternidad, salud reproductiva en general, y la protección infantil. Igualmente se han establecido modelos de organización comunal para tratar los temas de salud, tales como los comités y mesas técnicas de salud, programas de rescate a los más necesitados, más recientemente se han creado las Bases de Misiones para afrontar integralmente los problemas de salud. Entre los aspectos más relevantes de esta Misión se tienen:

- Aumento de la cobertura en atención médica, abriendo el servicio a más del 60% de las personas de sectores populares que antes del año 1999 no tenían acceso a consultas médicas para chequeos generales. A sus 12 años de servicio, cumplidos en el año 2015, esta misión ha permitido el acceso a los servicios de salud de alta tecnología de forma gratuita a un número importantes de sectores de la población.
- Barrio Adentro I, atiende en las zonas más pobres del país, los servicios son suministrados en pequeños ambulatorios asentados en zonas con dificultad de acceso, y alejados de los centros hospitalarios.
- Barrio Adentro II extiende sus servicios médicos, en estructuras ambulatorias de mayor dimensión
- Barrio Adentro III ofrece atención con equipos de alta tecnología dentro de los que destacan la puesta en funcionamiento de seiscientas (600) Centros de Diagnóstico

Integral (CDI), seiscientas Salas de Rehabilitación Integral (SRI) y treinta y un Centros de Alta Tecnología (CAT).

- Fortalecimiento y consolidación del Sistema Público Nacional de Salud (SPNS) permitiendo el acceso a la población, se aumentó el ingreso a la red hospitalaria, se edificaron tres (3) nuevos hospitales un (1) Materno Infantil. En total se cuentan con doscientos dieciocho (218) establecimientos hospitalarios bajo la administración del Ministerio del Poder Popular para la Salud (MPPS), también se crea en 2006, en el marco
- Barrio Adentro IV, se identifica con el Hospital Cardiológico Infantil Latinoamericano, donde se presta atención integral médico-quirúrgica de enfermedades cardiovasculares, presentes en la población infantil y adolescente del país, además de extender sus servicios a nivel internacional.
- Incorporación al esquema nacional de vacunas a las antirrotavirus, antiinfluenza estacional y antineumocócica 23 valente. En total se suministran diez (10) vacunas que previenen catorce (14) enfermedades.
- Se logra en el año 2010 frenar la propagación del sarampión y rubéola, y se erradica la poliomielitis.
- Incorporación del país en el año 2010 al Fondo Rotatorio Regional para Suministros Estratégicos de Salud Pública, de la Organización Panamericana de la Salud (OPS).

Los programas antes señalados en materia de salud, han contribuido a la reducción de la vulnerabilidad por enfermedades, algunas de ellas que por su incidencia y hábitat geográfico podrían incrementarse a causa del cambio climático.

4. Zonas Costeras

En el eje costero de la nación venezolana se alberga 18% del total de la población nacional, con una densidad de $72\text{hab}/\text{km}^2$. En estos espacios presentan importantes espacios naturales y socioculturales de importancia local nacional e internacional. Las acciones más preeminentes que se han implementado en el marco de las medidas de adaptación al cambio climático se tienen:

- Implementación de planes integrados de manejo costero para todas las zonas de costa del país, entre éstos: formulación del Plan de Gestión Integral de Zonas Costeras, el cual contiene diez (10) programas de gestión, de los que destaca el programa de Zonas Vulnerables, cuyo propósito apunta a la reducción de la vulnerabilidad

presente en las poblaciones costeras y en sus actividades productivas, ante posibles fenómenos socio naturales y tecnológicos, el cual se enmarca dentro del subprograma denominado Áreas Vulnerables a Amenazas Socionaturales y Tecnológicas, que entre las actividades propuesta contempla:

- La determinación de los niveles de riesgo por localidades costeras producto de eventos adversos.
- Levantamiento cartográfico microzonificado de índices de vulnerabilidad presente en las zonas costeras.
- Formulación de estrategias de reubicación de estructuras asentadas en espacios sujetos a vulnerabilidad dentro de las zonas.

Otro de los sub programas del Plan de Gestión Integral es el denominado Adaptación al Cambio Climático en Zonas Costeras, que se orienta a la determinación de zonas vulnerables ante el cambio climático y el diseño de la estrategia nacional de adaptación para así mostrar los ajustes pertinentes de realizar en los componentes humano y natural, de tal forma que se pueda dar respuesta a los eventos climáticos proyectados o reales y reducir el daño que éstos ocasionan. El sub programa presenta actividades como:

- Identificación y evaluación de las zonas vulnerables de amenazas al incremento variable del nivel medio del mar, para así formular acciones de protección ante este tipo de amenaza producto del cambio climático, a corto mediano y largo plazo.

Determinar y medir, daños probables que se puedan generar dentro de las zonas vulnerables ya identificadas y elaborar la respectiva base de datos sobre el particular en cada Estado costero, además de elaborar la cartografía de los espacios costeros vulnerables al incremento nivel medio del mar.

C. Acciones de mitigación al cambio climático.

Las acciones, políticas e iniciativas que el estado Venezolano ha emprendido en la búsqueda de atenuar los efectos adversos que genera el cambio climático. En especial van orientadas a la reducción de emisiones de los gases de efecto de invernadero y sus efectos adversos. En el cuadro que sigue se contemplan dichas acciones:

1. Energía eléctrica

En la República Bolivariana de Venezuela cerca del 65 % de la electricidad generada es a

través de las plantas hidroeléctricas, lo que una emisión de energía limpia. No obstante el porcentaje restante se produce mediante el uso de combustibles fósiles petróleo, carbón y gas natural, lo cual repercute en el cambio climático por la emisión de gases contaminantes a la atmosfera, generando problemas ambientales.

Las Contribuciones Previstas Nacionalmente Determinadas (INDC), desarrolladas por la RBV apuntan a la reducción del impacto ambiental, mediante alternativas que conducen a tener una mayor eficiencia energética, al uso racional de la energía y la utilización de energías complementarias. En base a estas premisas en el año 2006 se puso en marcha la Misión Revolución Energética con los siguientes resultados:

- Construcción de algunas centrales termoeléctricas, que en comparación al año 2010, ha disminuido en un 4,38 % la dependencia de producción de energía mediante las centrales hidroeléctricas
- Se da inicio a la sustitución de combustibles fósiles líquidos (diésel y fueloil) por gas natural mediante el cambio de tecnologías de ciclo combinado en las plantas del país, lo cual representa el incremento de 6,92 % de generación con turbinas a gas respecto al año 2010.
- Programa de Sustitución de Bombillos Incandescentes por Bombillos Ahorradores. Se han colocado desde el año 2006 al 2015, 206 millones de lámparas fluorescentes compactas (LFC)
- Programa de reemplazo de equipos acondicionadores de aire (A/A) y refrigeradores por equipos eficientes. Se reemplazaron durante el lapso 2011-2013, 42.504 A/A y 3.077 refrigeradores.
- El programa Sembrando Luz, ejecutado por la Fundación para el Desarrollo del Servicio Eléctrico (Fundelec), que promueve el uso de tecnologías alternas, ha instalado para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de comunidades alejadas que no tienen acceso a la electricidad y agua potable, sistemas fotovoltaicos, potabilización y desalinización de agua y sistemas híbridos, haciendo uso de las fuentes renovables locales disponibles. Entre los años 2012 al 2014, se han instalado 261 sistemas de energías renovables, beneficiando a 14.406 habitantes, distribuidos en 62 comunidades indígenas, criollas y mixtas. A estos sistemas alternos se le han realizado 1.039 mantenimientos, beneficiando así a 226 comunidades que albergan unas 41.435 personas. Igualmente, se ha impartido planes de capacitación en las comunidades, formando de esta manera a operadores comunitarios para el manejo de dichos sistemas alternos.

De igual forma se han implementado otras acciones, a saber:

- Generación de instrumentos legales (resoluciones, reglamentos, decretos) orientados al sector público y privado con el objeto de estimular la eficiencia energética y la reducción del consumo. Esta medida ha permitido una reducción de 12% en el consumo de energía eléctrica en sector público y 8% en el privado
- Puesta en práctica el plan Banda Verde para los usuarios residenciales, que estimula el racionamiento eléctrico, estableciendo planes de subsidios en la tarifa con base a bandas de consumo energético establecidas para cada región del país.
- Estrategia de educación y campaña comunicacional a través del programa llamado “Programa Educativo de Uso Racional y Eficiente de la Energía Eléctrica”, que incita a la población al uso racional de la energía eléctrica. Dentro de los alcances de este programa se tiene:
 - La conformación de 3.000 Brigadas Educativas Integrales Comunitarias a nivel nacional, que han llevado a cabo encuentros de saberes y experiencias a nivel municipal, estatales y nacional.
 - Incorporación a textos escolares de la colección educativa Bicentenario aspectos relacionados con el Uso Racional y Eficiente de la Energía Eléctrica (UREE), al igual que en los contenidos de las computadoras Canaimitas, para los sectores de educación básica y diversificada.
 - Programas de formación en el ámbito del Poder Popular (comunales, consejos comunales) e instituciones públicas.
 - Ejecución de doce diplomados en materia de eficiencia energética, dirigidos a trabajadores nacionales del sector público y privado.
 - Incorporación de contenidos de uso racional de la energía, eficiencia energética y uso de energías renovables en pensum de estudio de pregrado, especializaciones y otros.
 - Inclusión de contenidos relativos a la energía eléctrica e impactos ambientales en los planes de estudio escolares.
 - Jornadas de encuentro escolares estatales y nacionales con niños y niñas de educación primaria para estimular el uso racional y eficiente de la energía.
 - Lanzamiento de campañas comunicacionales masivas, entre ellas “Ahorrar energía es tarea de todos”, “Soy consciente, consumo eficiente”.

2. Industria

Industria petrolera

El Plan Estratégico Socialista (PES) para el período 2016-2025 desarrollado en el año 2015, se creó en conjunto con los trabajadores de Pdvsa a fin de transformar a Pdvsa, filiales y negocios no petroleros, contando con la participación activa y protagónica de la clase trabajadora de dicha industria, para transformarla en una corporación socialista eficiente y transparente, en armonía con el ambiente. Con esta iniciativa el país pasaría de ser exportador de materia prima, a una potencia industrializada, con estrategia de seguridad energética y soberanía tecnológica.

La Gestión Ambiental es una de las ocho (8) líneas estratégicas definidas en el PES, que recoge, en orden obligatorio y prioritario el componente ambiental en las actividades que conforma la cadena de valor de la industria petrolera, en lo que respecta a la conservación de la diversidad biológica; el manejo adecuado de las corrientes de desechos; la protección de ecosistemas terrestres y acuáticos; la mitigación y compensación del impacto producido por las operaciones. Todo ello, con el firme propósito de establecer un equilibrio entre el desarrollo petrolero y la biodiversidad.

Igualmente contempla el establecimiento de las coordinaciones con los demás entes estatales y las comunidades asentadas en las zonas de influencia de la empresa, para acordar la ejecución de planes y programas a corto, mediano y largo plazo, que contribuyan con la aplicación y el cumplimiento de los instrumentos legales en materia ambiental y atender los pasivos ambientales generados por las actividades de extracción del crudo.

Por otro lado, busca incentivar el uso eficiente de la energía en cada una de las operaciones y actividades administrativas que son parte de la cadena de valor, y el uso o aprovechamiento de energías alternativas a través del diseño de proyectos de innovación tecnológica, entre los que destaca la implementación de políticas integrales para el reciclaje en toda la industria.

La Gestión Social Ambiental 2015, de Pdvsa, y sus filiales muestra los resultados que se mencionan a continuación, cuyos indicadores han sido revisados por grupos de terceros:

- Promoción para el uso de energías complementarias por medio del establecimiento de experiencias piloto en el aprovechamiento de las mismas. Sobre este particular, la Dirección Ejecutiva de Refinación (Centro de Refinación Paraguaná), construye

y pone en funcionamiento el proyecto denominado Parque Eólico Paraguaná, que inició en el año 2006, reportando los siguientes avances:

- a) La primera etapa culminada en un 100 %, puso en operación 24 aerogeneradores, que generan 31,68 MW.
 - b) La segunda etapa, con un avance del 97 %, ha consistido en la instalación de 30 aerogeneradores para producir 39,60 MW, de los cuales están operativos 16 de ellos, que generan 21,12 MW.
 - c) La tercera etapa propone la instalación de 22 aerogeneradores que producirán 29,04 MW. Con esta última fase, se culmina la ejecución del mencionado proyecto. En total suman 76 aerogeneradores, con capacidad de generación eléctrica estimada en 100 MW que se incorporarán al Sistema Eléctrico Nacional (SEN), cuya sub estación tiene un 89,25 % de avance.
- Gestión Ambiental Articulada. Por medio de la Gerencia Corporativa de Gestión Ambiental, se llevan a cabo las siguientes actividades:
 - Diseño y ejecución de indicadores de desempeño ambiental operacional para los componentes de exploración y producción.
 - Mejoramiento de instrumentos para el registro y fortalecimiento de las áreas de efluentes industriales, manejo de desechos, emisiones atmosféricas, formación socioambiental, y el programa de seguimiento y control del Balance de Gestión Social y Ambiental.
 - Preparación del manual y formulario para constatar la estimación de las emisiones de dióxido de azufre en la División de Mejoramiento.
 - Formulación de la propuesta “Manual de Métodos y Procedimientos” para la recolección de datos operacionales del indicador de emisiones atmosféricas en las áreas de refinación y mejoradores.
 - Puesta en práctica del plan de formación: recuperación vegetativa y áreas degradadas; meteorología; gestión integral de desechos peligrosos; y preparación de inventario de gases de efecto invernadero, para ser impartido a 130 personas, entre trabajadores de Pdvsa y otras instituciones gubernamentales.
 - Ejecución de programas de monitoreo de recursos naturales y ecosistemas, en las diferentes zonas donde se encuentran ubicadas las instalaciones petroleras.

