

**DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS DE
COBERTURAS VEGETALES EN EL PARQUE NACIONAL
NATURAL SIERRA DE LA MACARENA POR CULTIVOS DE
COCA Y ACCIONES DEL ESTADO COLOMBIANO ENTRE
2002 Y 2012**

LUZ STELLA RIVERA CHAVES

ALEJANDRA SAAVEDRA ROJAS



UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
PROGRAMA INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.
2015

**DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS DE
COBERTURAS VEGETALES EN EL PARQUE NACIONAL
NATURAL SIERRA DE LA MACARENA POR CULTIVOS DE
COCA Y ACCIONES DEL ESTADO COLOMBIANO ENTRE
2002 Y 2012**

LUZ STELLA RIVERA CHAVES
Cód. 52.162.376
ALEJANDRA SAAVEDRA ROJAS
Cód. 46.457.145

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Ambiental

Director:
JUAN DAVID CORREA ESTRADA
M.Sc - Ingeniero Ambiental



UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
PROGRAMA INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.
2015

Nota de aceptación

Firma del Director

Firma del jurado

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Policía Nacional Dirección Antinarcóticos -DIRAN- por permitirnos utilizar información valiosa y brindarnos herramientas necesarias para la construcción de nuestro trabajo; en especial al señor Teniente Coronel Miguel Antonio Tunjano, Intendente Jefe Jorge Ramírez, Intendente Alexander Peñuela y demás integrantes del Grupo de Detección.

A la Doctora María Inés Pérez por su tiempo y dedicación para asesorarnos en los parámetros metodológicos. A Juan Carlos Parra de SIMCI y Juan Pablo Latorre de Parques Nacionales Naturales por compartir su experiencia adquirida en estas entidades.

A nuestro estimado Director Juan David, por creer en nuestro proyecto y ser nuestro guía primordial en este proceso de aplicar el aprendizaje adquirido durante la carrera, por sus enseñanzas, dedicación y paciencia, pero más aún, por darnos ánimo constantemente y alentarnos a alcanzar nuestros sueños.

DEDICATORIA

A Dios primeramente por permitirme dar este importante paso para alcanzar mis metas profesionales; a mis padres, por su apoyo incondicional, por darme fortaleza y enseñarme la importancia de utilizar el conocimiento en servicio de los demás y finalmente, a mi hermanita y Cami, por ocupar tan importante lugar en mi corazón.

Alejandra

A Dios, por darme la fortaleza necesaria para avanzar y lograr mis metas aún en medio de la adversidad. A mis queridos padres por su ejemplo de honestidad y perseverancia. A mi esposo por su amor y apoyo incondicional. A mis maravillosos hijos Catalina y Pablo que iluminan mi proyecto de vida con su alegría, ternura e inocencia.

Luz Stella

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	2
Planteamiento del problema.....	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos	3
Justificación	3
CAPITULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
1. Áreas protegidas en Colombia.....	6
2. Presencia de cultivos de coca en áreas protegidas de Colombia	7
3. Descripción del área de estudio	8
3.1. Coberturas vegetales del área de estudio	10
3.2. Problemática presente en el PNNSM.....	11
CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	15
1. Recopilación de información para la realización del diagnóstico de la zona	15
2. Análisis multitemporal de las coberturas vegetales.....	16
3. Análisis multitemporal en la dinámica de cultivos de coca.....	18
4. Acciones del estado colombiano y sus implicaciones en la dinámica de cultivos de coca ...	18
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
1. Recopilación de información para la realización del diagnóstico de la zona	19
2. Análisis multitemporal de las coberturas vegetales.....	19
3. Análisis de la dinámica de cultivos de coca	27
4. Acciones del estado colombiano y sus implicaciones en la dinámica de cultivos de coca ...	32
CAPITULO V: CONCLUSIONES	38
CAPITULO VI: RECOMENDACIONES.....	39
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Localización geográfica PNNSM	9
Mapa 2. Análisis multitemporal estado – presión en el período I: 2002 – 2007	24
Mapa 3. Análisis multitemporal estado – presión en el período II: 2007 – 2012	25
Mapa 4 área afectada por cultivos de coca	27
Mapa 5. Densidad de cultivos de coca en el PNNSM 2002	31
Mapa 6. Densidad de cultivos de coca en el PNNSM 2012	31
Mapa 7. Detección de cultivos de coca en el PNNSM para OCV	33
Mapa 8. Operación Colombia Verde -OCV- en el PNNSM.....	34
Mapa 9 programas de desarrollo alternativo - PCIM.....	36

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Destrucción bosque primario para cultivo de coca.....	4
Foto 2. Ganadería extensiva en el PNNSM – Municipio Puerto Rico.....	37

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfica 1 Áreas protegidas que conforman el Sistema Nacional de Áreas Protegidas	6
Gráfica 2. Aumento cultivos de coca en parques del SPNN 2011 – 2012.....	8
Gráfica 3 . Municipios existentes dentro del PNNSM.....	9
Gráfica 4. Cultivos de coca en el PNNSM	12
Gráfica 5. Agroquímicos potencialmente utilizados PNNSM.....	14
Gráfica 6. Línea de tiempo en el PNNSM 2002 – 2012	16
Gráfica 7. Cambios en los bosques y áreas seminaturales del PNNSM	21
Gráfica 8. Deforestación en el PNNSM.....	21
Gráfica 9. Deforestación por cultivos de coca	22
Gráfica 10. Cambios en el territorio agrícola PNNSM.....	23
Gráfica 11. Cambios en las superficies de agua del PNNSM.....	24
Gráfica 12. Variación estado – presión en el período I.....	25
Gráfica 13. Variación estado – presión en el período II	26
Gráfica 14. Variación Estado – Presión en el Período total.....	26
Gráfica 15. Dinámica de los cultivos de coca.....	28
Gráfica 16. Tamaño de los lotes de coca	29
Gráfica 17. Densidad promedio siembra de coca	30
Gráfica 18. Cultivos de coca y acciones del Estado en el PNNSM	32
Gráfica 19. Cultivos de coca en el PNNSM vs. Dpto. Meta.....	35

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de áreas del Sistema de Parques Naturales Nacionales	6
Tabla 2. Identificación de impactos ambientales por cultivos de coca.....	12
Tabla 3. Agroquímicos potencialmente utilizados en el PNNSM	13
Tabla 4 Criterios para la determinación de indicadores de cambio	17
Tabla 5. Cambios de coberturas vegetales en el PNNSM	19

DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS DE COBERTURAS VEGETALES EN EL PARQUE NACIONAL NATURAL SIERRA DE LA MACARENA POR CULTIVOS DE COCA Y ACCIONES DEL ESTADO COLOMBIANO ENTRE 2002 Y 2012

SAAVEDRA, Alejandra ¹; RIVERA, Luz ²

^{1,2} Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. Programa Ingeniería Ambiental

Email: ¹yasaavedrar@unadvirtual.edu.co. ²lsriverac@unadvirtual.edu.co

Fecha: Agosto 2015

RESUMEN

En este estudio se presentan los cambios ocurridos en las coberturas vegetales del Parque Nacional Natural Sierra de la Macarena -PNNSM- por los cultivos de coca y las acciones del estado entre 2002 y 2012, mediante un análisis multitemporal que utilizó los sistemas de información geográfica. El campo de interés está centrado en la deforestación de 28.188 hectáreas de bosque destruidas durante éstos once (11) años donde además, hubo un incremento de 18.639 hectáreas en territorios agrícolas; mencionadas variaciones están relacionadas directamente con las actividades humanas que han puesto en peligro esta invaluable reserva. Debido a estos antecedentes, se observó la necesidad de diagnosticar y analizar geoestadísticamente la incidencia de los cultivos de coca y las acciones del estado colombiano en la problemática especificada, para que en un futuro puedan diseñarse estrategias efectivas que contribuyan a la preservación del parque.

Palabras claves: Coberturas vegetales, coca, multitemporal, deforestación.

ABSTRACT

In this study is presented the changes occurred in the vegetal covers of the Sierra de la Macarena National Natural Park – PNNSM- between 2002 and 2012 by coca crops and the government actions, by means of a multi temporal analysis used of geographical information systems. The study field is focused on deforestation of 28188 hectares of destroyed woods during these eleven (11) years, where there was an increase of 18639 hectares in agricultural territories during that time; those announced variations are directly related to human activities, which have risked this invaluable reserve. Due to these records, there was a need of diagnose and analyze geo-statistically the incidence of coca crops and the government actions against this specific problematic, in order to design effective strategies in the future to preserve the park.

Key words: vegetal covers, coca, multi temporal, deforestation

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Esta investigación presenta que en el PNNSM se desarrollaron actividades no permitidas en esta área protegida como la siembra de cultivos de coca, y con el propósito de contrarrestarlos el estado colombiano implementó diferentes acciones preventivas y coactivas al interior del parque y en sus zonas aledañas, tales como la Operación Colombia Verde -OCV- y el Plan de Consolidación Integral de la Macarena -PCIM-; todo lo anterior ocasionó una serie de cambios en las coberturas vegetales entre 2002 y 2012.

El Capítulo I, contiene el planteamiento del problema donde se mencionan de forma sucinta las dificultades que ha enfrentado el PNNSM respecto a la alteración de sus coberturas vegetales, también los objetivos que orientan este trabajo, y finalmente está la justificación donde se expresan las razones que motivaron esta investigación.

En el Capítulo II, se presenta la fundamentación teórica donde se exponen los conceptos primordiales para esta investigación, así como la descripción del área de estudio

En el Capítulo III, se encuentran los materiales y métodos empleados en esta investigación, los cuales se desarrollaron en cuatro fases: 1) Recopilación de información de la zona, principalmente proveniente de las entidades: Sistema de Monitoreo Integrado de Cultivos de Coca -SIMCI- de la Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito -UNODC- y el Sistema de Parques Nacionales Naturales -SPNN-, datos que se analizaron, clasificaron y unieron, luego de diversos tratamientos geoespaciales a través del software ArcGis 10.2. 2) Análisis multitemporal de las coberturas vegetales, asociando a los indicadores de estado – presión, lo que permitió analizar la deforestación en el PNNSM y la deforestación asociada directamente a los cultivos de coca. 3) Análisis multitemporal en la dinámica de cultivos de coca donde se consideraron algunos criterios del SPNN y SIMCI, para luego definir los parámetros de interés. 4) Acciones del estado colombiano y sus implicaciones en la dinámica de los cultivos de coca.

En el Capítulo IV, están los resultados y discusión de cada una de las variables que se consideraron en el capítulo anterior.

En el Capítulo V, contiene las conclusiones del estudio con base a los objetivos propuestos.

En el Capítulo VI, se proponen las recomendaciones de los autores con base en los resultados encontrados.

Planteamiento del problema

Con base a los reportes de monitoreos de cultivos de coca de la UNODC en el PNNSM hubo presencia de cultivos de coca entre el 2002 y 2012, debido a esta situación el estado colombiano desarrolló acciones para contrarrestar dichos cultivos. Las mencionadas actividades antrópicas produjeron cambios en las coberturas vegetales de ese parque, el cual es un área protegida cuyo objeto primordial es de conservación.

Objetivo general

Diagnosticar y analizar los cambios de coberturas vegetales en el PNNSM por cultivos de coca y acciones del estado colombiano entre 2002 y 2012, a través de sistemas de información geográfica.

Objetivos específicos

- Analizar multitemporalmente los cambios de coberturas vegetales en el PNNSM.
- Estudiar los patrones de comportamiento geoespacial de los cultivos de coca en el PNNSM.
- Considerar la influencia de las acciones que ejecutó el estado colombiano para contrarrestar los cultivos de coca en PNNSM.

Justificación

El PNNSM fue considerado Reserva Nacional Natural con la ley 52 del 24 de noviembre de 1948 y luego catalogado como Reserva Biológica de la Humanidad. Posteriormente se declaró la Sierra de La Macarena como Monumento Nacional con la ley 163 de 1959 y con el decreto 1989 del 1° de septiembre de 1989 hace parte del Área de Manejo Especial de la Macarena (AMEM). Además este parque pertenece al Sistema Nacional de Áreas Protegidas -SINAP.