Estas acciones van encaminadas a establecer medidas ambientales de corrección y disminución de los impactos ocasionados por la actividad petrolera. En el año 2015 las filiales y empresas mixtas llevaron a cabo once (11) programas de conservación ambiental, que con respecto al año 2014, se incrementó en 2,45 %.

- En relación al manejo de los efluentes líquidos industriales y domésticos, la empresa lleva a cabo controles trimestrales en puntos de descarga hacia cuerpos naturales de agua, donde se evalúa su calidad física química y bacteriológica. En el 2015, se evaluaron 179 puntos fijos de descarga de efluentes, de los cuales, 68 % son descargas domésticas, un 26 % de tipo industrial, y un 6 % mixto. Además de ello, se registraron 318 puntos de descargas móviles provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas portátiles, que son instaladas por tiempos específicos en las zonas de perforación de pozos.
- Con respecto al “agua de producción”, se registró el uso de 783,36 millones de barriles (MMBls), destinados a la recuperación secundaria de hidrocarburos y en yacimientos petrolíferos no aprovechables. Se redujo, en comparación al año 2014, la cantidad de 118,47 MMBls, que equivale al 13 % de disminución del volumen reportado durante el año 2014. Igualmente, para el mismo año se reportó una disminución de 66,6 MMBls de agua inyectada que representan un 13 % menos.
- En cuanto a las emisiones atmosféricas, la empresa ha emprendido acciones para la caracterización de los inventarios de fuentes fijas de dichas emisiones. Se ha evaluado el 82,01 % de puntos, basándose a los lineamientos establecidas en los instrumentos legales en materia ambiental. Se tiene contemplado durante el proceso de adecuación y en las próximas paradas de planta la colocación de puntos fijos de descarga de emisiones atmosféricas, ajustándose estrictamente a la normativa ambiental, a fin de incrementar la evaluación y caracterización de emisiones atmosféricas.
- Para evaluar la calidad de aire, la empresa mantiene constantemente seguimientos a los impactos ocasionados por la actividad petrolera en las zonas aledañas a sus instalaciones. En el año 2015, se utilizaron, para la evaluación de la calidad del aire, 26 estaciones de muestreo entre semiautomáticas y automáticas, con lo que se evaluaron los siguientes componentes: dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂), sulfuro de hidrógeno (H₂S), partículas totales suspendidas (PTS), ozono (O₃), fluoruro de hidrógeno (HF), fluoruros (F), cloruros de hidrógeno (HCL), cloruros (Cl-), y plomo (Pb). Los resultados arrojados, muestran que el 96,36 % de los componentes evaluados se encuentran dentro de los rangos que establece la norma que rige sobre esta materia.

- Para el manejo de los desechos que son generados por actividades de exploración, explotación, refinación y comercialización de los hidrocarburos, se lleva a cabo, en coordinación con las áreas operativas, el diseño de planes de gestión de este tipo de desechos. En el año 2015 se disminuyó la cantidad acumulada y dispuesta, en 380.736,78 TN, respecto al año 2014; en tratamiento de desechos se disminuyó en 378.752,24 TN. Sin embargo, se aumentó la cantidad almacenada en 8.336,63 TN, en comparación con el año 2014. Se generó 101.487,74 TN, de desechos peligrosos, del cual el 47,75 % está almacenado en forma segura, el 0,06 % en proceso de tratamiento y el 52,19 % fue finalmente dispuesto.
- Para el control de derrames de sustancias contaminantes (hidrocarburos, entre otros productos contaminantes), se lleva a cabo el monitoreo y el registro permanente de la ocurrencia de estos eventos. En el 2015 se contabilizó la cantidad de volumen derramado en 123.846 barriles (Bls), de éstos, el 103.199 Bls (83 %) fueron derrames generados directamente en el suelo, y 20.647 Bls (17 %) se produjeron en agua. Del total registrado, se pudieron recolectar 78.651 Bls, que hacen el 64 % del volumen total derramado y contabilizado.
- En la formación socioambiental con enfoque al desarrollo sustentable, se llevaron a cabo en el año 2015 4.546 actividades, que representa un incremento del 74 % con respecto al 2014, donde participaron 93.596 personas entre trabajadores de Pdvsa, instituciones gubernamentales, estudiantes y miembros de la comunidad.
- La empresa, con el propósito de dar respuesta a los pasivos ambientales ocasionados por sus actividades operativas, desarrolla planes de saneamiento y restauración ambiental, que consiste básicamente en la remoción de todo material, sustancia en desuso, desecho peligroso y de infraestructura o instalaciones abandonadas, además de la recuperación de las zonas impactadas por la actividad petrolera. Las fosas son las que generan el 80 % de los pasivos ambientales. En el 2015, se trataron 343 fosas, que es solo el 2.53 % de las fosas existentes, que suma un total de 7.107 fosas.
- Para reducir el impacto ocasionado por la quema de gas natural o venteado generado en las actividades de exploración y producción, la empresa emprende y ejecuta una serie de proyectos orientados a la adecuación de la infraestructura y mejoramiento de las operaciones para facilitar el aprovechamiento del gas natural. Prevé, en base a la puesta en práctica de dichos proyectos, reducir la emisión a la atmósfera la cantidad de 538,2 Kton CO₂eq/año (INDC, 2015).

Acciones varias implementadas en el sector Industrial

- A través del plan “200 Fábricas Socialistas” creado en el 2008, se instalaron y repotenciaron un conjunto de empresas, dentro de las que destacan: Empresa de

Pulpa y Papel C.A. (Pulpaca); Industria Venezolana Endógena del Papel (Invepal), ambas reciclan cartón y papel; Venezolana del Vidrio C.A. (Venevidrio); Complejo Siderúrgico Nacional y Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro C.A. (Sidor), que procesa chatarra de material ferroso entre otros.

- Propuesta de la Ley de Gestión y Recuperación de Residuos como Materia Prima Secundaria, para su incorporación en la industria nacional, en alianza con el sector privado.
- Plan Nacional de Eliminación Progresiva de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono. (Protocolo de Montreal), orientado a la reducción de los niveles de producción y consumo de hidroclorofluorocarbonos (HCFC), principalmente en refrigeración, aires acondicionados y espuma de poliuretano. El plan contempla la formación de técnicos en buenas prácticas de refrigeración; el fortalecimiento de capacidades a funcionarios en el seguimiento y control de sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO); y programas de divulgación de información para la sensibilización de todos los actores.

En el año 2006, se redujo la producción de los clorofluorocarbonos (CFC) en el país en aproximadamente 4.000 toneladas de CFC, y se logró en el año 2010 dejar de utilizar esta sustancia en el país.

- Capacitación de al menos 6.000 técnicos en refrigeración en el área de manejo instrumental de herramientas y equipos de recuperación de gases refrigerantes (Fondoin, 2011).
- Promulgación del Decreto No 4.335, publicado en Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela No 38.392, de fecha 6 de marzo de 2006, que ordena la regulación de las exportaciones e importaciones de las sustancias agotadoras de la capa de ozono y facilita el acceso a sustancias alternativas.

Dichas medidas han arrojado como resultado la disminución de 2,5 MTon CO₂eq/año a la atmósfera.

3. Transporte

A través de la Misión Transporte creada en el año 2014, el Estado Venezolano ha adelantado un conjunto de estrategias dirigidas al fortalecimiento del parque automotor y uso eficiente de los sistemas de transporte. “Movilidad colectiva para el buen vivir” es el lema publicitario utilizado para realzar el propósito de la Misión. Una de estas estrategias

apunta a la reducción de los Gases de Efecto de Invernadero (GEI), que son generados por el parque automotor que conforma el sistema de transporte nacional. Son seis (6) los vértices que la componen la Misión a saber: registro nacional; cobertura territorial; servicios; financiamiento; educación; infraestructura y movilidad urbana.

Los resultados de la Misión para el año 2015 se resumen a continuación:

- Implementación del Censo Nacional de Transportistas, que contempla la actualización del registro de transportistas, que recoge información sobre el aspecto laboral, condición de los vehículos, tipos de rutas, necesidades, entre otros aspectos. Se contabilizaron para dicho año 96.500 transportistas y 3.000 comunidades.
- Desarrollo del plan de construcción, reconstrucción y mantenimiento de vialidad en todo el territorio nacional. Se llevó a cabo cincuenta (50) soluciones viales a nivel nacional, que han permitido reducir el impacto que ocasiona la congestión vehicular y los tiempos invertidos en la movilización mediante la reducción significativa de estos dos aspectos.
- Puesta en funcionamiento de nuevos sistemas de transporte en lagunas capitales del país, dentro de los que destaca el Bus de Tránsito Rápido (BTR); cuarenta y cinco (45) nuevos sistemas de transporte público superficial con unidades de última generación para trescientas veintinueve nuevas rutas (329) que prestan el servicio a más tres millones de personas (3000.000) en ciento veinte (120) ciudades del país.
- Puesta en funcionamiento de la Planta de Autobuses Yutong, mediante el convenio China-Venezuela, con capacidad de ensamblaje de 14 unidades/día.
- Entrega a través de la banca pública de créditos al sector Transporte para la renovación de flota vehicular. Se entregaron setecientos quince (715) unidades a 405 líneas del país.
- Con el objeto lograr reducir el uso diario de vehículos particulares se ha emprendido al construcción y expansión de los sistemas de transporte masivo, entre ellos:
 - Ampliación y creación de nuevas líneas del Metro de Caracas, que beneficia a más de dos millones (2000.000) de usuarios diarios.
 - Construcción del Metro Los Teques en el estado Miranda, que contiene dos líneas que enlazan con el sistema ferroviario de Caracas.
- Adelantos en la construcción de los Metros de Maracaibo, Valencia y Guarenas-Guatire.

-
- Construcción del Metrocable de Caracas (Sistema de Teleférico) que se une al Metro de Caracas, para beneficiar a los habitantes de los barrios en zonas de pendiente de la ciudad capital.
 - Sistema de Transporte Masivo Trolebús Mérida y el Sistema de Transporte Aéreo por Cable (Trolcable), que beneficia a los habitantes los Municipios Libertador, Campo Elías.
 - Adelantos en el desarrollo del sistema ferroviario nacional que proyecta para el año 20130 una longitud de trece mil seiscientos kilómetros (13.600 km) de rieles.

4. Desechos

Luego de la emergencia nacional declarada por el presidente de la república Hugo Chávez Frías en el año 2006 a causa de la acumulación desmedida de la basura, se crea la Unidad Ejecutora de Desechos Sólidos adscrita al Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (ahora Ecosocialismo y Aguas), cuyo propósito es desarrollar una serie de acciones para coadyuvar con el logro de una gestión eficiente en el manejo de los residuos y desechos sólidos en el país. Entre las acciones emprendidas por esta unidad se tienen:

- Formulación de un plan estratégico nacional para el mejoramiento ambiental y sanitario de las áreas de disposición final de los desechos, el cual contempla la ejecución de obras; el saneamiento y la clausura de vertederos a cielo abierto; y estudios de selección de sitios adecuados para la instalación de rellenos sanitarios en varios estados del país.
- Hasta el año 2016, se llevó a cabo 73 intervenciones de áreas de disposición final en 177 municipios de 23 estados del país, que representa el 52 % de las áreas registradas y beneficiando a más de 23 millones de habitantes.
- Cierre de 16 vertederos no controlados; la transformación 29 vertederos en rellenos sanitarios; y el mejoramiento de la infraestructura y apoyo a las actividades operativas diarias de 20 sitios de disposición final.
- Construcción de 8 nuevos rellenos sanitarios, entre ellos el relleno sanitario de la zona metropolitana del estado Trujillo (Valera-Motatán), inaugurado en el año 2016, que además de recibir los desechos de 8 municipios de ese estado, también dispone los desechos del del municipio Miranda del estado Mérida.
- Como parte del fortalecimiento de las operaciones que implica el manejo de los desechos (recolección, transporte y disposición final), se ha hecho entrega, en comodato a las Gobernaciones, Alcaldías y otras instituciones con competencia en

la materia, 599 camiones compactadores de 20 y 25 yardas cúbicas de capacidad, que ha contribuido incrementar la recolección en un 65 %.

- Formulación y ejecución en el estado Nueva Esparta, de un nuevo modelo de manejo integral de residuos sólidos urbanos (RSU), que cuenta con equipos de alta tecnología y ambientalmente seguros. El Complejo Industrial para el Saneamiento Ambiental del Estado Nueva Esparta (Sanear) se puso en funcionamiento en el año 2015. Presenta 2 componentes independientes y complementarios a su vez. Se trata de las Estaciones de Transferencia, ubicadas en zonas adyacentes a los centros urbanos, donde las unidades compactadoras descargan los residuos diariamente, igualmente en esta estación se embala y compacta el material de desecho. El segundo componente, es el Relleno Sanitario no tradicional, donde se coloca los desechos de forma compactada y en fardos de manera ordenada y estabilizada. La ventaja de éste modelo es que evita la segregación de lixiviados producto de la humedad y el agua de lluvia, y la emisión de gases que se produce por descomposición de la materia orgánica, ya que material de desecho está compactado y embalado.

Luego de la inauguración de este nuevo sistema no tradicional, que atiende a 10 de los once municipios del estado, se procedió a la eliminación del tradicional relleno sanitario. Para la actividad de recolección se utilizan unidades de alta tecnología, y modernos recipientes para el depósito de los desechos, instalados en zonas populares, principales vías y espacios comerciales del estado. La administración del sistema está bajo la responsabilidad de Sistema Ambiental Neoespartano de Aseo y Residuos (Sanear), adscrito a la Gobernación del referido Estado.

Desechos tóxicos y peligrosos. A través del convenio de Basilea (1998), el estado venezolano ha llevado a cabo la transfronterización de 2.024 toneladas de desechos tóxicos y peligrosos. El convenio tiene como finalidad el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.

5. Agricultura

El sector agrícola es uno de los más afectados por el cambio climático. Por tal razón, el estado venezolano ha emprendido un conjunto de acciones de mitigación, mediante el fomento de sistemas agroecológicos sustentables y la implementación de sistemas agrícolas urbanos y periurbanos, entre otras acciones, éstas se presentan a continuación.

Red de laboratorios de insumos biológicos.

- Se ha instalado a nivel nacional 28 laboratorios de producción de insumos biológicos (biocontroladores y biofertilizantes), con el objeto de sustituir el uso de agrotóxicos. Los laboratorios son operados por el Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (Insai), adscrito al MPPAT.
- Desarrollo de protocolos de manejo de bioinsumos para producción de semillas y aplicación de los planes de siembra de maíz, leguminosas y hortalizas.

Conservación de la Agrobiodiversidad.

- Se ha llevado a cabo seis (6) congresos anuales sobre Diversidad Biológica. Dentro de los temas abordados está la Diversidad Cultural y Biológica, para así fortalecer la valoración, conservación, reproducción y distribución de las semillas campesinas, indígenas y afrodescendientes dentro de los movimientos sociales.
- Promoción del movimiento campesino, indígena, intelectual y cultural, tomando como aspecto vinculante la protección de la diversidad biológica y cultural relacionada con las semillas; el emprendimiento de acciones de defensa contra el cambio climático; y el desarrollo de la organización, la difusión de material audiovisual, la formación y organización para la producción de alimentos y semillas en zonas rurales y urbanas con el apoyo del estado venezolano.
- Programa de rescate en la región andina de semillas nativas de papas y otros rubros.
- Incorporación de los rubros rescatados de diferentes variedades en los planes nacionales y políticas públicas sobre semilla.

Agroecología

- Creación del programa nacional “Todas las Manos a la Siembra” liderizado por el Ministerio de Poder Popular para la Educación, con el fin de incorporar en el proceso de aprendizaje del sistema educativo venezolano en todos sus niveles (inicial, primario y secundario) el tema de la agroecología específicamente dentro del eje de Integración Ambiental y Salud Integral.
- Creación de los programas de formación de Licenciatura y Diplomado en Agroecología en la Universidad Bolivariana de Venezuela, Instituto de Estudios Avanzados (IDEA), Instituto Universitario Latinoamericano de Agroecología Paulo Freire (IALA), y el Programa de Huertos Urbanos y Periurbanos.

Programa de Agricultura Urbana y Periurbana Agrociudad.

- Mediante el Fondo Nacional de Desarrollo Agrario Socialista (FONDAS) se implementó a nivel nacional en el año 2009 el programa de Agricultura Urbana y Periurbana, que persigue la organización, la integración familiar y comunal, para así lograr la sustentabilidad en cuanto al mejoramiento y la disponibilidad de los alimentos.
- Creación en el año 2015 en el Distrito Capital la “Secretaría de Caracas Productiva”, con aras de mejorar y apoyar las actividades productivas agroecológicas. Se registraron para dicho año 550 experiencias productivas en la ciudad. De esta forma, se contribuye a la reducción de la vulnerabilidad al cambio climático en el área de producción de alimentos.

Creación del Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Urbana.

En el año 2016 se crea el Ministerio del Poder Popular de Agricultura Urbana (MPPAU), para impulsar y llevar a cabo los planes, programas y proyectos de producción agroalimentaria; transformación de alimentos; fortalecimiento de la economía agrícola, avícola y pecuaria urbana, dentro de las ciudades y sus adyacencias; fomento de la producción de autoabastecimiento sustentable a pequeña escala; mejoramiento de la cadena productiva (productor-consumidor); garantizar la seguridad y la soberanía alimentaria en la nación; y fortalecer el Poder Popular.

Reducción de los Riesgos Climáticos en las Actividades Agropecuarias.

En conjunto con el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (Inameh), se adelantan acciones para contribuir a la reducción de riesgos en la producción agrícola y el uso eficiente del recurso agua y de insumos agrícolas en general. Entre los resultados esperados están:

1. Reducir impactos de veranillos y sequías meteorológicas.
2. Escogencia de pastos resistentes a sequías y zonas de anegamiento.
3. Selección de zonas adecuadas para implementar cultivos con un manejo integral de los recursos hídricos.
4. Diseño de mapas de calendarios de siembra para todas las zonas agrícolas del país.
5. Establecimiento de la zonificación agroclimática, para unos 15 cultivos prioritarios.

6. Programa de monitoreo permanente de los eventos extremos climáticos (sequías, excesos de lluvia) que puedan afectar la productividad.

Plan Nacional de Ambiente.

Uno de los enunciados de este plan reza: “Detener los procesos de desertificación de los suelos y enfrentar las causas que lo provocan y fomentar el desarrollo de la agricultura diversificada como garantía de la seguridad agroalimentaria y el bienestar social de las comunidades asentadas en las zonas afectadas.” Sobre la base de dicho enunciado se han diseñado programas y proyectos que proporcionen alternativas tecnológicas y coadyuven con la sustentabilidad del sector agrícola. Entre ellas están:

1. Programa de capacitación, acompañamiento y asistencia técnica para la organización comunitaria, y el desarrollo agrícola en la nación.
2. Desarrollo y consolidación de la agricultura urbana y periurbana a través de planes de formación y acompañamiento, y así consolidar las unidades de producción agroecológica y crear centros para la producción de semillas, abonos, plantas ornamentales y medicinales.
3. Programa de difusión de tecnologías y de formación a organizaciones financieras y microempresas, además del acompañamiento en el manejo integral de cultivos en las unidades de producción de todo el país.
4. Planes de formación e inducción de agricultores, para la sustitución de agroquímicos por los bioinsumos producidos en los laboratorios nacionales para el control biológico de plagas y enfermedades, y la promoción de prácticas para minimizar las actividades de labranza.
5. Planes de rehabilitación de sistemas de riego y recuperación de obras de servicios básicos de infraestructura agrícola (pozos, estructuras hidráulicas y vialidad rural) en varios estados del país.
6. Conservación y uso sostenible de los bosques

La conservación y el manejo sustentable de los bosques es una prioridad de la RBV: actualmente posee una superficie boscosa estimada en 47,7 millones de hectáreas contenida de diferentes tipos de vegetación natural arbórea y arbustiva, y bosques plantados. Representa el 5,55 % de la superficie boscosa de América Latina y el Caribe, y 1,25 % de la superficie mundial (RBV, 2010).

La permanencia del bosque incide en la mitigación, ya que permite el incremento

en la captura de CO₂, y actúa como sumideros. Entre las medidas que ha establecido la RBV para preservar las formaciones boscosas se presentan seguidamente:

- **Empresa Nacional Forestal (Enafor).**

Las acciones de mitigación al cambio climático que la empresa estatal ENAFOR ha desarrollado, que están contempladas en Plan de Manejo Forestal Sustentable de la Unidad V de la Reserva Forestal Imataca (RFI), se presentan a continuación: Puesta en práctica el nuevo modelo de producción forestal en una superficie de 166.350 ha, y una proyección de 1 millón de hectáreas.

Como parte de los estudios de línea base desarrollados por le empresa dentro de las unidades III y V respectivamente, se estimó en una superficie de 200.000 ha de bosques intervenidos y no intervenidos que el carbono almacenado equivale a 159 ton/ha. Por lo tanto, en las 200 mil ha, se almacena 31.millones 800 mil ton de C (116.388.000 *tCO₂eq*).

Se estima para los primeros cinco años del proyecto, evitar las emisiones directas de 1.millon 136 mil 759,35 *tCO₂eq* en 25.000, lo que es lo mismos a 227 mil 351 *tCO₂eq* en 5.000 ha al año. De las emisiones indirectas se estima 18 millones 188 mil 149 *tCO₂eq* para los cinco años del proyecto en 80.000 ha, o sea, 3.millones 637 mil 629 *tCO₂eq* por año. Se estima como línea base una pérdida de 453 mil 135 ton al año de CO₂eq, debido al uso de técnicas forestales convencionales en una superficie de aprovechamiento de 5.000 ha al año.

Participación de las comunidades a las actividades que implica el manejo forestal sustentable, entre ellas: agroforestería, mediciones de árboles, piqueros, viveristas y desarrollo social. Creación del Banco de Germoplasma para la preservación de especies forestales.

- **Misión árbol.**

Este programa de reforestación con fines educativos, conservacionistas, agroforestales e industriales, da inicio en el año 2006, con el propósito de recuperar áreas boscosas intervenidas y para el manejo de alternativas socio productivas sustentables, con la participación activa de las comunidades organizadas, el sector educativo formal y diferentes instituciones públicas.

El mismo contempla la recolección de semillas, producción de plantas en viveros institucionales, escolares o comunitarios, la plantación y el mantenimiento

por un período de cuatro años continuos.

La misión se orienta a lograr el manejo integral, sustentable y a fomentar el buen vivir. Para el año 2015, ya se han establecido 30 millones de plantas.

- **Bosques Compensatorios.**

Tal y como lo establece los instrumentos legales en materia ambiental de la RBV, se deben aplicar medidas compensatorias a los impactos negativos causados al ambiente por el desarrollo de actividades que implican su afectación. Sobre éste particular, Petróleos de Venezuela Sociedad Anónima (Pdvsa) ha llevado a cabo las siguientes iniciativas:

- Se ha abocado, enmarcado dentro del compromiso social y ambiental, a la implementación y cuidado de bosques compensatorios, mediante plantaciones forestales de carácter productor y sumideros (captura) de carbono.
- En la refinería El Palito se mantiene una extensión aproximada a las 8 mil ha de bosque natural asentados dentro de la subcuenca del río Sanchón con fines de captura de carbono. Conjuntamente con el ente rector en materia ambiental (Minea), llevan a cabo el establecimiento, dentro de la mencionada superficie boscosa, de parcelas para llevar a cabo la evaluación y cuantificación del carbono fijado.
- Pdvsa, hasta la fecha ha establecido 3 mil 289,76 ha de plantaciones forestales, distribuidas en doce estados del territorio nacional.
- En la Faja Petrolífera del Orinoco (división Junín), mantiene una plantación de eucalipto de los géneros *Urophylla* y *Urograndis*, contenida en un área de aproximadamente 4 mil 138 ha, que tienen edades de entre diez y catorce años. Inicialmente la plantación estaba destinada a la extracción de celulosa para la producción de pulpa y papel, no obstante, actualmente cumple la función de sumidero de carbono.

Proyecto de monitoreo de la cobertura forestal en la región amazónica

Como parte de las políticas de integración regional que adelanta la RBV, con los países que forman parte de la gran cuenca amazónica, ha implementado conjuntamente con La Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), dentro del plan estratégico 2004-2012, sistema de carácter participativo de monitoreo de la cobertura forestal en la Amazonía, como parte de las acciones de fortalecimiento de la coordinación

regional para manejo forestal. En este orden de ideas se han llevado a cabo los siguientes actividades:

- Formulación del proyecto Monitoreo de la Deforestación, Aprovechamiento Forestal y Cambios en el Uso del Suelo en el Bosque Panamazónico, cuyo propósito es desarrollar y poner en práctica sistemas participativos de monitoreo, manejo, mapeo y fiscalización de la deforestación, aprovechamiento forestal y cambios del uso de la tierra, utilizando herramientas y métodos diseñados por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales de Brasil (INPE), entre ellos destacan los sistemas TerraAmazon, TerraClass y la Metodología Prodes Digital, que apuntan a promover las plataformas de coordinación regional con fines de disminuir los índices de deforestación y mejorar la gobernanza, la planificación, la gestión y el manejo sustentable de la amazonia como la mayor extensión boscosa de América Latina y el mundo.
- En la RBV el proyecto es coordinado conjuntamente con la OTCA por el MINEA
- El área de estudio es parte de los estados Amazonas y Bolívar, que presenta una superficie de 43 millones 153 mil 276 ha, aproximadamente el 17% del territorio nacional.
- El proyecto actualmente presenta dos salas de observación, totalmente equipadas, con más de quince ordenadores para llevar a cabo el monitoreo y la observación. Las salas están instaladas en la sede central del MINEA en Caracas y en el estado Mérida dentro de las instalaciones del Instituto Forestal Latinoamericano (IFLA), ente adscrito al MINEA. Del personal técnico que lo integra ha sido capacitado en el INPE de Brasil.
- Tanto las herramientas y el personal técnico, conjuntamente con los expertos consultores venezolanos tiene la misión de formular el Plan Nacional de Monitoreo de la Cobertura Forestal de Venezuela.

Programa de Prevención y Control de Incendios Forestales.

Con el objeto de proteger el patrimonio forestal contenido dentro de las diferentes figuras de protección tales como Parques Nacionales, Monumentos Naturales, entre otros, se han atendido durante el período 2011-2015, oportunamente unos 2 mil 883 incendios de vegetación ocurridos dentro de las áreas protegidas administradas por el Instituto Nacional de Parques (Inparques). Las acciones de control, prevención y combate de este tipo de eventos se ha resguardado el 98.47% de las zonas boscosas ubicadas dentro de las áreas protegidas del país.

Estrategia Nacional para la Conservación de la Diversidad Biológica (ENCDB) 2010-2020.

Esta Estrategia formulada para cubrir el período 2010-2020 y su respectivo Plan de Acción Nacional (PAN), el cual contempla el marco metodológico, conceptual y político, son instrumentos que forman parte del Segundo Plan Socialista de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2013-2019 (Plan de la Patria). Su objeto es llevar a cabo, soberanamente, las acciones de conservación y aprovechamiento sustentable de la diversidad biológica, y reducir la vulnerabilidad ante los impactos desfavorables que ocasiona del cambio climático.

Tanto la ENCDB y el PAN fueron elaborados con la participación activa de las comunidades organizadas, estudiantes, colectivos, profesores, funcionarios y militantes, mediante un conjunto de talleres que conformados por mesas de trabajo donde se disertó sobre diferentes temas. Se contó con la participación de más de 5 mil personas a nivel nacional. Durante las jornadas, se produjeron debates que permitieron la inclusión de las distintas visiones de mundo presentes en nuestro territorio, promoviendo la planificación estratégica desde las realidades locales y aprovechando las fortalezas de las diferentes regiones del país.