La importancia de conservación del PNNSM se debe a que en este lugar confluyen los ecosistemas de origen guyanense, amazónico, andino y orinocense, donde existe además una alta presencia de endemismos de flora y fauna. (UNIDAD ADMINISTRATIVA DEL SISTEMA DE PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA, DIRECCION TERRITORIAL AMAZONIA ORINOQUIA SAN JUAN DE ARAMA (META). Plan de manejo básico Parque Nacional Natural Sierra de la Macarena 2005, p. 31 y p. 84)

Sin embargo, en el PNNSM se han desarrollado actividades antrópicas no permitidas en esta área protegida como el cultivo de coca, lo cual ha ocasionado cambios en las coberturas vegetales de este lugar, pues para la siembra de dicho cultivo se talan y queman bosques y/o coberturas vegetales nativas. Según el Plan Nacional de Lucha contra las

Drogas: Colombia 1998 – 2002 se tiene que por cada hectárea de coca sembrada, se destruyen 4 hectáreas de bosque (Cap.1, p.9), lo que genera: “deterioro de bosques, fragmentación de ecosistemas, deforestación, extinción de especies endémicas, destrucción de recursos genéticos, afectación de los cuerpos de agua y reducción de su capacidad reguladora, incremento de dióxido de carbono (CO₂), etc.” (POLICÍA NACIONAL DIRECCIÓN ANTINARCÓTICOS. COCA: deforestación, contaminación y pobreza, 2014, Cap. 5). Dichas consecuencias resaltan la importancia de evaluar los cambios de cobertura vegetal ocurridas en el PNNSM, más aún cuando esta zona es un área protegida de Colombia, en la cual no se debe desarrollar ninguna acción humana que esté en contravía de su conservación.

Como ilustración de lo mencionado en la Foto 1, se observa la detección de cultivos de coca mayores a 3 hectáreas aproximadamente, localizados al interior del PNNSM entre zonas de bosque primario en el municipio de Puerto Rico.

Foto 1. Destrucción bosque primario para cultivo de coca



Fuente: Policía Nacional de Colombia Dirección Antinarcóticos, 2005

Como respuesta a la problemática de cultivos de coca, el estado colombiano ejecutó acciones tales como: el Programa de Familias Guardabosques -PFGB- (2003) que consistió en desarrollar actividades productivas legales con las comunidades implicadas con cultivos ilícitos o en riesgo de estarlo, bajo la integración de cuatro componentes: social, institucional, económico-productivo, y ambiental; el Programa Proyectos Productivos -PPP- (2003) promovió cambiar los ingresos de las familias vinculadas a la producción de cultivos ilícitos o proclives a unirse a estos, hacia una forma lícita de sustento (UNIDAD ADMINISTRATIVA PARA LA CONSOLIDACIÓN TERRITORIAL. Encuentro Nacional de Desarrollo Alternativo – ENDA, Informe ejecutivo. 2013, p.15-19; p.20); en la Operación Colombia Verde -OCV- (2006) se realizó la erradicación manual de los cultivos de coca y aspersión aérea dentro del PNNSM (POLICIA NACIONAL. Balance - operación Colombia verde. 2006), y el Plan de Consolidación Integral de La Macarena -PCIM- (2007) se ejecutó en los municipios de La Macarena, La Uribe, Mesetas, Puerto Rico, San Juan de Arama y Vistahermosa colindantes al PNNSM, dentro de los objetivos de este plan estaban entre otros: la recuperación del control institucional del Estado, la erradicación de los cultivos ilícitos y fomento del desarrollo económico basado en actividades lícitas, y la

recuperación de los parques nacionales naturales (PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. Plan de Consolidación Integral de La Macarena: 2007 – 2010.). Sin embargo, a pesar de los intentos del gobierno por proteger el parque, según monitoreo de cultivos de coca, Colombia (Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito - UNODC-, 2012), aún hay presencia de los mismos.

Con base a lo expuesto, se pretende con esta investigación analizar y diagnosticar los cambios en las coberturas vegetales del PNNSM entre el 2002 y 2012 debido a los cultivos de coca y acciones del estado colombiano a través de sistemas de información geográfica, pues no existe un estudio específico en este sentido, además se espera con esta investigación dejar bases para el desarrollo de programas y políticas estatales que contribuyan a la restauración vegetal del parque.

CAPITULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1. Áreas protegidas en Colombia

Según el artículo 10 del Decreto 2372 de 2010 existen las siguientes áreas que conforman el SINAP¹, como se observa en Gráfica 1.

Gráfica 1 Áreas protegidas que conforman el Sistema Nacional de Áreas Protegidas



Fuente: Autores, basados en el artículo 10 del Decreto 2372 de 2010

Por su parte, el SPNN tiene los siguientes tipos de áreas según el artículo 329 del Decreto 2811 de 1974, como se observa en la

Tabla 1

Tabla 1. Tipos de áreas del Sistema de Parques Naturales Nacionales²

Cantidad	Nombre
43	Parques Naturales Nacionales
2	Reservas Naturales Nacionales
12	Santuarios de Fauna y Flora
1	Área Natural Única Los Estoraques
1	Vía Parque Isla de Salamanca

Fuente: Autores, basados en Martínez, J. (2011). Parques Nacionales Naturales de Colombia

¹ SINAP es el conjunto de las áreas protegidas, los actores sociales e institucionales y las estrategias e instrumentos de gestión que las articulan, que contribuyen como un todo al cumplimiento de los objetivos generales de conservación del país. Decreto 2372 de 2010, Artículo 3.

² Se incluyen: El Parque nacional natural Corales de Profundidad (Resolución 339 de 2013); Santuario de fauna y flora Acandí, Playón y Playona (Resolución 1847 de 2013); y el Parque nacional natural Bahía Portete-Kaurrele (Resolución 2096 de 2014).

Según la página oficial del SPNN la extensión de las 59 áreas naturales mencionadas en la Tabla 1 es de 14'268.224 de hectáreas de la superficie nacional (terrestre y marina), donde 11,27% constituye el área continental y 1,5% el área marina.

2. Presencia de cultivos de coca en áreas protegidas de Colombia

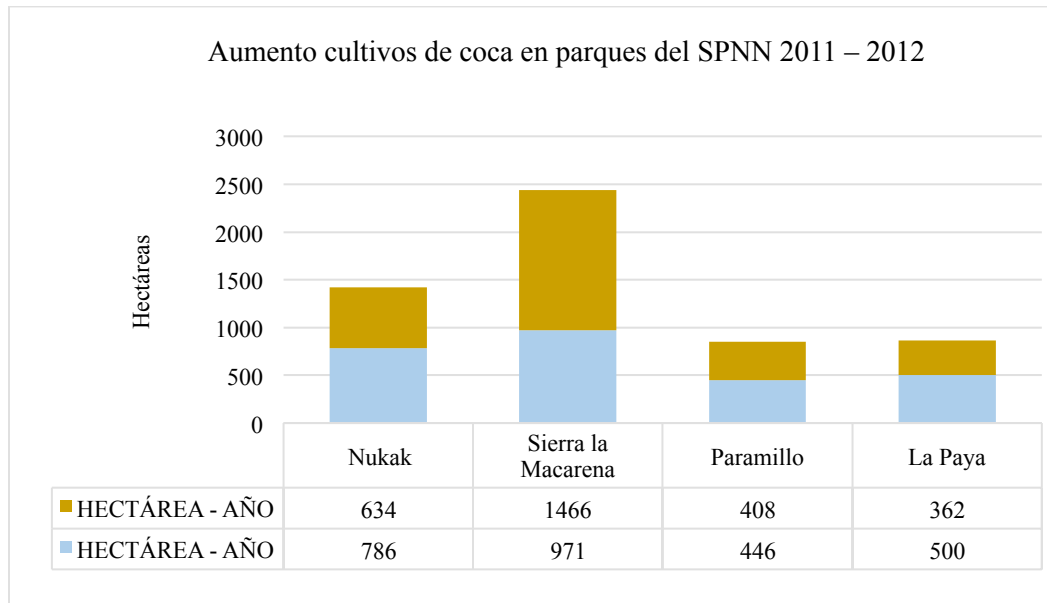
El documento monitoreo de cultivos de coca, Colombia (2013) de la UNODC, menciona que los límites del SPNN fueron corregidos en el año 2005 a partir de imágenes satelitales suministradas por SIMCI, ajustándose nuevamente en el 2010 por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC- y la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales -UAESPNN-. (UNODC p.46).

Con respecto a la presencia de cultivos de coca en el SPNN, estos han sido monitoreados por SIMCI desde el censo de 2001, entregando a las autoridades estatales competentes los resultados como soporte al desarrollo de acciones y proyectos enfocados a la conservación de las características sociales y ambientales del territorio. (UNODC. Monitoreo de Cultivos de Coca. Colombia, 2013 p.46).

Ahora, según el censo de coca del 2012 se encontró para ese año (UNODC, 2013 p.40) lo siguiente:

- Cultivos de coca en 19 de los 57 parques del SPNN, es decir el 33,3% de los mismos están afectados por esos cultivos ilícitos.
- Las 3.379 hectáreas cultivadas de coca representan el 0,028% del área total cubierta por SPNN.
- Aumento del 11% del cultivo de coca en el SPNN en relación con lo reportado en el 2011.
- El aumento del 84,9% de cultivos de coca reportados en el SPNN se concentra en cuatro de ellos, que son: Nukak, Sierra de la Macarena, La Paya y Paramillo, ya que de las 3.379 hectáreas reportadas en áreas protegidas, 2.870 estuvieron en dichos parques. En el 2012 hubo un aumento del 66,2% de las hectáreas de coca en el PNNSM con respecto al 2011, ver Gráfica 2

Gráfica 2. Aumento cultivos de coca en parques del SPNN 2011 – 2012



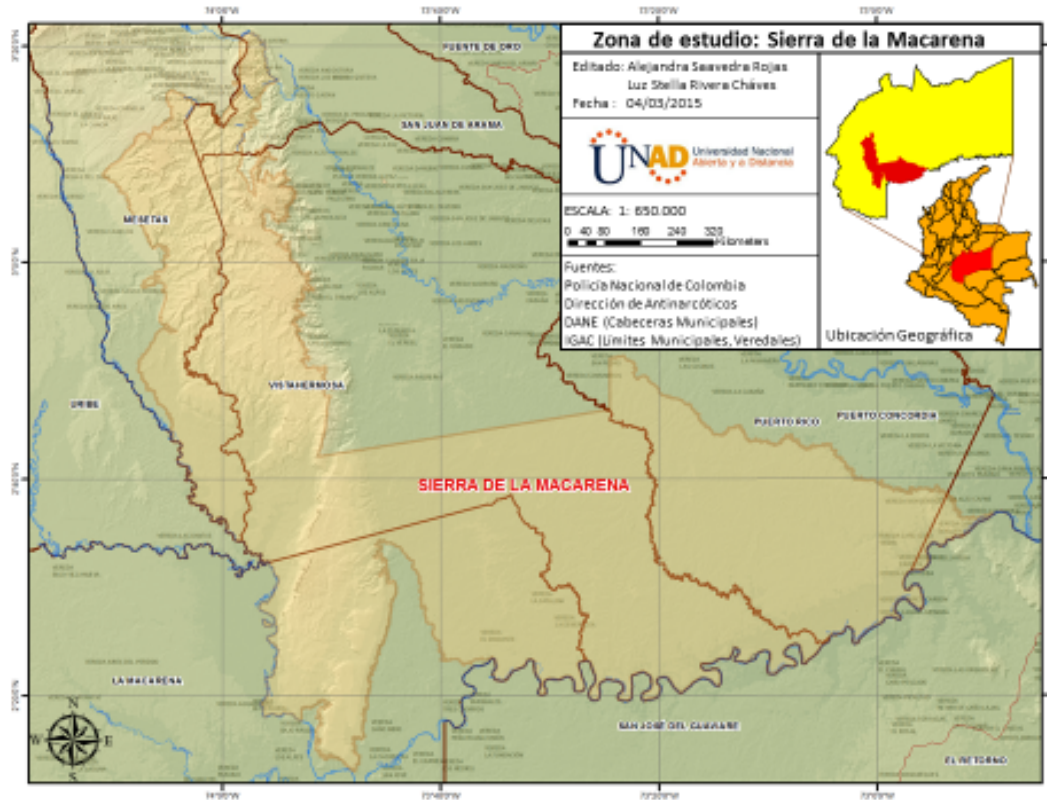
Fuente: Autores. Basados en Monitoreo de Cultivos de Coca. Colombia (SIMCI - UNODC, 2013 p.40)

De los parques mencionados en la Gráfica 3, se escogió el PNNSM debido a su importancia como bastión de biodiversidad, pues en este lugar convergen los ecosistemas Amazónico, Orinocense, Andino y Guyanense, así como por la alta concentración de cultivos ilícitos.