Instrumentos Técnico-Jurídicos

La Dirección General de Patrimonio Forestal del MINEA, ha formulado una serie de resoluciones técnicas legales destinadas a la preservación de los bosques, que entraron en vigencia durante los años 2008-2009. Entre estos instrumentos legales se tienen:

- Resolución que incorpora un nuevo método de cálculo de volumen de madera extraída del bosque basada en la fórmula de Smalian, que permite contabilizar el 95 % el volumen real a extraer. Contiene también la regulación en el aprovechamiento de especies forestales mediante el establecimiento de los diámetros mínimos de cortabilidad, que procura garantizar los procesos de sucesión ecológica, la estructura del bosque y la permanencia de la biodiversidad.
- Resolución para la selección y registro de árboles semilleros; y la creación de bancos de germoplasma y fuentes de semillas. Esta medida apunta a garantizar la mega diversidad de los bosques nacionales y promover el uso de técnicas de bajo impacto para el aprovechamiento forestal, de manera que se logre reducir los efectos negativos en el bosque que han sido causados por técnicas de extracción tradicionales.

Estas acciones dan muestra de las políticas públicas implementadas por el Gobierno Nacional en aras de llevar a cabo el desarrollo sustentable de los recursos naturales de la nación, con un enfoque ecosocialista y por ende generar las acciones para la lucha contra los efectos que genera el cambio climático.

II. Capacidades nacionales para el logro del objetivo de la convención

En esta sección de la segunda comunicación nacional sobre Cambio Climático presentado por la RBV ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), recoge dentro de la agenda nacional los aspectos y acciones relacionados con la tecnología, investigación, educación y fomento de capacidades nacionales que el país en los últimos años ha emprendido para enfrentar los efectos adversos del cambio climático.

Ante la sentida necesidad de abordar este importante tema, el Gobierno Bolivariano ha tomado como política de Estado, enmarcando dentro de las estrategias nacionales de sustentabilidad de desarrollo las acciones para la adaptación y mitigación al cambio climático y las responsabilidades asumidas ante la CMNUCC. En os siguientes cuadros se muestra las actividades y acciones emprendida por el gobierno nacional en dicha materia.

A. Transferencia de Tecnología.

Desde la llegada de la Revolución Bolivariana en el año 1999, se ha establecido como política de estado el desarrollo científico y tecnológico con miras de incrementar y fortalecer las áreas de producción de bienes y servicios, acceder a la transferencia tecnología de manera desagregada, y encaminar al país a su conversión en una potencia, contando con la participación activa y protagónica del poder popular.

La carta magna (CRBV), en los artículos 110, 129, 305 y 307, reconoce como “interés público la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones” como aspectos de vital importancia para asegurar el desarrollo económico, social y político, la seguridad alimentaria y la transferencia tecnológica. En base al instrumento legal fundamental se trazan las políticas de estadio que en materia tecnológica y de investigación ha llevado a cabo las siguientes acciones:

- Convenios de intercambio y cooperación establecidos por el gobierno nacional con otros países, con instituciones y centros de investigación, y mediante los programas

y proyectos, han permitido impulsar la transferencia tecnológica. Este aspecto a su vez, ha contribuido en el fortalecimiento del desarrollo social y el conocimiento, y ha ampliado la experiencia en materia de innovación y desarrollo tecnológico.

- Desde la creación por el gobierno Bolivariano y Revolucionario en el año 2000 del Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT), actualmente Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria, Ciencia y Tecnología, se ha impulsado la transferencia tecnológica, apoyándose en un conjunto de entes adscritos, unos recientemente creados y otros fortalecidos, además de la participación de otras instituciones públicas nacionales y estatales, que cumplen un rol esencial en el desarrollo y la investigación científica y tecnológica, a saber:

- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT).
- Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC).
- Centro de Investigación del Estado para la Producción Experimental Agroindustrial (CIEPE).
- Fundación Instituto de Ingeniería (FII).
- Centro de Investigaciones de Astronomía (CIDA).
- Fundación Venezolana de Investigación Sismológica (FUNVISIS).
- Instituto de Estudios Avanzados (IDEA).
- Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP).
- Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT).
- Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres (CENDITEL).
- Centro Nacional de Innovación Tecnológica (CENIT).
- Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (ONCTI).
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA).
- Fundación Instituto Zuliano de Investigaciones Tecnológicas (INZIT).
- Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (FUNDACITE).
- Centro Nacional de Tecnologías de Información (CNTI).

- Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE).
- Venezolana de Industria Tecnológica (VIT).

Los instrumentos legales de la RBV, a parte de la carta magna, y algunas políticas que se vinculan al desarrollo de la ciencia y tecnología que han sido promulgadas e impulsadas desde el año 2000, que sustentan las políticas de estado, se señalan a continuación:

- Ley Orgánica de Ciencia Tecnología e Innovación (LOCTI). Año 2001.
- Reforma Parcial de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI). Año 2005.
- Plan de Ciencia Tecnología e Innovación (2005-2030). Año 2005.
- Misión Ciencia I. Registro Nacional de Inventores y Tecnólogos Populares y Profesionales de la Ciencia y la Tecnología. Año 2006.
- Misión Ciencia II. Redes de Innovación Productiva RIP. Año 2006.
- Reforma Parcial de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI). Año 2010.

Cabe destacar que el CENIT desarrolla trabajos orientados a facilitar los procesos de transferencia de tecnología desde países cooperantes hacia Venezuela. Por lo tanto, los convenios de cooperación internacional en esta materia se diligencian a través de este ente, que presenta como uno de sus objetivos generar las condiciones necesarias para crear las condiciones fundamentales para revertir la tendencia de dependencia foránea. Entre las experiencias más resaltantes en materia de transferencia tecnológica son las que se han suscrito con los países China, Cuba e Irán.

1. Programas, proyectos y experiencias en Transferencia Tecnológica.

Programa Sembrando Luz

Este programa que es producto de las alianzas internacionales, en esta caso La Alianza Bolivariana para los Pueblos de Nuestra América (ALBA-TCP), con la participación específica de Cuba, dio inicio en el año 2005 bajo la coordinación de FUNDELEC, cuyo objetivo está orientado a incentivar la investigación, el desarrollo y la promoción en el uso adecuado de las fuentes energéticas renovables, con miras a cubrir las necesidades de energía que presentan las comunidades aisladas de la RBV, y contribuir con el Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Dentro de los resultados generados están:

- Variados proyectos de plantas potabilizadoras y desalinizadoras.
- Instalación de sistemas de producción de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de energía solar, donde se ha utilizado la experiencia tecnológica en este campo de los países España, Suiza y Alemania.

Proyectos de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Cytel.

Los proyectos Cytel tienen como propósito desarrollar la investigación aplicada a través de equipos de investigadores, empresarios y expertos. Esta iniciativa es propiciada por los gobiernos de países iberoamericanos con la finalidad de contribuir con el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación. Uno de sus objetivos fundamentales es la transferencia de las experiencias obtenidas a los sistemas productivos los países que son participantes. Los proyectos de mayor relevancia se nombran a continuación:

1. Aplicaciones industriales de la energía solar a temperaturas bajas y medias.
2. Macro acumuladores de energía térmica.
3. Nuevas tecnologías al tratamiento de aguas para consumo humano.
4. Nuevas tecnologías de climatización de bajo impacto ambiental con el uso de energías renovables.
5. Sistemas de abastecimiento de agua en zonas rurales a través del bombeo fotovoltaico.
6. Nuevas tecnologías de cocinas solares.

Uso de Energías Limpias.

La producción de energía eléctrica en el país, en su mayor proporción (cerca del 65 %) se genera a través del aprovechamiento de su potencial hidroeléctrico. Actualmente se plantean nuevos proyectos hidroeléctricos, con el objeto de mantener la independencia tecnológica en cuanto a la generación de electricidad se refiere y de esta forma prevalecer ante los estándares internacionales establecidos en lo que respecta al manejo de una energía segura y limpia, lo cual se traduce en el ahorro de millones de barriles de petróleo y por ende contribuir con la disminución de emisiones de gases de efecto de invernadero y evitar las consecuencias que genera el fenómeno. Igualmente se adelantan iniciativas dirigidas a la generación de nuevos proyectos que permitan la producción de energía limpia, mediante el uso de la energía eólica y la solar.

Experiencia en la producción de Energía Eólica

Desde el primer Encuentro Nacional Energético del año 1999 se viene promocionando el uso de fuentes alternas de energía. En lo que respecta a la generación de energía eléctrica, durante el gobierno Bolivariano y Revolucionario, se han impulsado las siguientes iniciativas:

- En el año 2004 se impulsó el programa Sembrando Luz, que cobra mayor auge una vez que el Ministerio del Poder Popular para Energía Eléctrica a través de su ente adscrito CORPOELEC, pone en funcionamiento en el año 2007 la Unidad de Fuentes Alternas de Energía (UFAE)
- LA UFAE se plantea, como primer objetivo, la formulación del Plan Nacional de Generación Eólica, que contempla el desarrollo de cuatro parques de generación eólica con una meta de producción de 172 MW, en zonas con velocidades de viento mayores a 8 m/s, que son:
 1. P.E Araya en el estado Sucre.
 2. P.E Nueva Esparta en el estado Nueva Esparta
 3. P.E Jurijurebo-Paraguaná en el estado Falcón y
 4. P.E La Goajira en el estado Zulia.

Se ha desarrollado el P.E de Paraguaná. Mediante un convenio binacional Venezuela – Portugal, con la participación conjunta de PDVSA-CRP (Complejo Refinador Paraguaná) y GALP Energía (empresa petrolera de Portugal). Hasta el año 2014, se ha reportado la colocación de 24 autogeneradores que producen 31,68 MW, que entraron en funcionamiento en diciembre del año 2012.

- La puesta en funcionamiento del P.E Paraguaná, se permitió el ahorro de 255.059 barriles de gasoil, contribuyendo así a la seguridad y a la diversificación en el suministro de energía.

Programa de sustitución de aires acondicionados

Para el año 2010, en la RBV se estima que un 48% de los hogares utilizan sistemas de aire acondicionado. El gobierno nacional a través del convenio China-Venezuela, y por medio del MPP para la Energía Eléctrica y sus entes adscritos CORPOELEC Industrial y CORPOELEC, han llevado a cabo el Programa de Sustitución de Aires Acondicionados

cuyo objetivo es la sustitución de equipos de alto consumo por equipos ahorradores, lo cual ha contribuido a reducir la demanda energía a 397,5 MW. Este programa está enmarcado dentro del quinto objetivo histórico del Plan de la Patria cuyo manifiesto es “contribuir con la preservación de la vida en el planeta y la salvación de la especie humana”.

Agencia bolivariana para actividades espaciales

En el año 2008, el gobierno Bolivariano y Revolucionario de la RB de Venezuela, crea la Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE). Una institución de carácter especializado, técnico y asesor, cuyo propósito es adelantar políticas y líneas de trabajo en lo que respecta al uso del espacio ultraterrestre con fines pacíficos. Su misión es la planificación, la organización y la coordinación, enmarcándose dentro de los principios socialistas para el uso y desarrollo de la ciencia y tecnología espaciales. Además, tiene la finalidad de formular planes, proyectos y programas que contribuyan con la inclusión social, el fomento a la formación del talento humano y fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) en materia espacial. Desde su creación esta Agencia ha generado los siguientes resultados:

- Lanzamiento de los dos satélites venezolanos: satélite Simón Bolívar (Venesat-1) y el satélite Miranda (VRSS-1), que entró en fase de operación en octubre del año 2008.
- El satélite Miranda (VRSS-1), entró en operación en septiembre del año 2012. Fue puesto en órbita desde el Centro de Lanzamiento de Jiuquan de la República Popular China. Entre sus funciones está la captura de imágenes satelitales por medio de cámaras de alta resolución, insumos éstos que contribuyen con la formulación de proyectos y programas por parte de los entes gubernamentales, académicos e institucionales en el campo ambiental, la planificación urbana, la defensa, la gestión de riesgos, el sector agrícola, entre otros (ABAE, 2016).
- El satélite Miranda (VRSS-1) equipado con dos cámaras de alta resolución (PMC) y dos cámaras multiespectrales de barrido ancho (WMC), con un peso de 880 kilogramos, es operado y controlado por personal calificado venezolano desde la Estación Terrena de Control Satelital de la Base Aeroespacial Manuel Ríos, ubicada en el estado Guárico, y desde las instalaciones del Sistema de Aplicaciones Terrestres (SAT) ubicado en la Base Aérea Francisco de Miranda (La Carlota). Desde dichos centros de operación se procesan los datos y se lleva a cabo la distribución de las imágenes a las diversas instituciones y usuarios de la plataforma. De esta forma se afianzan las bases para el logro de la autonomía e independencia tecnológica, cuyo

norte apunta a la resolución de problemas y lograr la satisfacción de las necesidades de la población (ABAE, 2016).

- Los satélites venezolanos presentan su órbita a unos 639 kilómetros de la superficie terrestre, con una velocidad de desplazamiento de 28 mil km/h. Hasta la fecha, ha orbitado 16 mil veces alrededor del planeta.
- El satélite Miranda, para el mes de septiembre de año 2016 ha generado la captura de 286.204 imágenes, 215.779 de estas capturas son del territorio Venezolano, el Caribe y Sur América, y 61.619 de estas capturas han sido cedidas a instituciones públicas, privadas y organizaciones del Poder Popular (ABAE, 2016).

La Agencia plantea para finales del año 2017 la puesta en órbita del tercer satélite venezolano que será denominado Antonio José de Sucre.