3. Descripción del área de estudio

El PNNSM está ubicado en las coordenadas geográficas con origen Bogotá, Norte 3° 21' 44" y 73° 59' 05"; Occidente 2° 55' 46,7" y 74° 10' 42,5"; Sur 2° 12' 51,4" y 73° 50' 26,9"; y Oriente 2° 38' 52,9" y 72° 55' 47,9"; suroccidente del departamento del Meta (Colombia) con una extensión de 629.280 hectáreas, con altitudes entre los 200 hasta 1.600 metros sobre el nivel del mar. (UNIDAD ADMINISTRATIVA DEL SISTEMA DE PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA, DIRECCION TERRITORIAL AMAZONIA ORINOQUIA SAN JUAN DE ARAMA (META). Plan de manejo básico Parque Nacional Natural Sierra de la Macarena. 2005, p. 74 y p. 78). Esto se observa en el Mapa 1

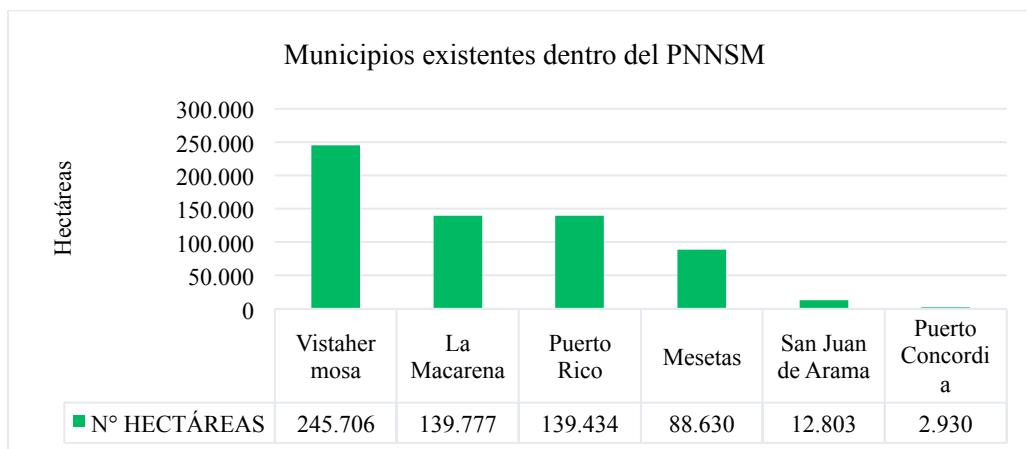
Mapa 1. Localización geográfica PNNSM



Fuente: IGAC, DANE, DIRAN. Editado por autores

El PNNSM está en jurisdicción de los municipios de La Macarena, Mesetas, Vistahermosa, San Juan de Arama, Puerto Rico y Puerto Concordia. Ver Gráfica 3

Gráfica 3 . Municipios existentes dentro del PNNSM



Fuente: Autores, basados en el Plan de manejo básico Parque Nacional Natural Sierra de la Macarena (2005, p. 74, p. 90)

El PNNSM con la ley 52 del 24 de noviembre de 1948 fue considerado Reserva Nacional Natural y luego catalogado como Reserva Biológica de la Humanidad. Posteriormente con la ley 163 de 1959, se declaró la Sierra de La Macarena como Monumento Nacional; y con el decreto 1989 del 1° de septiembre de 1989 conforma parte del Área de Manejo Especial de la Macarena -AMEM-, junto a los Parques Nacionales Naturales: Tinigua, Cordillera de los Picachos y Sumapaz y a los Distritos de Manejo Integrado de los Recursos Naturales -DMI -, Ariari – Guayabero; DMI Macarena Norte y DMI Macarena Sur.

Los ríos principales Duda y Guayabero son de origen andino, otros cinco tienen su origen en la gran planicie del Distrito Ariari–Guayabero, todos ellos están total o parcialmente dentro del PNNSM. Respecto a las subcuencas con mayor extensión dentro del parque son:

- Sub-cuenca del río Duda con 151.992 hectáreas
- Sub-cuenca del río Cabre con 129.382 hectáreas
- Sub-cuenca del Caño Yarumales con 111.136 hectáreas.

Entre estas tres sub-cuencas cubren el 63% del área total del PNNSM y ninguna de ellas está incluida en su totalidad en el área protegida (Ídem, p. 76-78).

El régimen bioclimático del PNNSM es de cuatro (4) tipos: CwbA0-Templado Poco Lluvioso con Periodo Frío Seco Superhúmedo Orogénico, AmiB4-Tropical Lluvioso del Bosque Muy Húmedo, AmiB2-Tropical Lluvioso de Bosque Moderadamente Húmedo, y AmiB2o-Tropical Lluvioso de Bosque Moderadamente Húmedo Orogénico. (Ídem, p. 75 y 76).

La precipitación media anual en toda el área del parque es mayor a 2.500 mm y la temperatura media, salvo en la parte alta de la Sierra donde es cercana a 16°C, fluctúa entre 25°C y 26°C (Ídem, p. 76).

En cuanto a fauna y flora, el PNNSM ha sido catalogado como un lugar excepcional para el desarrollo y la evolución de la vegetación y la fauna de origen guyanense, amazónico, andino y orinocense. La importancia de su conservación es la alta presencia de endemismos en flora y fauna (Ídem, p. 84).

3.1. Coberturas vegetales del área de estudio

Existen 15 tipos generales de unidades de vegetación en el PNNSM, correspondientes a sabanas, arbustales, bosques no inundables y bosques inundables. Los tipos de vegetación dominantes son los bosques alto a medio (BA6) con 42,8% y los bosques bajo a medio (BB1) con 12,3%, cubriendo entre ambos más del 50% del área. (Ídem, p. 76). En este estudio se consideraron dos instituciones que determinan oficialmente las coberturas vegetales en el PNNSM, así:

- El SPNN utiliza la metodología Corine Land Cover Colombia -CLC-C- para la *Clasificación de coberturas de la tierra* publicando un censo de coberturas cada cinco (5) años. En el caso del PNNSM dichas coberturas están representados por territorios agrícolas: cultivos permanentes, pastos, áreas agrícolas heterogéneas; bosques y áreas seminaturales, como: bosques, áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, áreas abiertas sin o con poca vegetación; áreas húmedas continentales y superficies de agua: ríos (50 m.), lagunas, lagos y ciénagas naturales.
- La metodología SIMCI se basa en identificación de lotes de coca en imágenes satelitales las cuales son interpretadas y corregidas en las zonas sin información debido a factores como nubosidad. (UNODC, 2010. p.7). Dicha metodología ha sido aceptada y avalada a nivel nacional y a nivel internacional por Naciones Unidas y la Universidad de BOKU de Viena (Austria) para la elaboración del censo anual de cultivos de coca. (UNODC, s.f. metodología monitoreo de cultivos de coca). Adicionalmente esta entidad define un censo de coberturas vegetales para Colombia.

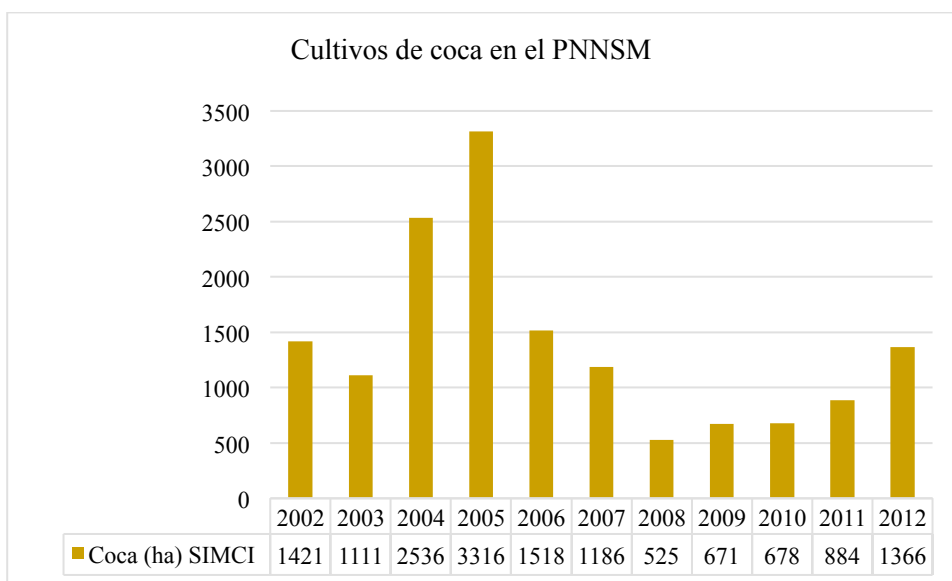
Al comparar los distintos censos multitemporales de las coberturas vegetales del PNNSM publicados por las entidades mencionadas, se observó cambios ocurridos en las mismas durante el tiempo establecido.

Estos cambios de coberturas se pueden considerar como un indicador espacio-temporal donde se pueden visualizar las transformaciones ocurridas que determinan el funcionamiento de los ecosistemas terrestres que afectan directamente a la biodiversidad presente, contribuyen a los cambios climáticos locales, regionales y globales y son las fuentes primarias de la degradación de los suelos. (VELÁZQUEZ, A., DURAN, E., LARRAZÁBAL, A., LÓPEZ, F. & CONSUELO MEDINA. Atlas fisicogeográfico de la cuenca Tepalcatepec. 2009, p.28).

3.2. Problemática presente en el PNNSM

Como se muestra en la Gráfica 4, existe una elevada presencia de cultivos de coca en el PNNSM entre 2002 y 2012:

Gráfica 4. Cultivos de coca en el PNNSM



Fuente: Autores, basados en cifras SIMCI

En la Tabla 2 se presentan los impactos ambientales generados por la siembra e implementación de cultivos

Tabla 2. Identificación de impactos ambientales por cultivos de coca

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES - CULTIVO DE COCA				
PROCESO	RECURSO	ASPECTO AMBIENTAL	DESCRIPCION DEL ASPECTO	IMPACTO
Preparación del Terreno: Socola, tala y quema de bosques y otras coberturas vegetales	Aire	Emisión gases efecto invernadero	Se genera contaminación por dióxido de carbono (CO ₂). Aumento de la temperatura contribuyendo a la disminución de la capa de ozono	Contaminación del aire
	Suelo	Alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas	Se produce acidificación del suelo. Disminución de la disponibilidad de nutrientes (fósforo, nitrógeno, etc.) Reducción de microorganismos Afectación de la porosidad	Contaminación del suelo
		Alteración de la estructura	Al alterar la porosidad del suelo se afecta la absorción e infiltración. Pérdida de la fertilidad del suelo.	Erosión y generación de escorrentía
		Aumento de la incidencia de rayos solares	Disminución de la humedad del suelo.	Pérdida de la capacidad de retención de agua
Agua	Generación de residuos volátiles (cenizas)	Causan turbidez que limita el paso de la luz en los cuerpos de agua, afectando la actividad primaria y consecuentemente la secundaria. Se genera eutrofización	Contaminación del agua	

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES - CULTIVO DE COCA				
PROCESO	RECURSO	ASPECTO AMBIENTAL	DESCRIPCION DEL ASPECTO	IMPACTO
	Fauna y flora	Mortalidad de especies animales	Debido al fraccionamiento de los ecosistemas	*Perdida y/o extinción de especies que no pueden migrar y/o especies endémicas *Disminución de biodiversidad
		Destrucción de recursos genéticos		
		Destrucción de hábitats	Modificación de nichos ecológicos Alteración de la homeostasis de los ecosistemas	*Alteración de las cadenas tróficas *Desplazamiento de fauna
		Perdida de cobertura vegetal nativa y bosque primario	Cambios de uso del suelo	Deforestación
Implementación de Cultivos: Siembra, cuidado y cosecha	Suelo	Generación de residuos sólidos peligrosos	Utilización de agroquímicos como: * Plaguicidas: Metamedofos, Metomil, Carbofuran, Endosulfan, Metil Parathion, Monocrotofos, DDT, Clordano y Hepatacloro * Herbicidas: Gramoxone, Paraquat, Panzer (Glifosato), * Fungicidas: Benomil, Clorotalonil, Mancozeby Carboxin - Thiram * Fertilizantes: Hidrocafé, Triple 15, Gallinaza Envases y productos remanentes	Contaminación del suelo
	Agua	Generación de residuos líquidos		Contaminación de fuentes hídricas
	Aire	Emisión de gases y vapores		Contaminación del aire
	Fauna y flora	Se produce bioacumulación y biomagnificación		*Persistencia de compuestos químicos en la cadena trófica *Detoxificación

Fuente: Autores, basados en Proyecto piloto en el departamento del Guaviare para estimar producción y rendimiento de la hoja de coca” (UNODC, 2005)

Tomando como referencia el “Proyecto piloto en el departamento del Guaviare para estimar producción y rendimiento de la hoja de coca” (UNODC, 2005) se calculó la cantidad de agroquímicos potencialmente utilizados en el PNNSM. Adicionalmente se tuvieron en cuenta los reportes anuales publicados por SIMCI, para establecer que en promedio son obtenidas cinco (5) cosechas anuales por hectárea, estos resultados se observan en la Tabla 3

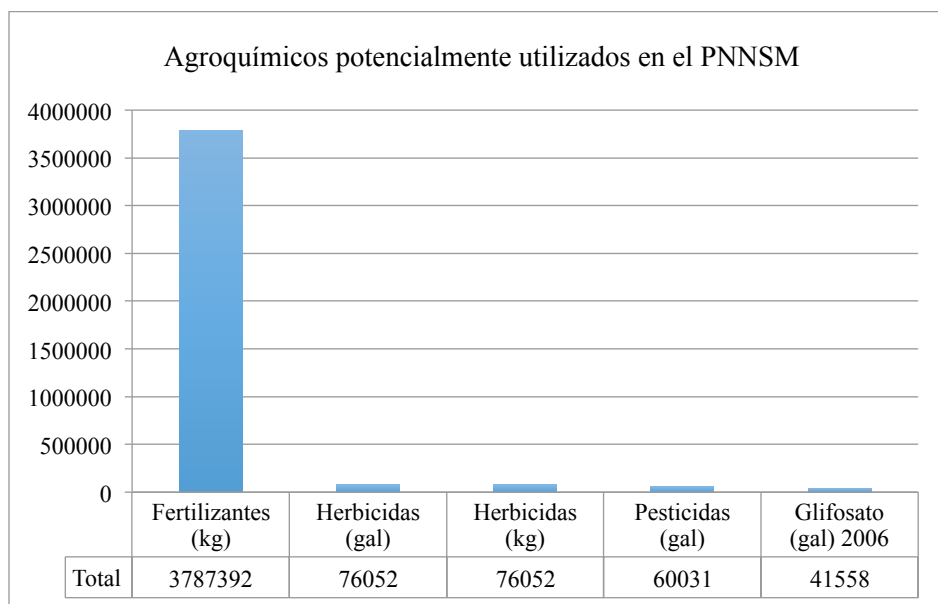
Tabla 3. Agroquímicos potencialmente utilizados en el PNNSM

Agroquímicos	Agroquímicos	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Fertilizantes	Desarrollo o 10-30-10 (kg)	353.789	276.609	631.349	825.592	377.877	295.376	130.825	167.042	168.909	219.996	340.027
Herbicidas	Gramoxone (gal)	7.104	5.554	12.678	16.578	7.588	5.931	2.627	3.354	3.392	4.418	6.828
	Atracina (kg)	7.104	5.554	12.678	16.578	7.588	5.931	2.627	3.354	3.392	4.418	6.828
Pesticidas	Cipermertrina(gal)	1.869	1.461	3.336	4.362	1.996	1.561	691	883	892	1.162	1.797
	Sumithion (gal)	1.869	1.461	3.336	4.362	1.996	1.561	691	883	892	1.162	1.797
	Parathion (gal)	1.869	1.461	3.336	4.362	1.996	1.561	691	883	892	1.162	1.797

Fuente: Autores, basados en Proyecto piloto en el departamento del Guaviare para estimar producción y rendimiento de la hoja de coca” (UNODC, 2005)

Ahora, como el PNNSM ha sido la única área protegida en Colombia en la cual se aplicó el Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos mediante aspersión aérea con el herbicida Glifosato -PECIG- en 2006 como una medida de gobierno forzosa, debido al incremento de cultivos de coca reportado por SIMCI en el año 2005; de acuerdo con la Resolución No. 099 de 2003 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT, por cada hectárea de cultivo se aplican 10,4 galones de glifosato, de modo que al graficar los resultados de la Tabla 3 más este último herbicida se obtuvo la Gráfica 5:

Gráfica 5. Agroquímicos potencialmente utilizados PNNSM



Fuente: Autores, basados en Proyecto piloto en el departamento del Guaviare para estimar producción y rendimiento de la hoja de coca” (UNODC, 2005)

Por otro lado, la presencia en la zona de grupos armados al margen de la ley, como las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia -FARC-, frentes 27, 40, 43 y 44, quienes ejercen gobernabilidad de hecho, y tienen como una de sus principales actividades, los cultivos ilícitos (POLICÍA NACIONAL DE COLOMBIA. COCA: deforestación, contaminación y pobreza, 2014, p. 21-22), pudieron tener influencia en los cambios de coberturas vegetales del PNNSM.

CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrollaron cuatro (4) fases para cumplir los objetivos propuestos:

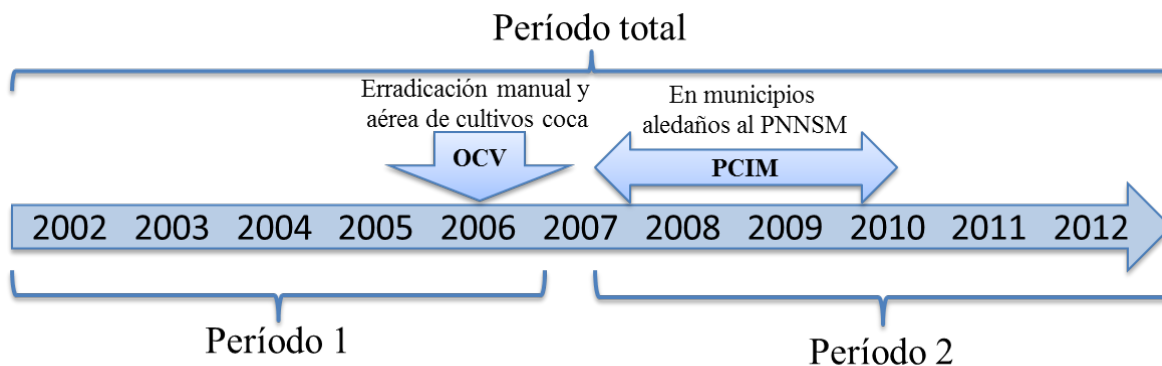
1. Recopilación de información para la realización del diagnóstico de la zona

Fueron usadas principalmente dos fuentes de información: inicialmente la *Clasificación de coberturas de la tierra* del PNNSM en los años 2002, 2007 y 2012, bajo la metodología Corine Land Cover Colombia -CLC-C- utilizada por el SPNN, entidad que selecciona e interpreta las mejores imágenes satelitales recolectadas por un periodo de tres (3) años, para publicar cada cinco (5) años un censo de coberturas de los parques naturales colombianos. Posteriormente se obtuvieron las *coberturas asociadas a cultivos de coca* identificadas por SIMCI, ente que interpreta aquellas imágenes satelitales de mejor calidad recopiladas entre cinco (5) a seis (6) meses, para dar a conocer un censo de coberturas anual asociado a los cultivos de coca en todo el territorio colombiano, de modo que se contó con esta información desde 2002 hasta 2012.

Con base a lo anterior se definió los siguientes periodos de estudio de acuerdo con la disponibilidad de información suministrada por SPNN y SIMCI:

- **Periodo 1 - de 2002 a 2006:** En este periodo hubo una elevada presencia y crecimiento de cultivos de coca en el PNNSM y como una respuesta coercitiva, el estado colombiano desarrollo la Operación Colombia Verde -OCV-, para tratar de contrarrestar este fenómeno.
- **Periodo 2 - de 2007 a 2012:** Aquí se observó una reducción inicial de cultivos de coca y posteriormente un incremento de la cifra; por su parte, el estado desarrolló el Plan de Consolidación Integral de la Macarena -PCIM- durante 2007-2010 en sectores aledaños al PNNSM.
- **Periodo total – 2002 a 2012:** Corresponde a todo el periodo de tiempo con que se dispone de información, se define de este modo con el fin de comparar el comportamiento de las variables definidas, esto se observa mejor en Gráfica 6

Gráfica 6. Línea de tiempo en el PNNSM 2002 – 2012



Fuente: autores

Los diversos tratamientos geospaciales se realizaron través del software ArcGis 10.2, tomando mapas tipo vector con sistema de coordenadas geográficas WGS 84 datum Bogotá.

2. Análisis multitemporal de las coberturas vegetales

Se efectuó un análisis multitemporal considerando la información de mayor rigurosidad suministrada por las entidades SPNN y SIMCI con base en la misionalidad de cada una de ellas; por esta razón, se realizó la unión entre las coberturas de la tierra de SPNN con la cobertura asociada a cultivos de coca reportada por SIMCI, solamente en los años 2002, 2007 y 2012.

Estas coberturas fueron asociadas a los indicadores estado – presión, tomando como referencia el manual para el monitoreo de las condiciones de Estado-Presión, de las coberturas de la tierra, en las áreas protegidas del SPNN de Colombia. Esto permitió comparar los cambios ocurridos en las coberturas vegetales teniendo en cuenta que:

- **Indicadores de estado:** expresan la calidad del medio ambiente y los aspectos de cantidad y cualidad de los valores objeto de conservación (Adaptado de Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 1993). Para el caso del PNNSM están los bosques y áreas seminaturales, excepto áreas quemadas; áreas húmedas y superficies de agua.
- **Indicadores de presión:** describen las presiones sobre el medio ambiente ejercidas por las actividades humanas, que ocasionan cambios en la calidad y cantidad de los valores objeto de conservación (SISTEMA DE PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA. Estrategia nacional de monitoreo del 2008; p. 12). Para el caso del PNNSM están los territorios agrícolas y las zonas quemadas.
- **Indicadores de respuesta o cambios:** Se refiere al análisis de las condiciones de Estado y Presión en dos periodos de tiempo (análisis

multitemporal), para lo cual se compararan las capas de información geográfica de periodos diferentes de manera que se puedan detectar y cuantificar cambios, los cuales se expresan como pérdida o transformación y ganancia o recuperación en las condiciones de Estado y Presión a partir de la línea base de referencia de acuerdo a los criterios definidos en la Tabla 4. (LATORRE, J. & CORREDOR, L. Análisis multitemporal de las coberturas de la tierra y caracterización de indicadores de estado - presión y cambio en los parques nacionales naturales de Colombia. 2011, p.4)

Tabla 4 Criterios para la determinación de indicadores de cambio

Indicador estado-presión (línea de referencia)	Indicador estado-presión período 2	Indicador de cambio periodos analizados
Estado	Estado	Estado estable
Presión	Presión	Presión estable
Presión	Estado	Recuperación
Estado	Presión	Transformación

Fuente: Autores basados en LATORRE, J. & CORREDOR, L. 2011, p.4

Estos cambios de coberturas, permitieron observar la deforestación en el PNNSM y también la deforestación asociada directamente a los cultivos de coca así:

- **Coberturas vegetales vs cultivos de coca.** Con el fin de observar la incidencia de los cultivos de coca en las coberturas vegetales se tuvo en cuenta:
 - **Deforestación.** Son las áreas de bosque primario³ y secundario⁴ que han sido reemplazadas por otras coberturas vegetales en los periodos de estudio definidos.
 - **Deforestación por cultivos de coca.** Son las áreas de bosque primario y secundario que fueron reemplazadas por cultivos de coca durante 2002, 2007 y 2012 años a que corresponden las imágenes satelitales seleccionadas por SPNN para establecer su censo de coberturas de la tierra, comparadas con las coberturas asociadas a cultivos de coca señaladas por SIMCI en los mismos años mencionados.