Industria electrónica Orinoquia

En el año 2009 el Gobierno Nacional instala la Industria Electrónica Orinoquia S.A., con capital Chino - Venezolano (35 % y 65 % respectivamente). Tiene como funciones:

- El ensamblado de equipos celulares desarrollando el modelo productivo de punto y círculo, en la búsqueda de promover, articular y desarrollar acciones conjuntas con la comunidad, contribuyendo así con el impulso del nuevo concepto de la economía socialista.
- Llevar a cabo la fabricación, adquisición, desarrollo e investigación de equipos terminales de telecomunicaciones para el desarrollo social, apoyándose en la transferencia tecnológica en Venezuela que es suministrada por la Corporación China Huawei
- La transferencia tecnológica a la compañía Orinoquia permite la fabricación de diferentes modelos de equipos electrónicos como tabletas, dispositivos de conexión inalámbrica, y teléfonos celulares de cuarta generación para la conexión a la red 4G-LTE.
- A través de esta iniciativa, la estatal Telecomunicación Movilnet C.A. (Movilnet), en 6 años (2009 al 2015) distribuyó más de 10 millones de equipos en el país, garantizándole a la población el acceso al servicio de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). (Conatel, 2015).

2. Misiones socialistas, con incidencia directa o indirecta en la mitigación a los impactos del cambio climático.

Las Misiones Sociales y Grandes Misiones son figuras creadas por el gobierno Bolivariano y Revolucionario para garantizar masivamente a la población Venezolana el disfrute de los derechos sociales que contempla la CRBV. Algunas se destacan, de manera directa o indirectamente en acciones de lucha para mitigar los impactos ocasionados por el cambio climático, mediante el uso de técnicas y herramientas tecnológicas avanzadas. A continuación se muestran algunas de las misiones que cumple con éste rol.

Misión Transporte:

- Ha implementado el transporte masivo mediante el uso de energías limpias. Los sistemas hasta ahora elaborados, en desarrollo, o ampliados son: el Metro de Los Teques, de Valencia, de Maracaibo, ampliación del Metro de Caracas, el cable tren Caracas, construcción del Metro cable de Caracas y Trol cable de Mérida.
- Ha llevado a cabo la reorganización de rutas urbanas y ha puesto en marcha el sistema de transporte público en estas rutas, usando como mecanismo de impulso la energía eléctrica. El uso de esta energía ha permitido la reducción en el consumo de combustible fósil, medida mitigante que incide en la reducción de emisión de gases de efecto invernadero.
- Está en pleno proceso de construcción el Sistema Ferroviario Nacional, que permitirá optimizar el transporte de carga, la movilización masiva de usuarios, el ahorro de energía fósil, y el desarrollo y uso de tecnologías que favorecerán las acciones para la mitigación del cambio climático.

Misión Vivienda Venezuela

- Ha permitido a las familias de escasos recursos y las afectadas por las vaguadas el acceso a viviendas económicas y armonizadas con el ambiente.
- Ha impulsado a través de la transferencia de tecnología mediante los convenios con China, Irán y Bielorrusia la creación de sistemas constructivos innovadores, la implementación de tecnologías locales, y la reorganización de los espacios urbanos.
- Planificación y construcción de nuevos complejos habitacionales, que han ido acompañados de programas de disminución de impactos ambientales sobre los ecosistemas producto de la deforestación, la ocupación de zonas vulnerables, y de alto riesgo. Igualmente, ha permitido el acceso a las condiciones de salubridad, y al uso eficiente de los servicios básicos, que son disfrutados por los cientos de miles de habitantes de los nuevos complejos habitacionales.

Misión Revolución Energética

- Tiene como propósito lograr la distribución justa del potencial energético que presenta la nación, bajo el enfoque ambientalista.
- Dentro de las acciones precisas que ha impulsado se tienen: la restitución de plantas ineficientes, con el reemplazo a nuevas tecnologías, pasando del uso de diesel al gas natural, lo cual reduce el consumo de grandes cantidades de petróleo y la disminución de emisión de gases a la atmósfera; y la puesta en marcha del programa de sustitución de bombillos incandescentes por bombillos ahorradores.

B. Investigación, monitoreo y observación sistemática

El Ministerio del Poder Popular para Educación Universitaria, Ciencia y Tecnología (MPPECT) ha realizado el financiamiento de 128 proyectos de investigación sobre el tema del cambio climático, que fueron escogidos mediante convocatoria nacional abierta, dirigida a las comunidades organizadas, fundaciones, universidades y centros de investigación. Tiene como objeto la producción de alternativas y soluciones reales para minimizar los efectos del cambio climático a través de medidas mitigantes y adaptativas.

Los áreas objeto de investigación son las energías complementarias, la producción agrícola sustentable, la educación, la vivienda, el inventario de emisiones, la información básica, los modelos predictivos, y la conservación y uso sustentable de la diversidad biológica.

Por otro lado, los programas de monitoreo y observación diseñados para el seguimiento de las variables más relevantes en el análisis del comportamiento del clima en las distintas regiones del país, están destinados a evaluar los aspectos meteorológicos y oceanográficos.

Los logros obtenidos durante la última década se basan en el incremento de las capacidades de la nación en la observación hidrometeorológica, la predicción del clima y el seguimiento en tiempo real de ciertos parámetros ambientales. A continuación se señalan dos de los proyectos más relevantes:

1. Densificación de la red existente de estaciones hidrometeorológicas automáticas a nivel nacional

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) actualmente lleva a delante el proyecto de automatización de la red hidrometeorológica del país, con el fin de obtener información a tiempo real. El propósito es la recuperación de registros históricos y

extender el espectro espacial en relación a los aspectos climáticos e hidrológicos en el país. A la fecha, se han instalado cerca de 300 estaciones hidrometeorológicas, al igual que se sigue con la ejecución de proyectos y convenios para ampliar más la red existente nacional.

La data obtenida de las estaciones ha contribuido a:

- La elaboración de estudios, desarrollar y correr modelos matemáticos en el país, cuyos productos son a su vez el insumo para llevar a cabo investigaciones en cambio climático.
- La data obtenida en las estaciones también es utilizada como variables relevantes meteorológicas para proceder al estudio y seguimiento del fenómeno de El Niño/Oscilación del Sur, que es analizada por el personal técnico de INAMEH.
- Elaboración de pronósticos meteorológicos para su difusión a nivel nacional en cuanto a los comportamientos diarios, mostrar tendencias climáticas, generar avisos y alertas, entre otros aspectos informativos.

2. Sistema de medición y monitoreo en tiempo real de las condiciones de la región marino-costera Venezolana.

El sistema, en fase de ejecución, tiene como objeto llevar a cabo el monitoreo a tiempo real de las realidades ambientales de la zona marino costera venezolana, mediante la obtención y análisis de datos de parámetros tales como: mareas, altura de olas, corrientes marítimas, temperatura del mar, oxígeno disuelto, conductividad, salinidad, precipitación, insolación, humedad, vientos, entre otros.

Se establecieron siete estaciones de medición para tal fin en el área de costa de Venezuela, específicamente en los siguientes zonas: Amuay; Pto Cabello; La Guaira; Punta de Piedras; Cumaná; Carúpano; y Puerto de Hierro.

Las estaciones, permitirá la captura de datos de forma continua y en tiempo real, para ser utilizados por los equipos de planificadores, supervisores y encargados de las tomas de decisiones en los planes de gestión de los recursos costeros. La información obtenida y analizada contribuirá con la generación de acciones adaptativas al cambio climático.

El manejo del sistema es de carácter integrado y gestionado por las siguientes instituciones: Servicio de Hidrografía y Navegación de la Armada Nacional Bolivariana (SHN), Fundación Venezolana de Investigación Sismológica (FUNVISIS), Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB), Instituto Nacional de Meteorología

e Hidrología (INAMEH), Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA), Puertos del Estado Sucre, y Fundación La Salle. La coordinación del sistema estará bajo la responsabilidad de la Unidad Técnica de las Zonas Costeras del Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo.

El sistema permitirá obtener información a tiempo real, transmitir los datos mediante un sistema de conectividad de alta disponibilidad diseñado para la red de estaciones multipropósito, que está constituido por dos medios o sistemas de comunicación independientes, lo cual asegura la recepción de los datos con un alto grado de disponibilidad. Estos medios son:

- Sistema de comunicación satelital, que conectará a través de componentes adecuados las casetas multipropósito con las instalaciones donde se ubica la sede del MINEA, el SHN, y FUNVISIS. Las comunicaciones se realizarán con el satélite Simón Bolívar a través de la banda disponible de FUNVISIS, mediante terminales de apertura pequeña (VSAT).
- Dos tramos de comunicación a través de radioenlaces. El primero mediante enlace radioeléctrico directo entre la caseta multipropósito y una instalación seleccionada en el sector que contenga la posibilidad de comunicación con datos convencionales. El segundo que transmite los datos entre las instalaciones del sector seleccionado y las instalaciones del MINEA, a través de la plataforma de CANTV.

C. Organización popular y participación

La participación de la sociedad mediante la organización de las comunidades, se traduce en una herramienta fundamental para contribuir con la reducción de la vulnerabilidad causada por los efectos del cambio climático. En la RBV, según el censo comunal levantado en el año 2013, existe en todo el país cuarenta mil treinta y cinco (40.035) consejos comunales, mil cuatrocientas un (1.401) comunas, mil doscientos noventa y cuatro (1.294) salas de batalla social, y veintiocho mil setecientos noventa y un (28.791) movimientos sociales. Que en total suman setenta y un mil quinientos veintidós (71.521) organizaciones sociales. Para el año 2015 se sumaron mil trescientos setenta y siete (1.377) comunas y cuarenta y cinco mil trescientos treinta y tres (45.333) consejos comunales.

Entre las acciones desarrolladas por estos modelos de organización, que coadyuvan a la reducción de la vulnerabilidad producto del cambio climático se tiene: la autoconstrucción, la producción sustentable, acciones para el buen vivir, la materialización al acceso de los servicios básicos, y el aporte de iniciativas para la planificación y el aprovechamiento

sano y seguro de los espacios para la vida.

Igualmente existe en el país organizaciones ambientalistas que generan acciones e iniciativas orientadas a lograr un ambiente en equilibrio con la satisfacción de las necesidades de la población en general.

D. Gestión de Riesgos, Emergencia y Desastres

La protección y defensa de la soberanía del Estado Venezolano y de sus recursos naturales es uno de los objetivos estratégicos nacionales, que a su vez son elementos de garantía para la permanencia de la población venezolana, para atacar y reducir los problemas ambientales, además de contrarrestar y reparar las causas y efectos producidos por el fenómeno del cambio climático.

La Ley de Gestión Integral de Riesgos Socio Naturales y Tecnológicos promulgada en el año 2009 nace del nivel de conciencia generada por el factor de relación entre el cambio climático - riesgos y desastres, y a la necesidad de formular acciones para conllevar a su reducción. Es estado de prioridad el factor riesgo en los procesos de planificación del Estado, y en la formulación de políticas nacionales para el sector salud en emergencias y desastres. A través de dicho instrumento legal, el Estado ha desarrollado iniciativas conducentes a la construcción de políticas nacionales y locales en materia de planificación orientadas al manejo integrado de los riesgos, la mitigación y la prevención, para así enfrentar los desastres y reducir las vulnerabilidades. A continuación se presentan las iniciativas de mayor relevancia:

- Plan Nacional de Gestión de Riesgos desarrollado en el año 2015, desarrollado con la participación del personal técnico del Viceministerio para la Gestión de Riesgo y Protección Civil (VGRPC), y de expertos nacionales e internacionales en gestión de riesgo. Se tomó como base los siete objetivos globales para la prevención y respuesta a catástrofes desarrollados en la Tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre la Reducción del Riesgo de Desastres, celebrada en el mes de marzo del año 2015 en Sendai - Japón. De los elementos estratégicos de relevancia están el estudio, identificación y delimitación del riesgo como base en el proceso de planificación, y la formulación de proyectos de mitigación de riesgo para toda la nación venezolana.
- En el año 2016, se desarrolló una herramienta interactiva múltiple que ha contribuido a fortalecer los programas de Protección Civil del estado Venezolano, en lo que respecta a la reducción del impacto de los desastres y la mitigación de riesgos en las fases de prevención, preparación y atención de emergencias. Esta herramienta denominada Atlas de Exposición ante Amenazas Socionaturales y Tecnológicas,

presenta información en diferentes ámbitos entre ellas información nacional de las veinticuatro entidades federales, los veintitrés estados y el Distrito Capital; y capas de información espacial sobre base topográfica, infraestructura, información básica y amenazas.

- Para la construcción de la herramienta, se contó con la información suministrada por el MINEA, MPPS, INAMEH, FUNVISIS, INGEOMIN, y el IGVSBS, además de haber contado con la cooperación del PNUD y de la Total Oil and Gas Venezuela.
- El Registro Nacional de Información para la Gestión Integral de Riesgo de Desastres tiene como fin garantizar la integración y estandarización de información interinstitucional, contando con la creación y el fortalecimiento de una plataforma tecnológica que facilite la consulta a las instituciones públicas y privadas de todo el territorio nacional.
- El establecimiento de los indicadores de vulnerabilidad en los aspectos ambiental, social, físico, institucional y económico, adaptados a la realidad nacional, que permitan el levantamiento de información en cuanto a condiciones de fragilidad, exposición y capacidades en cada uno de los aspectos antes señalados. Dichos indicadores serán instrumentos que contribuirán con el proceso de planificación y gestión llevado a cabo por instituciones públicas y privadas en todo territorio nacional.
- La implementación de los Gabinetes Municipales de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos, basándose en el artículo 14 de la Ley de Gestión de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos, permitirá la coordinación de acciones, y dar cumplimiento a la política nacional en gestión de riesgo a nivel nacional.
- Elevar las capacidades locales en materia de gestión integral de riesgos socionaturales y tecnológicos en comunidades, que busca planificar y ejecutar acciones integrales dentro de las comunidades del Área Metropolitana de Caracas para afrontar eventos de origen natural y tecnológico.
- Llevar a cabo la Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos en el Sector Salud a nivel nacional, a fin de incrementar las capacidades de respuesta del sector salud ante eventos adversos, naturales o tecnológicos.
- Consolidar la coordinación regional con la UNASUR y el MERCOSUR, donde Venezuela tiene participación activa en equipos de trabajo en diferentes temas como: asistencia técnica e intercambio de experiencias; cooperación en la prevención de los desastres; lucha contra las causas y los efectos del cambio climático; prevención y

respuesta ante desastres socionaturales; establecer mecanismos de asistencia mutua en el ámbito subregional mediante políticas, estrategias, planes y actividades para la estimación, la prevención, la reducción del riesgo, la preparación, y dar respuesta a desastres; Facilitar la asistencia humanitaria, la rehabilitación y la reconstrucción.