3. Análisis multitemporal en la dinámica de cultivos de coca

Para dicho análisis, se consideraron algunos criterios del SPNN y SIMCI, para luego definir los parámetros de interés tomados en este estudio como se sigue:

³ Bosque primario se toman para este estudio: 3.1.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme; y el 3.1.1.1.2. Bosque denso alto inundable

⁴ El Bosque secundario se toman para este estudio: 3.1.3.1. Bosque fragmentado con pastos y cultivos; y 3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria

- **Dinámica de los cultivos de coca.** Se efectuó el análisis geoestadístico y espacial de los lotes de coca en el PNNSM, con base en la integración de las variables: área afectada, permanencia y abandono al inicio y al final de los periodos de estudio. Otros parámetros como el tamaño y densidad de cultivos, se han comparado únicamente en el mismo año, habiendo seleccionado al 2002, 2007 y 2012.
 - **Área afectada por cultivos de coca.** Es el área geográfica neta que en alguna ocasión fue sembrada por coca durante el periodo de estudio.
 - **Lotes de coca abandonados en el último año** Existieron en algún censo de los años anteriores, pero ya no se encontraron en el último año del periodo de estudio. Con esta variable se pueden observar procesos de sucesión vegetal.
 - **Lotes de coca registrada en el último año.** Son aquellos que surgieron en el último año del periodo de estudio. Con esta variable se observan procesos de afectación.
 - **Lotes de coca intermitentes.** Son los que estuvieron en el último año y por lo menos en cualquier otro del periodo de estudio.
 - **Lotes de coca permanentes.** Son los que se hallaron en el mismo lugar durante todos los censos del periodo de estudio.
 - **Tamaño de los lotes de coca.** Es la cantidad de lotes de cultivos de coca observados en el año, que estuvieron presentes en algún sector del PNNSM y cuya medida se encuentra en determinados rangos de hectáreas. Esto permite observar la tendencia en la dimensión de los lotes.
 - **Densidad promedio siembra de coca.** Cantidad de hectáreas de cultivos de coca que hay en un radio de búsqueda de un (1) kilometro. Permite establecer la fragmentación del cultivo.
 - **Acciones del estado y sus implicaciones en la dinámica de los cultivos de coca.** Son aquellos programas desarrollados por el gobierno de Colombia que tuvieron alguna injerencia frente a la dinámica de los cultivos de coca en el área de estudio.

4. Acciones del estado colombiano y sus implicaciones en la dinámica de los cultivos de coca

Adicionalmente, se tuvieron en cuenta algunas acciones de impacto por parte del Estado colombiano tales como la Operación Colombia Verde -OCV-, desarrollada dentro del PNNSM, mediante la aspersión aérea y la erradicación manual de los cultivos de coca. Así mismo, se tuvo en cuenta el Plan de Consolidación Integral de la Macarena -PCIM- el cual se ejecutó en zonas aledañas al parque para contrarrestar la siembra de coca.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Recopilación de información para la realización del diagnóstico de la zona

Como se comentó en la metodología, punto 1, se realizó la unión de coberturas SPNN y SIMCI de los años 2002, 2007 y 2012, arrojando los resultados insumos de la Tabla 5 para su posterior uso en los análisis siguientes.

2. Análisis multitemporal de las coberturas vegetales

Una vez efectuada la unión entre las coberturas de la tierra interpretadas por SPNN, junto con la coca censada por SIMCI durante los años 2002, 2007 y 2012, las nuevas coberturas fueron asociadas posteriormente como estado o presión según el caso y se obtuvo como resultado la Tabla 5:

Tabla 5. Cambios de coberturas vegetales en el PNNSM

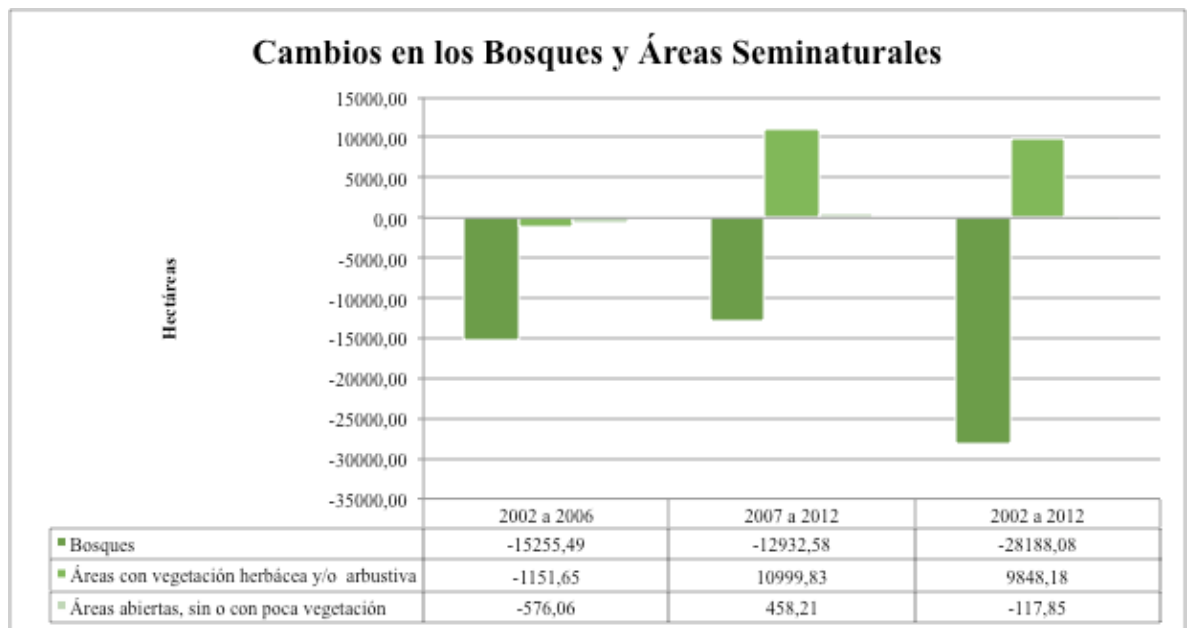
Item	R	G	B	LEYENDA NACIONAL DE COBERTURAS DE LA TIERRA-COLOMBIA	HECTÁREAS			
					Nuevas coberturas			
					2002	2007	2012	
1	255	255	255	99. Nubes	967,216806	1.747,340533	152,431622	
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS								
2.2. Cultivos permanentes								
2				2.2.2.5. Coca	1.401,421726	1.126,840871	1.357,051015	Presión
2.3. Pastos								
3	204	255	204	2.3.1. Pastos limpios	11.847,968037	15.923,341716	16.345,297162	Presión
4	158	255	200	2.3.3. Pastos enmalezados	0	131,393378	437,219632	Presión
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas								
5				2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	0	0	418,611144	Presión
6	255	201	64	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	1.615,329223	2.050,103682	17.499,363149	Presión
7	255	183	0	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	8.384,683422	20.051,444582	5.416,005137	Presión
8				2.4.5. Mosaico de cultivos y espacios naturales	0	0	415,496806	Presión
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES								
3.1. Bosques								
9	128	255	0	3.1.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme	498.260,285085	487.876,151862	479.178,698540	Estado
10	128	255	0	3.1.1.1.2. Bosque denso alto inundable	34.463,989518	33.577,837972	32.372,520312	Estado
11	97	194	0	3.1.3.1. Bosque fragmentado con pastos y cultivos	13.184,884154	9.191,449492	3.333,532354	Estado
12	97	194	0	3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria	2.252,217330	2.260,442464	5.088,548407	Estado
3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva								
13	204	242	78	3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado	58,114772	47,934791	47,93479	Estado
14	204	242	78	3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado	187,290688	187,284194	186,119654	Estado
15	204	242	78	3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos	9.359,735773	9.842,807563	8.258,634325	Estado
16	204	242	78	3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso	11.847,533122	11.847,533054	11.956,369704	Estado
17	172	219	15	3.2.2.1. Arbustal denso	501,833388	472,831265	3.357,935698	Estado
18	172	219	15	3.2.2.2. Arbustal abierto	3.202,838186	3.202,838140	1.343,643828	Estado
19	150	191	13	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	7.203,142076	5.607,608395	17.058,033452	Estado
3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación								
20	194	194	194	3.3.1. Zonas arenosas naturales	20,929663	30,144843	21,004022	Estado
21	138	138	138	3.3.4. Zonas quemadas	613,885759	28,611967	495,958333	Presión
4. AREAS HÚMEDAS								
4.1. Áreas húmedas continentales								
22	166	166	255	4.1.1. Zonas Pantanosas	86,462679	86,462679	0	Estado
5. SUPERFICIES DE AGUA								

Fuente: Autores, basados en coberturas publicadas por SPNN y SIMCI (coca)

Los mayores cambios se reflejaron en las coberturas asociadas a bosques y áreas Seminaturales y, áreas agrícolas heterogéneas. Esto se especifica a continuación:

- a. **Bosques y áreas seminaturales:** En la Gráfica 7 se nota una elevada pérdida de cobertura asociada a bosques que cambiaron a otras coberturas vegetales, lo cual se relacionó con la deforestación de 28.188 hectáreas destruidas durante los once (11) años en que se desarrolló el estudio. Por otra parte, las áreas con vegetación herbácea y arbustos se mostraron casi estables durante el primer período, pero en el segundo, hubo un significativo incremento que podría relacionarse con procesos de sucesión vegetal.

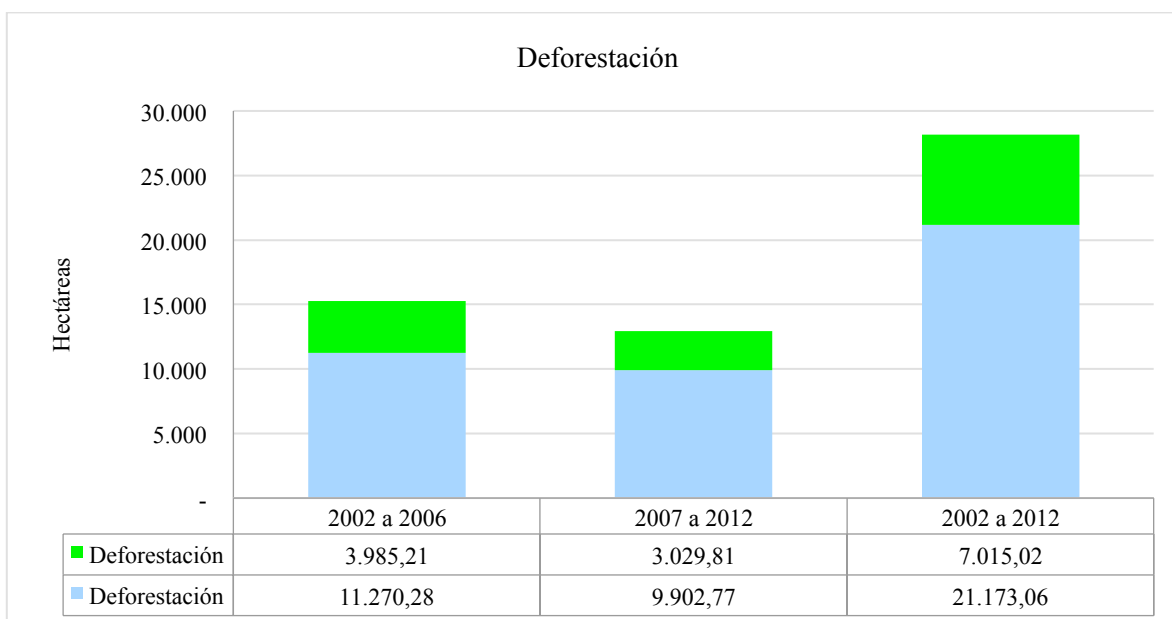
Gráfica 7. Cambios en los bosques y áreas seminaturales del PNNSM



Fuente: Autores, basados en coberturas publicadas por SPNN

- b. **Deforestación:** Las distintas actividades que se han desarrollado al interior del parque han reflejado un considerable impacto ambiental en la pérdida de bosque primario y secundario durante los períodos de estudio como se observa en la Gráfica 8:

Gráfica 8. Deforestación en el PNNSM



Fuente: Autores, basados en coberturas publicadas por SPNN

El 53,22% de la deforestación ocurrió en el primer periodo y el 46,7% sucedió en el segundo periodo, lo cual se refleja en la pérdida en el periodo total de estudio de 21.173 hectáreas de bosque primario. Por otra parte, en el bosque secundario este fenómeno corresponde al 56,8% ocurrió en primer periodo y 43,2% en el segundo periodo, para una pérdida en el periodo total de estudio de 7.015 hectáreas. Es decir que tanto para el bosque primario como para el bosque secundario la deforestación más significativa aconteció en el primer periodo, lo cual puede ser producto del establecimiento de los cultivos de coca.

- c. **Deforestación por cultivos de coca:** Teniendo en cuenta las cifras de deforestación descritas anteriormente, así como las fuentes de donde proviene la información analizada (SPNN y SIMCI), es posible atribuir directamente la pérdida de bosque primario y secundario por siembra directa de cultivos de coca, durante periodos de 3 años que corresponden a la temporalidad en que SPNN recopila e interpreta imágenes para establecer el censo de coberturas de la tierra, en comparación con el censo anual de SIMCI durante los periodos:

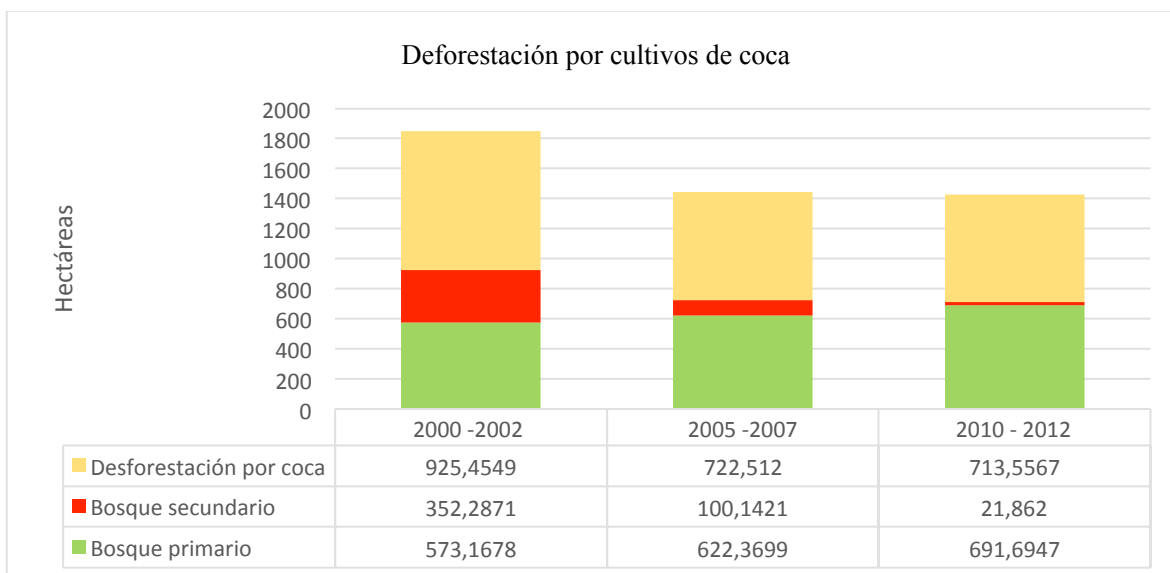
2002: Atribuible a la deforestación por cultivos de coca durante 2000, 2001 y 2002

2007: Atribuible a la deforestación por cultivos de coca durante 2005, 2006 y 2007

2012: Atribuible a la deforestación por cultivos de coca durante 2010, 2011 y 2012

En la Gráfica 9 se observa que la mayor deforestación realizada para siembra directa de cultivos de coca en el parque fue entre 2000 -2002, cifra que disminuyó entre 2005-2007 y se comportó de manera similar en 2010-2012.

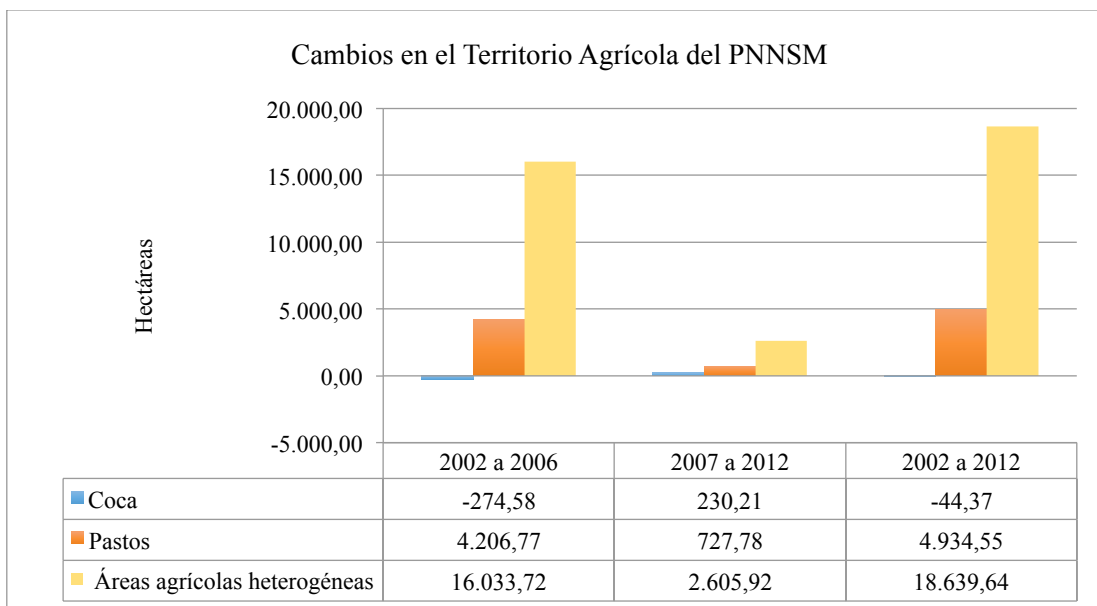
Gráfica 9. Deforestación por cultivos de coca



Fuente: Autores, basados en coberturas publicadas por SPNN

- d. **Territorios agrícolas:** Según la Gráfica 10, los cambios se reflejan principalmente en las áreas agrícolas heterogéneas, donde hubo un elevado incremento de pastos y cultivos, los cuales ocurrieron en su mayoría denle el primer período de estudio.

Gráfica 10. Cambios en el territorio agrícola PNNSM

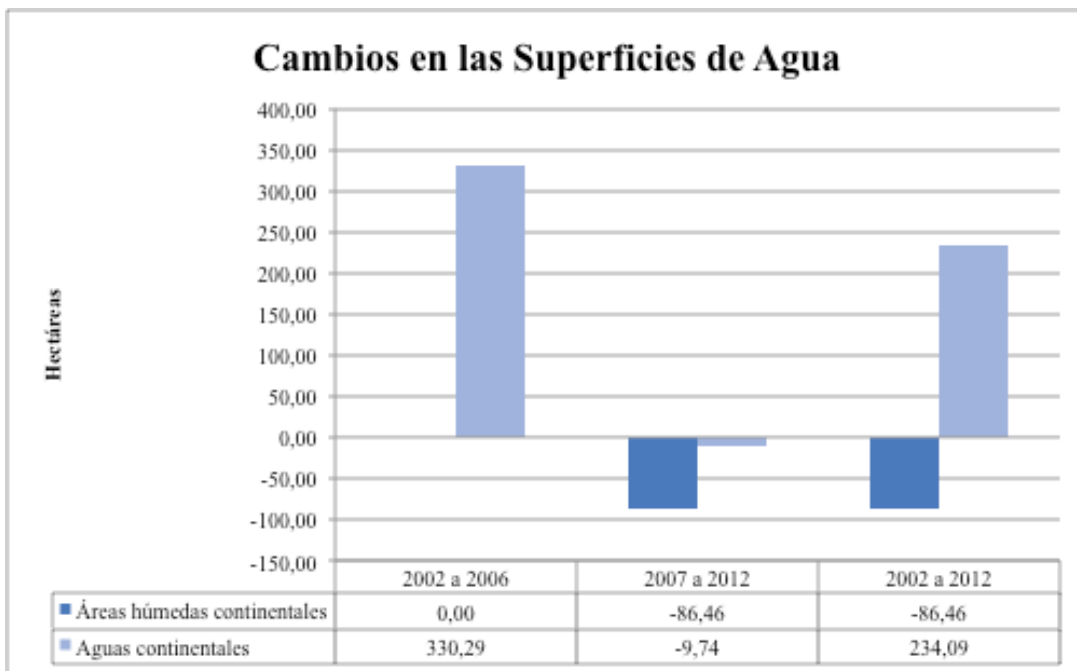


Fuente: Autores, basados en coberturas publicadas por SPNN

Es de anotar que la gráfica anterior, permitió establecer que sólo una parte de los pastizales y áreas agrícolas son utilizados para cultivar la coca; situación que refleja la afectación significativa en las coberturas vegetales del parque por causa de otras actividades sobre las cuales, no se tienen registros geográficos.

- e. **Áreas húmedas y superficies de agua:** En este caso y como lo muestra la Gráfica 11 se observó que en el primer período hubo una aparente estabilidad de áreas húmedas continentales que se redujeron ostensiblemente al finalizar el segundo período y por otra parte, las aguas continentales aumentaron en el primer período y se redujeron en el segundo.