E. Fomento de Capacidades Nacionales.

Partiendo de lo establecido en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 4.1, inciso i, y el artículo 6, establece que los países deberán “promover y apoyar con su cooperación, la educación, la capacitación y la sensibilización del público respecto del cambio climático y estimular la participación más amplia posible en ese proceso”. En el Gobierno Bolivariano, se han realizado cambios sustanciales respecto a la participación y el acceso público a la información sobre aspectos ambientales y el cambio climático, así como de los programas educativos, de formación y sensibilización.

1. Educación, Formación y Sensibilización

El Artc. 107 de la CRBV reza: “La educación ambiental es obligatoria en los niveles y modalidades del sistema educativo, así como también en la educación ciudadana no formal...”. Por su lado, la Ley Orgánica del Ambiente promulgada en el año 2006 señala a la Educación Ambiental como “proceso continuo, interactivo e integrador, mediante el cual el ser humano adquiere conocimientos y experiencias, los comprende y analiza, los internaliza y los traduce en comportamientos, valores y actitudes que lo preparen para participar protagónicamente en la gestión del ambiente y el desarrollo sustentable”. En base a estos enunciados, el estado Venezolano ha orientado sus políticas en torno al tema ambiental desarrollando los siguientes elementos:

- En el año 2012, el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (Dirección General de Educación Ambiental y Participación Comunitaria) formula conjuntamente con la con la participación de la comunidad, organizaciones e instituciones la “Estrategia Nacional de Educación Ambiental y Participación Popular”. Su objetivo se centra en crear y formar en las ciudadanas y ciudadanos un pensamiento crítico y reflexivo, que los conlleve a generar acciones e iniciativas que contribuyan a dar solución a la problemática socioambiental, involucrándose de manera activa y protagónica.

Esta estrategia nacional, basándose en el Modelo de Desarrollo para la Transformación Social, contempla los siguientes ejes temáticos:

- Agua y diversidad de vida y

- Conciencia Ambiental para el vivir bien.
- En el año 2002, se pone en práctica el “Programa Nacional de Educación Ambiental Niñas, Niños y Adolescentes Salvando el Planeta”, que da a conocer mediante la divulgación en las instituciones educativas los problemas de orden socioambiental, utilizando como plataformas: el “Proyecto Educativo Integral Comunitario (PEIC), los Proyectos de Aprendizaje (PA), y los Proyectos Socioprodutivos (PSP). En esta iniciativa se aborda el tema del cambio climático.
- En el año 2011, el Ministerio del Poder Popular para la Educación (MPPE), bajo la asesoría del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MPPA), hoy día Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas (MINEA), lleva a cabo el proyecto “Colección Bicentenario en Educación Formal en el Área Ambiental”. Contempla un conjunto de textos educativos en diferentes áreas de aprendizaje dirigidos a estudiantes de educación básica, cuyo fin es fortalecer la crítica, la reflexión y la transformación de la sociedad venezolana. Entre algunos de los temas que contiene esta colección se tienen:
 - Vida y salud integral
 - Bolívar, tiempo y vigencia del hombre de las dificultades.
 - Historia de Venezuela contemporánea.
 - La Tierra nuestro dinámico hogar. Entre otros...
- En el año 2009, el MPPE conjuntamente con el MPPAMB implementa el proyecto “Canaima Educativo”, que pasa a ser uno de los pilares fundamentales en la conformación del nuevo modelo educativo revolucionario, inclusivo y democrático. Se trata de una mini computadora (mini lapto), cuyos contenidos educativos, aplicaciones y funciones han sido desarrollados en software libre, dando pie de esta forma al impulso de la independencia tecnológica. Dentro de las funciones del programa se contempla el desarrollo de cursos digitalizados orientados al aprendizaje de los estudiantes del nivel primario y medio, y la promoción al conocimiento de las ciencias básicas, culturales, el inculcar los valores patrios y fortalecer la identidad latinoamericana. Hasta la fecha, se han distribuido unos cuatro millones de equipos minilapto entre profesores y estudiantes de educación básica y media del país.
- En el año 2013 se dio inicio al plan de dotación de tabletas electrónicas Canaimas a estudiantes universitarios, otorgando dicha herramienta con ciertas características de tecnología de avanzada, bibliotecas virtuales, software libre, entre otras bondades

a más de dos millones estudiantes. Los equipos son ensamblados en las empresa venezolana de industria tecnológica VIT, dando así un paso más en el avance hacia la independencia tecnológica de la nación venezolana.

- El MINEC, conjuntamente con el MPPE y Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica (MPPEE) formularon los siguientes programas:

- Plan de Formación sobre el Uso Racional y Eficiente de la Energía Eléctrica, dirigido a los docentes. Como parte del colectivo de Gestión Educativo Ambiental, se conformaron las Brigadas Integrales Comunitarias en el sector de la educación básica. Las bases de éste programa apuntan a estimular el enfoque socio crítico y desarrollar la pedagogía crítica a través de la investigación, innovación y la formulación de acciones estratégicas, que conlleven a la reducción de los factores de riesgo en la sociedad venezolana.
- De los programas en educación ambiental y de participación popular que han sido diseñados por los diferentes entes del gobierno nacional se tienen:

Elaboración y divulgación de publicaciones para el subsistema de Educación Básica: “El fichero de educación ambiental para maestras y maestros”, que contiene el tema del cambio climático en uno de sus capítulos; desplegable “Somos ambiente”, No 3 Cambio climático y No 4 Capa de ozono, cuyos contenidos están orientados exclusivamente al tema del cambio climático.

Generación de información digital sobre el cambio climático por parte del INAMEH, a través de su página web <http://www.inameh.gob.ve.>, el cual presenta vínculos y enlaces para acceder a tal información. El propósito es crear sensibilización en la población en torno al grado de vulnerabilidad, y mostrar las acciones de gobierno respecto a las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático y el efecto de invernadero (GEI).

- Plan de Uso Racional y Eficiente de la Energía Eléctrica, desarrollado por la CORPOELEC, está orientado a educar y lograr un cambio cultural de la población en cuanto al manejo eficiente de la energía eléctrica, de los recursos naturales, las emisiones de gases, entre otros, a través de la página web <http://www.corpoelec.gob.ve>. El cual muestra información actualizada sobre los aspectos informativos antes señalados.
- El Fondo Venezolano de Reconversión Industrial y Tecnológica (FONDOIN), ha formulado y puesto en práctica campañas de comunicación, cursos de capacitación

y asistencia técnica en materia de sustitución y eliminación de las sustancias agotadoras de la capa de ozono, tanto al sector industrial como comercial del país.

- El Colectivo Intersectorial de Gestión Educativo Ambiental y Participación Comunitaria (CIGEA) y la Red de Vigilantes Voluntarios del Ambiente (REDVIVA), han contribuido con la gestión ambiental en el quinquenio 2010-2015, mediante el impulso de la participación activa de la comunidad y de las instituciones, y llevando a cabo programas de formación en el ámbito socioambiental, donde se incorpora el tema del cambio climático y sus efectos.

En la educación superior universitaria, se ha incluido en algunos casos, de manera directa e indirecta en los pensum de estudio, asignaturas relacionadas con el componente ambiental, entre ellas, la Educación Ambiental. Además de fomentar acciones de formación en el aspecto socioambiental. Las universidades: Universidad Central de Venezuela (UCV), Universidad de Oriente (UDO), Universidad de Carabobo (UC), Universidad del Zulia (LUZ) y Universidad de los Andes (ULA), en las cátedras de Educación e Ingeniería incluyen asignaturas en el campo de la conservación ambiental y en Ingeniería Sanitaria o Ambiental.

En el año 2009, el estado venezolano lanza la Misión Alma Mater, cuyo objeto es la apertura de universidades territoriales y la adecuación de los institutos universitarios de tecnología (IUT) y colegios universitarios (CU) en universidades experimentales politécnicas, que en la actualidad suman 18, distribuidas en diferentes estados del país. Según la Unesco, Venezuela ocupa el quinto lugar en el mundo y el segundo en América Latina con la mayor matrícula universitaria.

Hasta el 2015, el gobierno Bolivariano y Revolucionario ha creado 44 universidades en todo el país, acentuando el acceso a la formación universitaria para todos los venezolanos, ofreciendo programas de formación de pre y post grado en el área ambiental.

En el año 2009 se crea la Cátedra Libre de Cambio Climático (CLCC), adscrita a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela (UCV), donde participan también facultades de la UCV, de la Simón Bolívar (USB), Universidad Católica Andrés Bello (UCAB) y la Universidad Metropolitana (UNIMET). En este espacio, se aborda y se da a conocer el fenómeno del Cambio Climático y sus consecuencias. La CLCC emprende actividades educativas enmarcadas en la CMNUCC, con el objeto de crear conciencia colectiva en torno a las causas y consecuencias del cambio climático, y la necesidad de controlar la emisión de gases de efecto invernadero. Además, contribuye con dar a conocer las definiciones de medidas de adaptación que reduzcan la vulnerabilidad ante los efectos que produce el cambio climático.

La CLCC adopta como guía las normas establecidas por CMNUCC, de los programas de trabajo (PT) instituidos para implementarlo, y lo establecido por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en el proyecto regional Fomento de las Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático.

La Red Venezolana de Universidades por el Ambiente (REDVUA), creada en 2013, desarrolla iniciativas enmarcadas dentro de la gestión ambiental. El Primer Congreso Venezolano Universidad, Ambiente y Desarrollo, planteó como visión “ser una red producto de la integración universitaria capaz de transformar la realidad ambiental desde la gestión institucional, a fin de articular planes de fortalecimiento en las diversas funciones y promover políticas, para solventar y prevenir problemas ambientales”. Y su misión dirigida a la integración de las instituciones universitarias, lo cual ha generado como resultado la incorporación de 14 universidades públicas y privadas. Por otra lado, a finales del año 2016 la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales de Venezuela en conjunto con la ULA, a través del Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT), y el Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE) de la Facultad de Ciencias, han llevado a cabo dos ediciones del Simposio Venezolano sobre Cambio Climático; y la segunda edición de “Ciencia y Gestión: Desafíos ante los Cambios Globales”, que fueron realizados en el estado Mérida de la República Bolivariana de Venezuela, con el objeto de contribuir con los principios de sustentabilidad ambiental en el Estado venezolano y establecer una plataforma para fortalecer las relaciones, redes de colaboración, e intercambio de experiencias entre la academia, el Gobierno, la sociedad civil y el sector privado en referencia al cambio climático.

La Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE), mediante el proyecto educativo Aula Espacial, donde participan los profesionales formados en ciencias y tecnología espacial de dicha agencia, ponen al servicio su experiencia y conocimientos para colaborar con la formación y divulgación de información que es solicitada por universidades, instituciones y organismos del Estado venezolano, haciendo más hincapié en los grupos organizados que requieren formación, asesoría y adiestramiento, en el campo de la ciencia y tecnología espacial. De esta manera hacen alarde a la democratización de la información a la cual tenemos derecho todos los venezolanos.

2. Acceso a la Información

Venezuela, cumple con lo establecido en el año 2014 por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), en su agenda “Conectar 2020”, en la cual establece una

serie de objetivos y metas para aumentar el crecimiento e integración de las tecnologías de información y comunicación (TIC), sostenerlas y coadyuvar a la innovación y al establecimiento de las alianzas en dicha materia.

A través de las políticas de socialización implementadas por el gobierno nacional, ha permitido el acceso de la población al servicio de internet y a las TIC. Proyectos como los Infocentros, Canaima Educativo, Wi-Fi para todos, entre otras iniciativas, han permitido fortalecer la educación y la calidad de vida de todos los venezolanos, garantizando así la alfabetización tecnológica.

La agenda de la UIT establece, que para el año 2020 debería incorporarse a la tecnología digital 60 % de la población mundial. A finales del año 2015, según ésta organización, la media mundial se ubica en 46 %. En el caso de Venezuela, ha superado la meta establecida para el 2020, cinco años antes, permitiendo socializar y ampliar el acceso a los servicios de internet a un estimado de 16.728.894 venezolanos y venezolanas cada día, lo cual representa el 62,5 % de la población con edad igual o mayor a siete años. La Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), sostiene que para el cuarto trimestre del año 2015, de cada 100 personas de siete años en adelante, unas 62 de ellas tienen acceso a internet.

La Revolución Móvil llevada adelante por el gobierno Bolivariano y Revolucionario permite el acceso masivo a equipos de telefonía móvil inteligentes y a los planes de datos, lo que ha conllevado a elevar la conexión a internet y otros tipos de redes de comunicación. Finalizando el año 2015, se determinó que de cada 100 conexiones, 83 son de datos móviles, lo que evidencia el alto consumo, bien a través de teléfonos móviles u otro tipo de equipos inalámbricos como tabletas, routers, módems USB. Se prevé un aumento en el consumo de datos si se toma en cuenta el libre acceso en los espacios públicos tales como plazas, universidades, aeropuertos, entre otros, garantizando de esta forma la expansión y democratización en el uso de los servicios de conexión a internet para contribuir con el desarrollo del país.

III. Obstáculos y necesidades para la adaptación y la mitigación

Una vez elaborado en éste documento “Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático” (CMNUCC), en el cual se muestran y realzan los logros obtenidos por el Gobierno Bolivariano, a través de las acciones emprendidas en materia de adaptación y mitigación, enmarcándose en el principio de las responsabilidades comunes pero diferenciadas, también señala en su Capítulo 5 los obstáculos y necesidades que se han presentado en el curso de la elaboración

del documento, así como en el establecimiento de las medidas de adaptación y mitigación.

A. Obstáculos y necesidades generales

Superar los obstáculos y necesidades es el compromiso que la RBV, como país en vías de desarrollo, ha asumido para el logro de los objetivos en los aspectos de adaptación y mitigación, tanto local como globalmente. Estos compromisos apuntan a generar el acceso a tecnologías limpias y de bajo impacto, fortalecimiento de las capacidades locales, en gestionar los recursos financieros, en establecer las políticas públicas en ésta materia, y motivar la participación activa y protagónica de las comunidades locales que presentan susceptibilidad y exposición ante los efectos adversos (desastres) que se desprenden de los eventos climatológicos extremos.

B. Obstáculos y necesidades específicas derivadas de la elaboración de la comunicación.

Por otro lado, la voluntad política expresada por el gobierno Bolivariano y Revolucionario se expresa en la formulación, no solo de las políticas de estado, sino también en otros aspectos relevantes a saber:

- La herramienta de gestión diseñada para el desarrollo social y económico de la nación, tal es el caso del Plan de la Patria establecido para el período 2013-2019, establece en el objetivo histórico No 5 un aparte en torno a las acciones a emprender para la lucha contra los efectos del cambio climático.
- La voluntad política expresada en la carta magna del año 1999, en su artículo 127, conlleva en avanzar hacia un mundo de paz y bienestar social colectivos, que permita materializar el derecho a un ambiente sano, seguro y ecológicamente equilibrado.
- La Asamblea Nacional Constituyente, como proceso impulsado por el Presidente Nicolás Maduro Moros, elegida mediante el sufragio en el acto electoral celebrado el 30 de julio del año 2017, destaca como unos de los elementos de mayor reto a abordar en la agenda constituyente el tema del Cambio Climático, contenido como se dijo anteriormente en el Quinto Objetivo del Plan de la Patria.
- A pesar del avance en el diseño y ejecución de múltiples instrumentos de gestión respecto al ordenamiento territorial, como son las Zonas de desarrollo estratégico Nacional en los que respecta a los recursos petroleros, mineros, boscosos, entre otros, no contempla de manera explícita estrategias conducentes a generar repuestas ante los eventos y efectos impactantes del cambio climático.

- El fortalecimiento de las capacidades nacionales a través de programas de capacitación y formación, provenientes de los convenios de cooperación con diferentes países en el mundo, permite de manera significativa incrementar la capacidad financiera, que hasta ahora ha sido asumida directamente por el estado con recursos propios, mediante alianzas estratégicas bilaterales y multilaterales, para así cumplir con mayor efectividad la formulación y ejecución de planes y proyectos relacionados con las medidas de adaptación y mitigación a los efectos generados por el fenómeno del cambio climático.
- Las diez boirregiones en que se conforma el territorio nacional, requiere de la adopción y ejecución de acciones, medidas y elementos tecnológicos particulares para enfrentar los efectos del cambio climático, donde el afianzamiento de las transferencias tecnológicas, que se establecen dentro de los convenios de intercambio con otros países, son necesarias para enfrentar y minimizar los impactos al ambiente generados por los procesos de ocupación territorial y el aprovechamiento de los recursos naturales.
- De los entes u organismos internacionales, que mediante convenios de cooperación internacional han generado financiamiento para el desarrollo de la segunda comunicación en cambio climático, y el desarrollo del proyecto “Fortalecimiento del Sistema de Áreas Protegidas Marino Costeras de Venezuela” aun en ejecución, está el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), ente perteneciente al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Por otro lado, están los aportes financieros facilitados por el PNUMA y la FAO, quienes han facilitado los recursos para desarrollar los siguientes estudios: Informe Nacional sobre el Sector Forestal 2005, balance ambiental GEO-Venezuela 2005 ambos ya ejecutados; y “Ordenación Forestal Sustentable y Conservación de Bosques en la Perspectiva Ecosocial, en la Reserva Forestal Imataca” que está en proceso de ejecución.

- Es evidente, que la población en general aún no ha tomado conciencia sobre las consecuencias y efectos negativos que para la sociedad en general y la infraestructura genera los eventos extremos causados por el cambio climático. De ello, surge la necesidad que el gobierno nacional a través del sistema educativo en sus diferentes niveles y de las misiones sociales aborde el tema del cambio climático y sus consecuencias, con el propósito de hacer del conocimiento a la población en general y crear conciencia colectiva sobre sus efectos y el abordaje para minimizarlos, de manera tal, que se fomente la participación en la toma de decisiones certeras, en cuanto a políticas en el aspecto climático se refiere, y mejorar la captación de la

información básica ambiental, social y económica.

- Mediante el enfoque Ecosocialista, es imprescindible la educación, formación y divulgación de la información en torno al cambio climático, sus causas y consecuencias, los impactos y medidas de mitigación y adaptación.
- Durante el desarrollo del documento, se pudo identificar una serie de aspectos que influyen de manera significativa en la eficiencia y eficacia de las acciones que debe tomar el Estado venezolano para enfrentar los efectos causados por el cambio climático.

Igualmente se determinaron una serie de barreras u obstáculos en lo que refiere a los aspectos institucionales, en la frecuencia de inventarios y reportes, en la disponibilidad de información requerida, en las capacidades técnicas nacionales, en la formación de recursos humanos, en recursos metodológicos y tecnológicos, y en el aspecto financiero nacional, que han incidido en los procesos de inventario de gases de efecto de invernadero (GEI); análisis de vulnerabilidad en sectores priorizados; y en la identificación de acciones, medidas de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático. A continuación se describen dichos aspectos.

1. Institucionalidad

El Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas, es actualmente el organismo que coordina, articula y cumple el rol técnico en el desarrollo del tema de cambio climático. Es por ello que fue quien direcciono la elaboración de esta segunda comunicación.

No obstante, surge la necesidad de conformar una instancia nacional, que esté adscrita al más alto nivel de gobierno, que tenga suficiente autonomía y capacidad financiera para garantizar su funcionamiento y operatividad, y que presente carácter formal para que ejerza la competencia y funciones en la gestión del cambio climático. Además de que cumpla con el rol articulador de las acciones de mitigación y adaptación desde el Ejecutivo nacional, y que busque crear el compromiso férreo de todos los niveles de Gobierno y del sector privado. Las contribuciones de esta institución estarían orientadas a:

- Cumplir con los compromisos establecidos en la “Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático” (CMNUCC).
- Desarrollar los formatos de estandarización de las comunicaciones nacionales sobre CC en Venezuela.

- Asegurar la elaboración periódica de los inventarios GEI, los respectivos estudios de vulnerabilidad y establecer las medidas de mitigación y adaptación.
- Llevar adelante los planes de fortalecimiento de capacidades.
- Coadyuvar en la formulación de políticas públicas y de estado en materia de cambio climático, de manera significativa.
- Ser determinante en hacer ejercer, en pleno, los derechos ambientales, el beneficio, goce y disfrute de un ambiente sano seguro y ecológicamente equilibrado (Art. 127 CRBV), e impulsar la inclusión del cambio climático como un aspecto de prioridad a considerar en los planes de ordenación del territorio.
- Promover la creación de una ley para normar las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, establezca los compromisos institucionales, públicos y privados, y determine el procedimiento a seguir para la obtención de los recursos financieros de procedencia nacional e internacional.
- Dar apoyo técnico y acompañar las iniciativas formuladas por el Poder Popular organizado, los consejos comunales, los Consejos Locales de Abastecimiento y Producción y las comunas socialistas en lo que respecta a medidas de adaptación y mitigación
- Detectar fuentes de financiamiento y hacer cumplimiento los acuerdos internacionales y leyes nacionales que rigen todo lo relacionado con el componente ambiental.

2. Frecuencia del inventario

Es esencial que se lleve a cabo, de manera periódica, los inventarios de GEI, por parte de las instituciones públicas y privadas cuyas actividades productivas produzcan emisores de GEI, así como también los organismos encargados del manejo de sumideros de carbono, y facilitar la información obtenida a las instancias nacionales encargadas del tema de cambio climático.

Actualmente los inventarios de GEI solo se realizan al momento en que se llevan a cabo las comunicaciones nacionales, dependiendo esta actividad de la cooperación que es facilitada a nivel internacional.

3. Disponibilidad de información

La dispersión de la información y la dificultad que se presenta para disponer de ella, que se requiere para la elaboración de los inventarios y los estudios de vulnerabilidades, trae como consecuencia no poder llevar a cabo el registro continuo, uniforme y coherente de toda la información que está relacionada al tema del cambio climático, e impide llevar un control, seguimiento y evaluación de forma eficiente, independientemente de que se tenga previsto la elaboración de las comunicaciones o no.

Igualmente es importante desarrollar una agenda y llevar a cabo las investigaciones necesarias, que permita obtener la información de emisión en el ámbito nacional, y en todos los sectores y subsectores relacionados con el inventario nacional de GEI.

4. Capacidades nacionales y formación de recursos humanos

Actualmente en el país, es reducido el número de profesionales y técnicos capacitados para aplicar las metodologías utilizadas para la elaboración inventarios GEI. Este factor, se traduce en una limitante en lo que concierne a recabar y sistematizar la información requerida para realizar las respectivas evaluaciones de las emisiones de forma sectorizada y formular las medidas mitigantes.

Igualmente, para el desarrollo de los estudios de vulnerabilidad se debe contar con personal técnico capacitado, conocedor de geografía y los recursos naturales de la nación, que puedan generar la información necesaria con su respectivo análisis en aspectos como la biodiversidad, recursos forestales, suelos, infraestructura (vialidad, asentamientos humanos), energía, recursos minerales, el modelaje climatológico e hidrológico, entre otros.

Por las razones antes señaladas, es necesario implementar en un corto a mediano plazo un programa de formación y capacitación de técnicos y profesionales en materia de inventario de emisión de gases de efecto invernadero (IGEI), estudios de vulnerabilidad, y en el desarrollo de experiencias que conlleven a la formulación de las medidas mitigantes y adaptativas al cambio climático en las diferentes regiones del país. En referencia a la elaboración de la segunda comunicación, se contó en esta oportunidad con un grupo articulado de investigadores expertos, pertenecientes a distintas universidades nacionales, además de la participación de los organismos públicos, quienes permitieron el acceso de la información requerida a los diferentes grupos de trabajo creados para el análisis de cada uno de los componentes que contiene el mencionado documento.

Igualmente, el grupo de expertos adelanto el desarrollo de capacidades y formación de nuevos grupos de trabajo especializados en esta área, contribuyendo con el reforzamiento de talento humano en diferentes temas como: el modelaje hidrológico, estimaciones de requerimiento hídricos en la agricultura, análisis de enfermedades endémicas vinculadas al cambio climático, estimaciones de la afectación al potencial de los recursos marinos pesqueros del país, entre otros temas abordados.

La elaboración de este INGEI, además de transformarse en una experiencia en la formación entre los grupos de trabajo debidamente articulados, ha permitido sentar las bases para seguir llevando a cabo la gestión y monitoreo del cambio climático en el país.

5. Recursos metodológicos y tecnológicos

Es evidente que tener conocimiento pleno de las vulnerabilidades que se presentan en las diferentes regiones de nuestro país, se podrá posteriormente establecer las acciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático.

En la RBV se han realizado estudios y se ha puesto en práctica, en algunas regiones puntuales de la geografía nacional, herramientas metodológicas para el análisis de vulnerabilidad. Sin embargo, tanto estas herramientas, como la información requerida, debe ser ampliada, en especial aquellos detalles informativos que presentan dificultad para su obtención.

Por lo tanto, es necesario contar con metodologías acordadas y desarrolladas por las diferentes instituciones que se encargan del manejo y la administración de los sectores productivos, ambientales, de prestación de servicios o económicos del país, de manera que puedan con herramientas metodológicas para medir, estimar y analizar el grado de vulnerabilidad generado por los efectos del cambio climático.

De igual forma, se debe adelantar la conformación de un marco de acción nacional orientado al estudio consecuente de la vulnerabilidad, la definición de metodologías adecuadas para su evaluación, la difusión de la información, y la capacitación de personal para la valoración de la vulnerabilidades, y poder definir acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en las diferentes regiones del país.

6. Financiamiento

Los inventario GEI y los estudios de vulnerabilidad en la RBV hasta ahora los recursos financieros han sido facilitados a través de la cooperación internacional, dentro de los acuerdos para el desarrollo de las comunicaciones nacionales de cambio climático.

No obstante, se hace necesario incorporar el tema del cambio climático (IGEI, estudio de vulnerabilidad medidas de adaptación y mitigación, formación capacitación de personal) en los planes, proyectos y programas desarrollados por el sector público y privado, a los cuales se le puedan asignar los recursos económicos y financieros que estos requieren para su desarrollo.

El apoyo financiero permitirá dar continuidad a los estudios para obtener la información requerida, de manera que contribuya en la orientación de las políticas públicas en materia de cambio climático, y cumplir eficientemente con los compromisos derivados de la Convención Marco.

C. Necesidades determinadas

1. Estrategia nacional

Es imprescindible la formulación y creación de la “Estrategia Nacional sobre Cambio Climático” el cual vaya acompañado del “Plan Nacional de Medidas de Adaptación y Mitigación”, que contenga la información de las realidades geográficas, los requerimientos técnicos, el mejoramiento de las capacidades en la administración y manejo de los recursos en el territorio nacional, establezca las formas de participación comunitaria en los ámbitos locales, y la gestión de las políticas públicas.