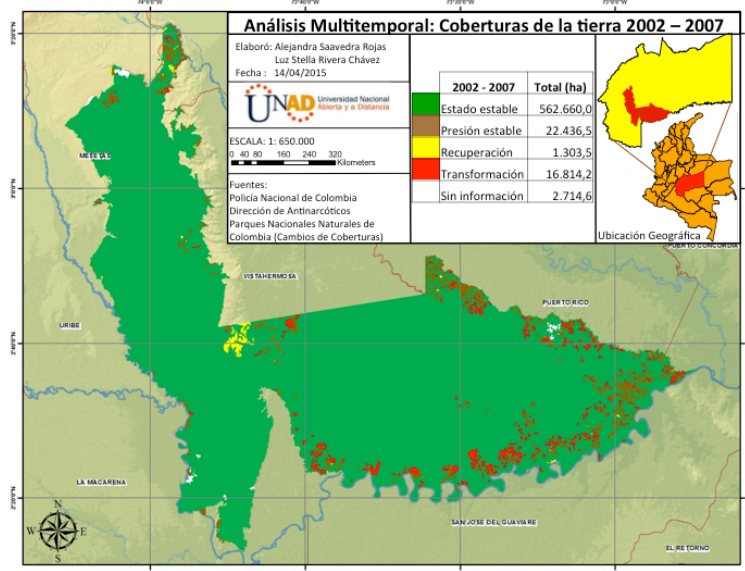
Gráfica 11. Cambios en las superficies de agua del PNNSM



Fuente: Autores, basados en coberturas publicadas por SPNN

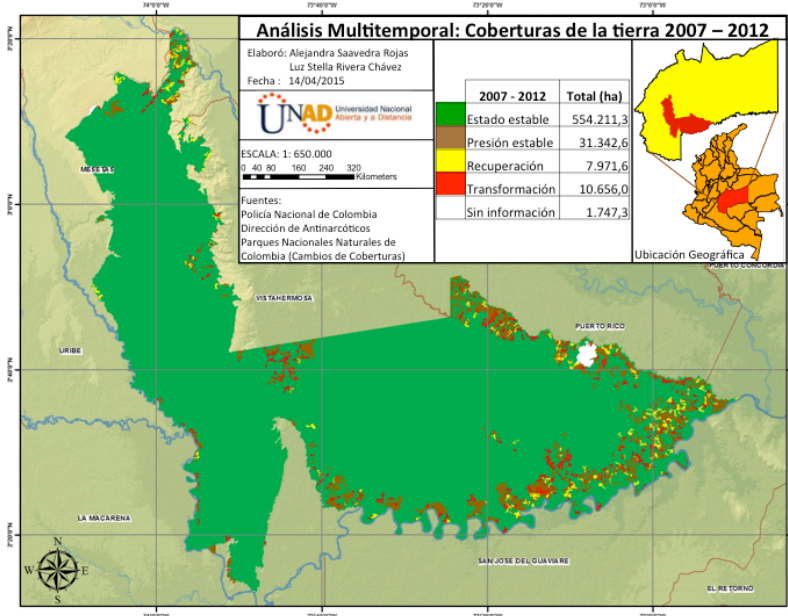
- f. **Análisis Estado – Presión:** en el Mapa 2 y Mapa 3 se observan los cambios de coberturas de la tierra asociadas a las variables estado – presión y la comparación multitemporal:

Mapa 2. Análisis multitemporal estado – presión en el período I: 2002 – 2007



Fuente: autores con base en SPNN y SIMCI

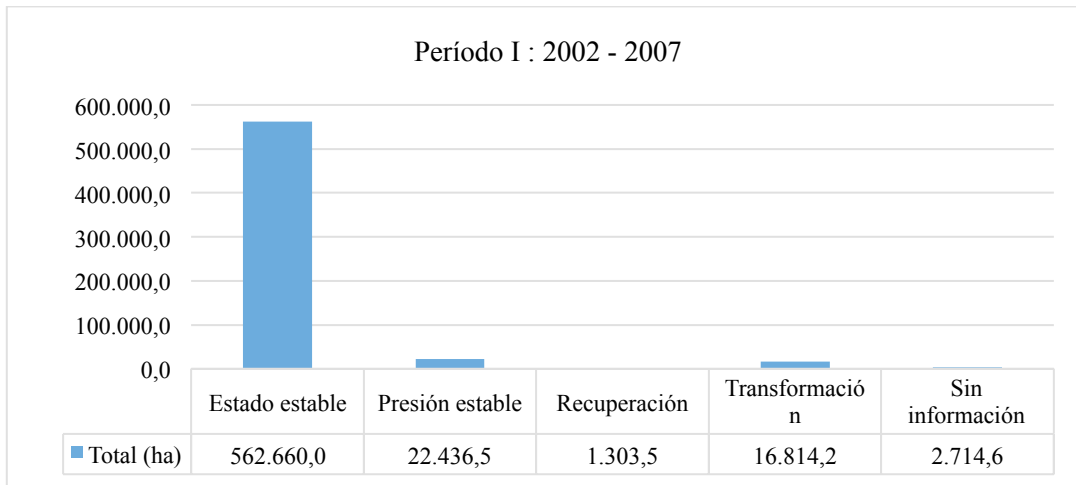
Mapa 3. Análisis multitemporal estado – presión en el período II: 2007 – 2012



Fuente: autores con base en SPNN y SIMCI

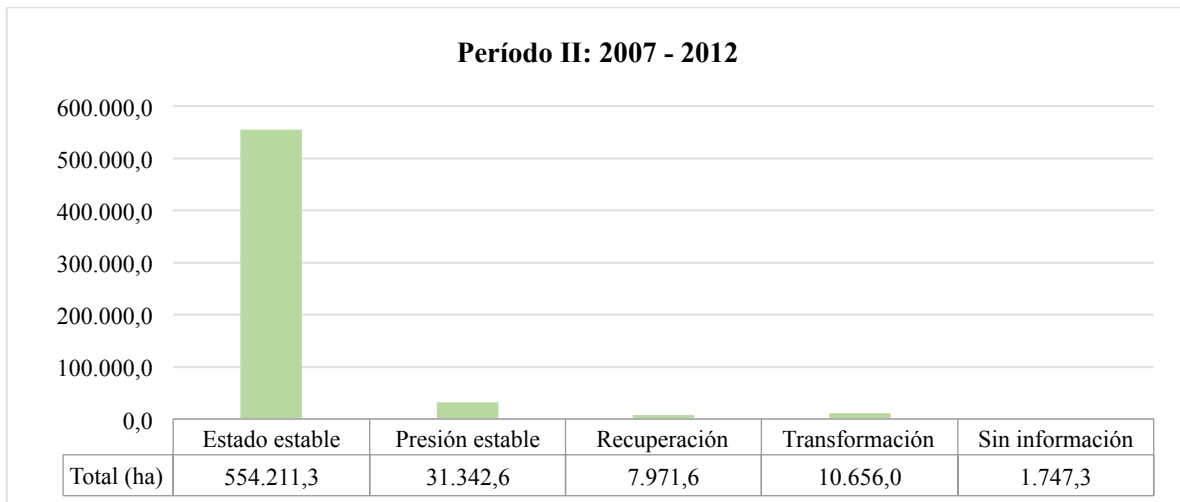
Al comparar estos dos períodos, se observó que la mayor transformación de terrenos, se dio en el primer período y disminuyó un 36,6% en el segundo periodo. Por otro lado, la recuperación fue mínima en el primer periodo, incrementándose un 83,6% en el segundo. Esto se especifica mejor en la Gráfica 12 y Gráfica 13:

Gráfica 12. Variación estado – presión en el período I



Fuente: autores con base en SPNN y SIMCI

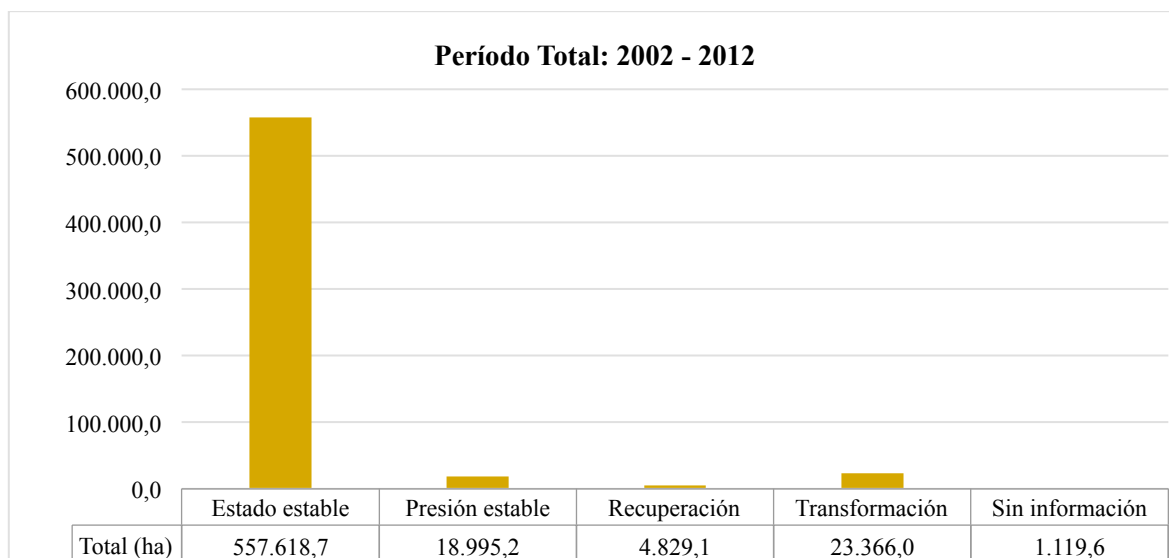
Gráfica 13. Variación estado – presión en el período II



Fuente: autores con base en SPNN y SIMCI

La Gráfica 14 permitió establecer cómo en una década se transformaron 23.366 hectáreas de coberturas vegetales y por el contrario, solamente se han recuperado 4.829 hectáreas. Adicionalmente hay 18.995 hectáreas cuya presión ha sido constante durante todo el período de estudio, con lo cual, se pudo evidenciar la magnitud del daño ocasionado por las diversas actividades que se desarrollaron en un área protegida por la ley dado su altísimo valor como reserva natural, pero que en la práctica no se ha logrado la preservación ni la conservación de las coberturas vegetales del PNNSM.

Gráfica 14. Variación estado – presión en el período total

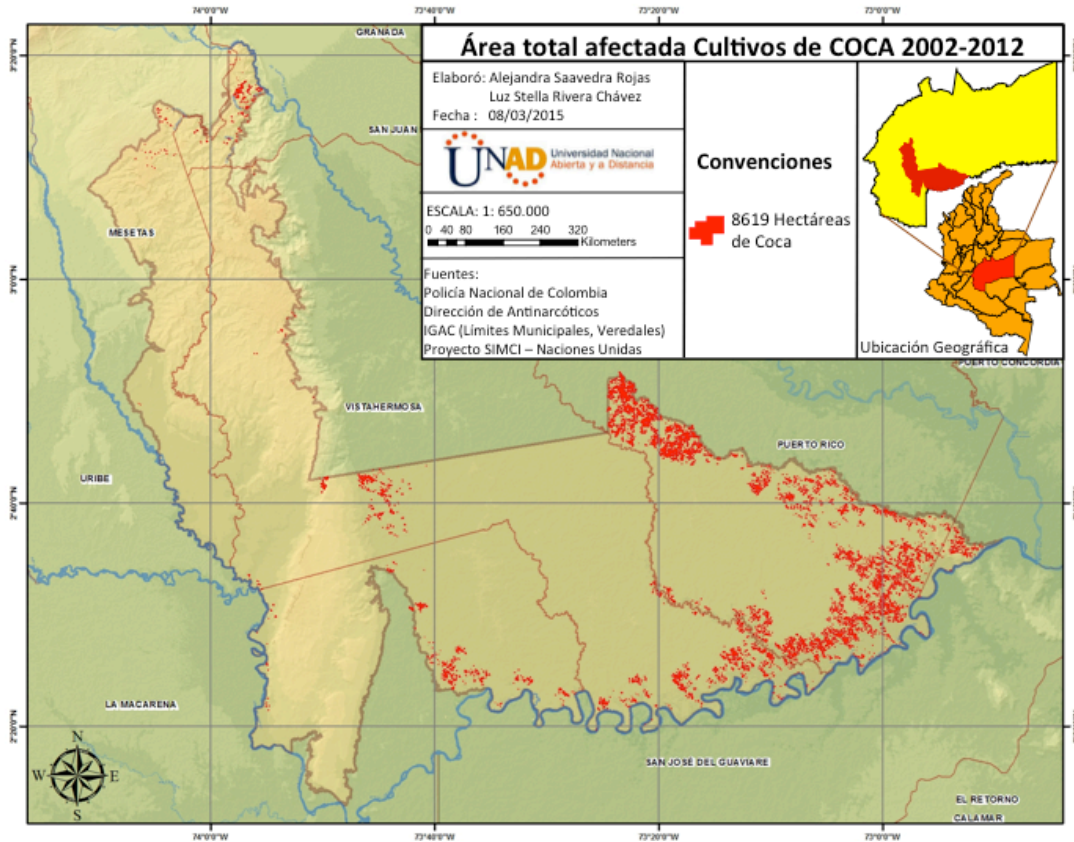


Fuente: autores con base en SPNN y SIMCI

3. Análisis de la dinámica de cultivos de coca

En el Mapa 4 se observa el **área afectada por cultivos de coca** durante todos los once (11) años de estudio.