2. Política nacional sobre cambio climático

Se debe establecer el diseño de una política nacional sobre cambio climático que esté encaminada al desarrollo de un modelo productivo de orden ecosocialista, que reduzca el impacto por emisiones de gas y se haga resistente a los efectos del cambio climático, el cual se sostenga de los principios del desarrollo sustentable y del fortalecimiento de la economía post petrolera. Todo ello enmarado dentro del Plan de la Patria.

3. Registro nacional de cambio climático

El establecimiento del “Sistema Nacional de Registro y Reporte sobre Cambio Climático” permitirá la sistematización de información obtenida, formular y lleva a cabo los inventarios de gases, los estudios de vulnerabilidad, y generar las acciones y medidas de adaptación y mitigación al cambio climático. De igual manera crear el plan de evaluación permanente, en base a los acuerdos y compromisos contraídos en la Convención y de acuerdo a lo establecido en el Plan de la Patria, tomando en cuenta los aspectos del

desarrollo territorial y el socialismo territorial. Igualmente es necesario crear una norma nacional, que instruya a las instituciones, públicas y privadas, recopilación y la emisión de la información para alimentar el Sistema Nacional de Registro y Reporte sobre Cambio Climático, para el procesamiento y sistematización de la información. La información suministrada debe estar relacionada particularmente con emisión de gases contaminantes y de efecto invernadero, afectación del patrimonio forestal, aprovechamiento de recursos naturales, en especial el agua, consumo de energía. Data para el análisis de vulnerabilidad en los sectores: salud, vivienda, recursos hídricos, recursos marino costeros, agricultura, biodiversidad, entre otros.

El sistema también debe recopilar información de los impactos ambientales y efectos derivados de las acciones realizadas por diferentes proyectos que se relacionen con el cambio climático, de tal forma que se puedan establecer propuestas de medidas mitigantes y de adaptación.

4. Fortalecimiento institucional

Las acciones frente a los efectos del cambio climático no son exclusivas de las instancias públicas, la participación ciudadana es primordial. Por lo tanto, es preciso adelantar acciones de articulación del Gobierno nacional, estatal y municipal, con el Poder Popular y así lograr la operatividad de las acciones y medidas para la adaptación y mitigación del cambio climático, superar los obstáculos y necesidades que conduzcan al afianzamiento de la democracia participativa y protagónica, y garantizar el acompañamiento permanente por parte de los entes y órganos del Poder Público.

Como bien se ha mencionado en anteriores capítulos, existen más de 45.000 consejos comunales, las casi 2.000 comunas socialistas y Consejos Locales de Abastecimiento y Producción, lo cual se traduce en una gran oportunidad de articulación gobierno – comunidad.

Igualmente se cuanta con el marco legal vigente es un instrumento y su respectivo componente normativo orientado a la regula de la ocupación del territorio y los planes para el aprovechamiento de los recursos naturales disponibles, además de las Leyes del Poder Popular y la Contraloría Social.

D. Aspectos externos

Los factores externos que inciden en la construcción de la Revolución Bolivariana, y que de cierta manera repercuten en las acciones que se plantean para enfrentar los efectos

del cambio climático, se dan en el ámbito geopolítico regional y mundial a saber:

- La RBV cuenta con un proyecto nacional de desarrollo, mantenido en el ejercicio pleno de la soberanía sobre los importantes recursos naturales estratégicos contenidos en el territorio nacional: petróleo, agua, diversidad biológica, oro, coltán, entre otros.
- Como uno de los obstáculos relevantes que impide la transferencia de tecnología y la inversión social para lograr resultados óptimos en la implementación de las medidas de adaptación y mitigación ante los efectos del cambio climático, son las sanciones políticas y financieras unilaterales e ilegales implementadas por gobiernos extranjeros.
- Las más recientes medidas de bloqueo financiero implementadas por el gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica, han generado repercusiones geopolíticas en la región Latinoamericana y Caribeña para la Revolución Bolivariana. Medidas éstas que son contrarias al derecho internacional y el ejercicio pleno de la soberanía. Sin embargo, el Gobierno Nacional no doblegará ante estas acciones, y tiene la firme determinación de seguir ejerciendo el control sobre sus recursos estratégicos, y continuar fortaleciendo la integración regional económica, comercial y política a través de los organismos internacionales como la Unión de Naciones Suramericanas (UNASUR), la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (CELAC), y la Alianza Bolivariana para los Pueblos de Nuestra América, Tratado de Comercio de los Pueblos (ALBA – TCP).
- Como una medida para contrarrestar los ataques de los factores internos y externos, el presidente de la República Nicolás Maduro Moros convocó al poder constituyente, mediante el llamado a elecciones de la Asamblea Nacional Constituyente, que contó con la participación de más de 8 millones de electores, lográndose la victoria. Con esta acción se restableció la paz y la tranquilidad en toda la nación venezolana.
- Se estableció dentro del Plan Constituyente para la Paz y la Prosperidad Económica, al ecosocialismo, como una acción política y de progreso sustentable para avanzar en el máximo bienestar social, el buen vivir y el derecho a un ambiente sano, seguro y ecológicamente equilibrado.
- A pesar de los obstáculos y los bloqueos, que de manera impositiva ha implementado los factores del capitalismo, el gobierno nacional de la RBV sigue encaminándose hacia el logro de nuevos espacios de integración, entendiendo que el fenómeno del cambio climático es un tema que está causando efectos negativos a nivel global, y que urge la necesidad de enfrentarlo a través de las acciones compartidas, que

considere las realidades geográficas de todas y cada una de las grandes regiones del mundo, y que al mismo tiempo se consideren las características físico-naturales, ecológicas, socioculturales, productivas, económicas y políticas particulares de cada región, cuyo norte es emprender procesos de desarrollo, respetando el concepto de independencia y del ejercicio de soberanía plena de todos los pueblos del mundo.

REVISTA FORESTAL LATINOAMERICANA

55 VOLUMEN 29 – NÚMERO ÚNICO
2014 - 2016

Editorial	I
Artículos	11
Dinámica de la cobertura boscosa en la Unidad de Manejo Forestal El Manteco I. Reserva Forestal San Pedro, Venezuela (1987-2013)	2
Aplicación del análisis de Sensibilidad Ambiental en la Zonificación Ecológica-Económica de la microcuenca La Pedregosa – La Resbalosa. Estado Mérida.	27
Aplicación de SIG para la jerarquización de Sitios de Rellenos Sanitarios. Área Metropolitana de Mérida, Venezuela.	49
Procedimiento para jerarquizar tecnologías para la generación de energía eléctrica a partir de residuos forestales en Venezuela.	66
Evaluación de potencial hídrico superficial de Cinco Cuencas del Eje Panamericano del Estado Mérida	88
Estudio Nacional de la Distribución y Cuantificación de Biomasa Agroindustrial de los Rubros Caña de Azúcar y Arroz	125
Nota Técnica	152
Cincuenta y cinco años del Bosque Universitario Emilio Menotti Spósito (1959-2014).	153
Ensayos	157
Experiencias de la Generación Eléctrica con Biomasa Residual.	158

REVISTA FORESTAL LATINOAMERICANA

55 VOLUMEN 29 – NÚMERO ÚNICO
2014 - 2016

Revisión	167
Estudio Autoecológico del Algarrobo (<i>Hymenaea Courbarill.</i>). En la Reserva Forestal El Dorado - Tumeremo, Estado Bolívar, Venezuela.	168
Estado actual del conocimiento de <i>Araucaria angustifolia</i> : Araucariaceae nativa de la selva misionera en peligro crítico.	196
Impacto Ambiental por aprovechamiento forestal de la especie <i>Euterpe oleracea</i> , periodo 1982 – 2000, por la empresa CAPRODEL en el Estado Delta Amacuro	209

Instrucciones a los autores

1. Información General: la Revista Forestal Latinoamericana es una publicación semestral de carácter científico y especializada en el ámbito del manejo forestal, ordenamiento territorial, manejo de cuencas, ecología, restauración de ecosistemas, ambiente y tecnología de la madera. Son considerados para publicación trabajos originales, que no estén sometidos o editados en otras publicaciones periódicas de alcance similar, que pueden ser del tipo: a) Artículos: aquellos en que se reporta una investigación original, parcial o total. b) Nota: es un avance de una investigación. c) Ensayo: corresponde a un desarrollo de ideas de interés para la Revista. d) Revisión: corresponde al análisis crítico de la literatura recientemente publicada, sobre un tema en particular.
2. Los manuscritos: deben ser enviados al Comité Editorial de la Revista Forestal Latinoamericana, Instituto Forestal Latinoamericano, Vía Chorros de Milla, Núcleo Forestal, Edificio IFLA. Apartado 36. Mérida, Venezuela. El envío del manuscrito deberá ser en triplicado y, adicionalmente, en versión digital en Word vigente. Para autores en el extranjero, el manuscrito puede ser enviado vía correo electrónico a las siguientes direcciones: aandrade.ifla@gmail.com, ifla.ifla@gmail.com con carta dirigida al Comité Editorial. Dicho manuscrito y su respectiva carta estarán adjuntos en documentos Word.
3. Arbitraje: los manuscritos serán revisados por dos árbitros y su aceptación estará basada en la calidad científica. No se evaluarán manuscritos incompletos o que no cumplan con las Normas Editoriales de la Revista.
4. Normas Editoriales: se aceptarán manuscritos en español o portugués, cada manuscrito en español deberá tener un título en español e inglés, autor(es) con nombres y apellidos completos, institución de origen, dirección(es) postal(es), teléfono(s), correo electrónico(s) y resumen en español e inglés (los artículos que se presenten en portugués deberán tener título y resumen en portugués, español e inglés), palabras clave (máximo 7, en español e inglés y/o portugués, según el caso). El resumen deberá estar escrito en un solo párrafo, con un máximo de 200 palabras y especificar lo que se hizo, lo que se encontró y lo que se concluyó. En el caso de artículos, éstos estarán conformados por: introducción, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones, agradecimientos (opcional) y referencias bibliográficas. El texto de los artículos no deberá exceder las 15 páginas; notas, las 3 páginas; y ensayos y revisiones, 20 páginas (en esta cuenta no se incluyen

Instrucciones a los autores

tablas, figuras, leyenda de figuras, referencias bibliográficas, ni agradecimientos, una vez incluidos estos elementos el artículo no deberá exceder de 25 páginas).

5. Las tablas y figuras: En todos los manuscritos, el autor deberá indicar en el texto la ubicación de las figuras y/o tablas, las mismas deben ser incluidas en los respectivos espacios de la redacción del artículo. Las leyendas de figuras y tablas deberán ser escritas a espacio simple. Cada tabla y figura deberá ser numerada, diseñada en Word o en hoja de cálculo Excel, dependiendo de su complejidad (no se aceptarán tablas en ningún formato de imagen). Deberán incluirse las abreviaturas, acrónimos, símbolos y términos utilizados con sus respectivos significados. Los nombres científicos se escribirán de acuerdo al código internacional de nomenclatura.
6. Estilos y formatos: cada hoja de tamaño carta deberá estar numerada, impresa por una sola cara, márgenes: superior, inferior, izquierdo y derecho en 2,5; el interlineado en 1,5 y con fuente Times New Roman Nro. 11. Los títulos se destacarán en negrita. La hoja del título debe incluir el título del artículo, un título abreviado para utilizarlo como encabezado de página.
7. Las referencias bibliográficas deben ser ordenadas alfabéticamente. El estilo de la citación se hará como sigue:
 - a) Artículos de publicaciones periódicas:
GAITÁN, J. y PENÓN, E. 2003. Efecto de la resistencia mecánica del suelo sobre la densidad de raíces finas de *Eucalyptus globulus*. **Sistemas y Recursos Forestales**, 12 (2):125-130.
 - b) Libros:
AÑAZCO R., M. 1996. **El aliso (*Alnus acuminata*)**. INEFAN-FAO, Quito. 166 p.
 - c) Capítulos o artículos en un libro:
GOLDSTEIN, G., RADA, F., CANALES, M. y AZÓCAR, A. 1990. Relaciones hídricas e intercambio de gases en especies de sabanas Americanas. En Sarmiento, G. (ed.). **Las sabanas americanas. Aspectos de su biogeografía, ecología y su utilización**. Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, Caracas, pp. 219-241.
 - d) Documentos electrónicos:
FALETTO, E. s.f. **Notas sobre estilos alternativos de desarrollo. Política y movimientos sociales**. Recuperado el 9 de marzo del 2003 en <http://atzimba.crefal.edu.mx/bibdigital/retablos/RP15/primer.pdf>

e) En el Texto:

“... la determinación del agua disponible (Dodd y Lauenroth, 1997; Singh et al., 1998), inclusive Sala et al. (1997) afirman...”. Para estas citas dentro del texto, se recomienda el uso del **manual de publicación** de la American Psychological Association (APA).

Artículos

Detección de Cambios y Análisis de la Fragmentación de la Cobertura Forestal
Cuenca del Mucujún, Estado Mérida, Venezuela

Julian Gutiérrez y Ramón Osorio

Detección de Cambios y Análisis de la Fragmentación de la Cobertura Forestal:
un indicador de sostenibilidad Municipio Gondomar, Galicia, España

Julian Gutiérrez y Jaime Peón

Consultorias empresariales del sector produtivo brasileiro de casas de madera

Victor De Araujo, Maristela Gava y José Nivaldo García

Determinación de plaguicidas organoclorados en suelos agrícolas de un
estrato altitudinal del municipio Rivas Dávila, estado Mérida Venezuela

*Fernando Méndez, Alí Sulbarán, Dariana Erazo, Jorge Uzcátegui, Johana
Peña, Yelinda Araujo, Freddy Ampueda y Fernando Millán.*

Ensayo

Contexto actual de las plantaciones forestales en Bolivia

Marcelo Vargas-Claros

Sumario

Segunda Comunicación Nacional ante La Convención Marco de Las Naciones
Unidas sobre Cambio Climático. 2017. "Sumario".

IFLA (*Isabel Arias y Francisco Dávila*)