Mapa 4 área afectada por cultivos de coca

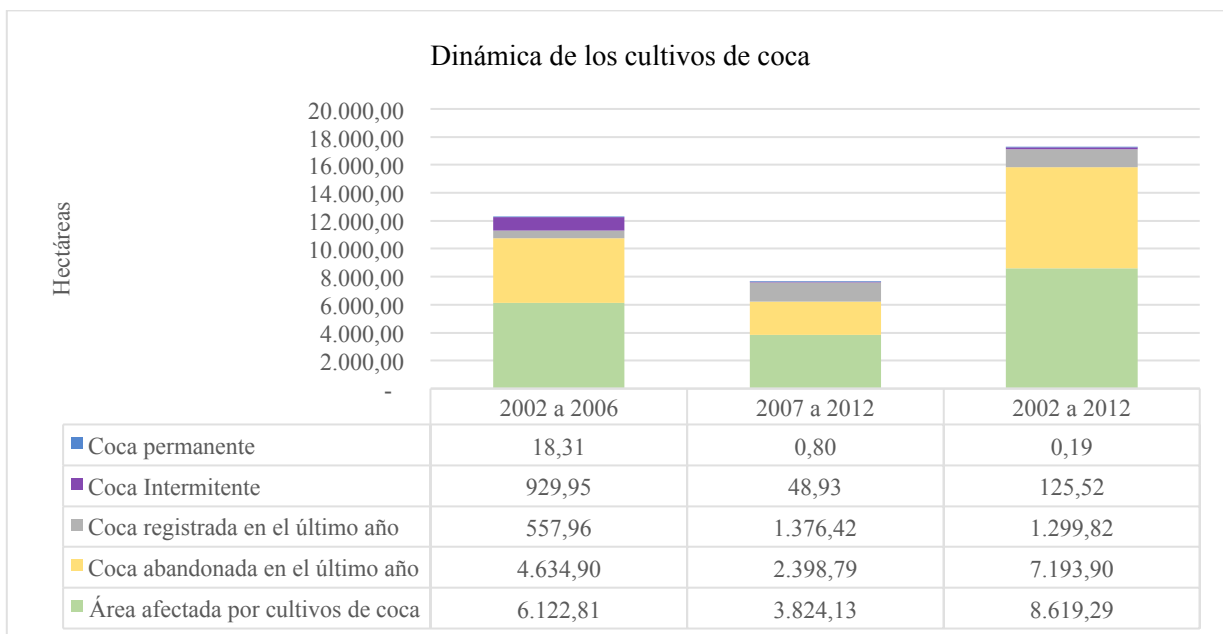


Elaborado por autores, basados en reportes SIMCI

Como se presenta en el la Gráfica 15, el **área afectada por cultivos de coca** fue superior durante el primer periodo y se redujo en un 37,5% en el segundo, lo cual permitió inferir que dichos cultivos se establecieron en el parque en esa época.

En la Gráfica 15 se observa también la **coca abandonada en el último año** disminuyó un 48,3% en el segundo periodo en relación con el primero, esto pudo ser una consecuencia de la implementación de la OCV ejecutada en el 2006, siendo este el mayor operativo de erradicación manual y aspersión aérea desplegada al interior del parque.

Gráfica 15. Dinámica de los cultivos de coca



Fuente: Autores, basados reportes SIMCI

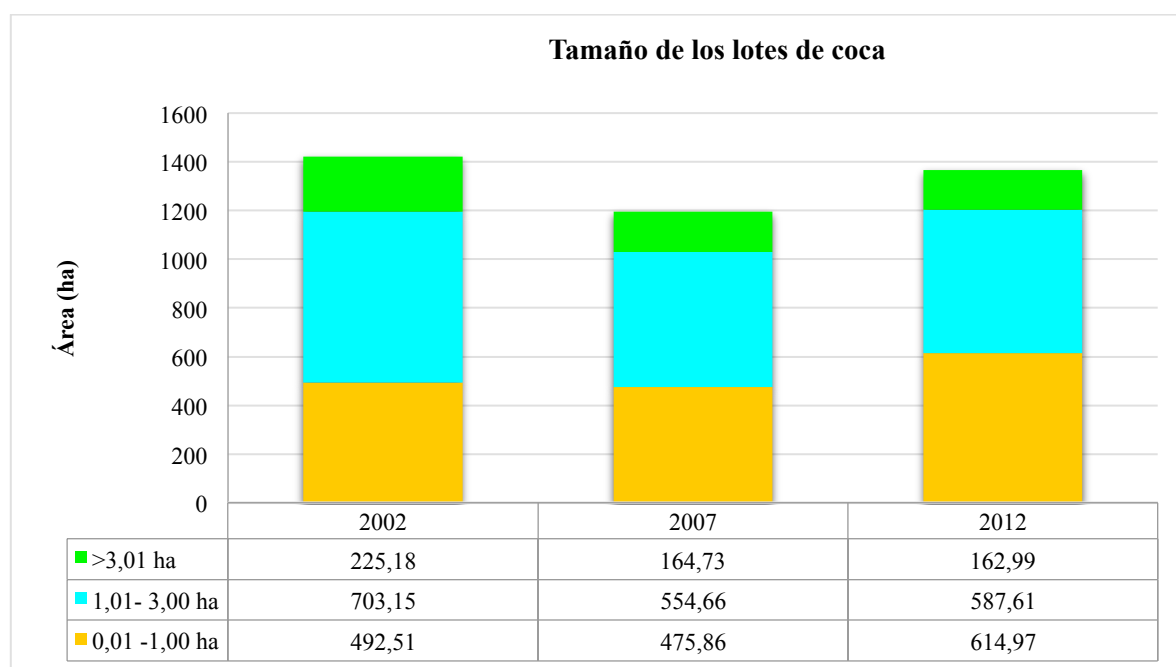
La disminución de coca en el PNNSM en 2006, fue consecuencia de las acciones del estado; por otra parte, entre 2007 y 2010 continuó la reducción de esos cultivos asociada al PCIM, dado que este se ejecutó con las poblaciones cercanas al PNNSM para vincularlas a otras actividades económicas y con mejores oportunidades enmarcadas dentro de la legalidad. (PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. Plan de Consolidación Integral de La Macarena: 2007 – 2010, s.f.). No obstante, la no continuidad de este programa (culminó en 2010), así como la disminución de erradicación de cultivos, generaron un incremento al final del segundo periodo, especialmente en la **coca registrada en el último año (2012)**, con un aumento de 147% cifra superior al hallado en el periodo total, es decir que en el 2012 hubo más cultivos de coca que en los once (11) años de estudio. Además, la presencia en el parque de las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia -FARC- frentes 27, 40, 43 y 44, dificultan aún más las acciones y controles del estado. Estos cultivos registrados en el último año de cada periodo, mostraron una tendencia a permanecer en los límites del parque del PNNSM excepto en el municipio de Mesetas.

Se hallaron 929,95 hectáreas de **coca intermitente** que estuvieron en el último año y por lo menos en cualquier otro censo del primer periodo, en cambio en el segundo esta intermitencia disminuyó en un 95%, de modo que hubo un desplazamiento del fenómeno reflejado en la fragmentación de los cultivos de coca, lo que significa que se buscaron nuevas áreas para siembra, con este comportamiento se dificulta la focalización y efectividad de los programas de erradicación. Finalizando el periodo total apareció la reutilización de terrenos para la siembra de coca que habían sido abandonados durante el primer periodo.

La **coca permanente** estuvo presente en su mayoría durante el primer periodo, ya que estos lotes disminuyeron en un 95% en el segundo período, es decir que la elevada reducción de coca permanente en el segundo periodo reflejó las acciones del estado colombiano. Esta permanencia se registró principalmente en el municipio de Puerto Rico cercano al río Guayabero y en el límite con el departamento del Guaviare. En el segundo periodo este fenómeno se mantuvo principalmente en algunos sectores del municipio de Puerto Rico.

Para observar la variación del **tamaño de lotes de coca**, se seleccionaron tres años dentro del período de estudio: 2002, 2007 y 2012, para medir los mismos y los resultados se presentan en la Gráfica 16

Gráfica 16. Tamaño de los lotes de coca



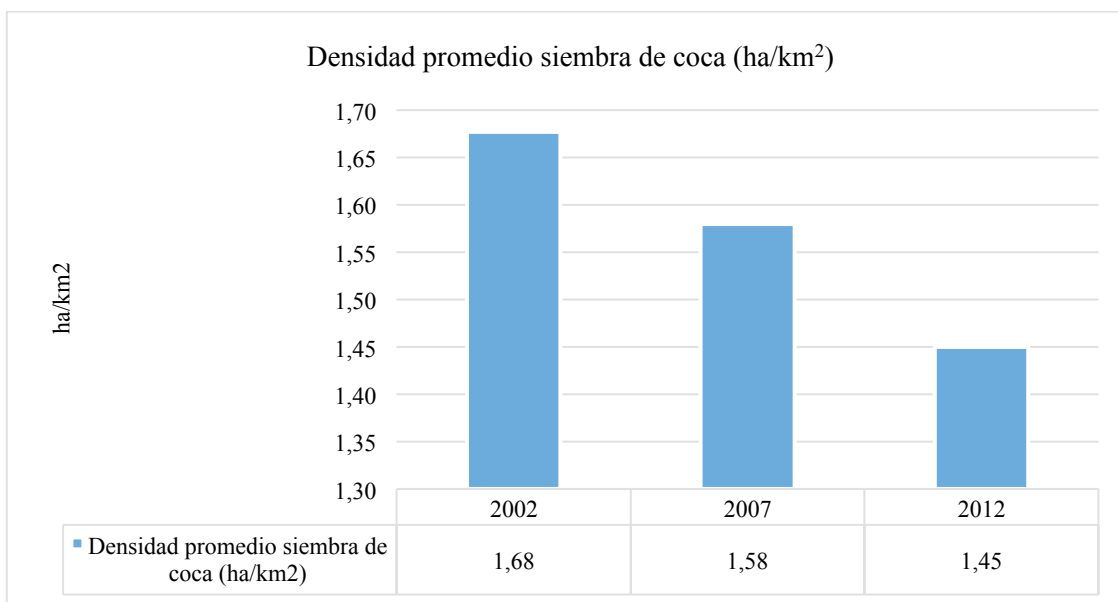
Fuente: Autores, basados reportes SIMCI

De acuerdo a la Gráfica 16, se tiene que la cantidad de hectáreas donde los lotes de coca miden entre 0,01 – 1,00 hectáreas es similar en 2002 y 2007 manteniendo un promedio de 484,19 hectáreas, no obstante esta cantidad incrementó en un 21% para el año 2012, lo que reflejó una tendencia a fragmentar los cultivos extensos. En el rango de 1,01- 3,00 hectáreas se observó que en 2002 se concentró aquí la mayoría de lotes, tendencia que se repitió en 2007 pero no en 2012, donde la mayoría de lotes fueron pequeños. En cuanto al grupo que comprende lotes cuya extensión de cultivos de coca es superior a 3.01 hectáreas, la tendencia al comparar los tres años fue de reducción, aunque el cambio notorio sucedió en 2007 donde se apreció una reducción del 73% de lotes grandes en comparación con el año 2002, lo cual reflejó una consecuencia de la erradicación de lotes efectuada en la OCV

ejecutada en 2006; no obstante, el total de las hectáreas ocupadas al sumar los tres rangos, denotó una mayor cantidad en 2012, solo que la mayoría de los lotes son pequeños. Finalmente, al hallar el promedio del tamaño de lotes de coca en los tres años, dio como resultado que son de 0,91 hectáreas.

Para analizar el comportamiento de la densidad de cultivos de coca, se han tomado nuevamente los años 2002, 2007 y 2012 como se puede observar en la Gráfica 17

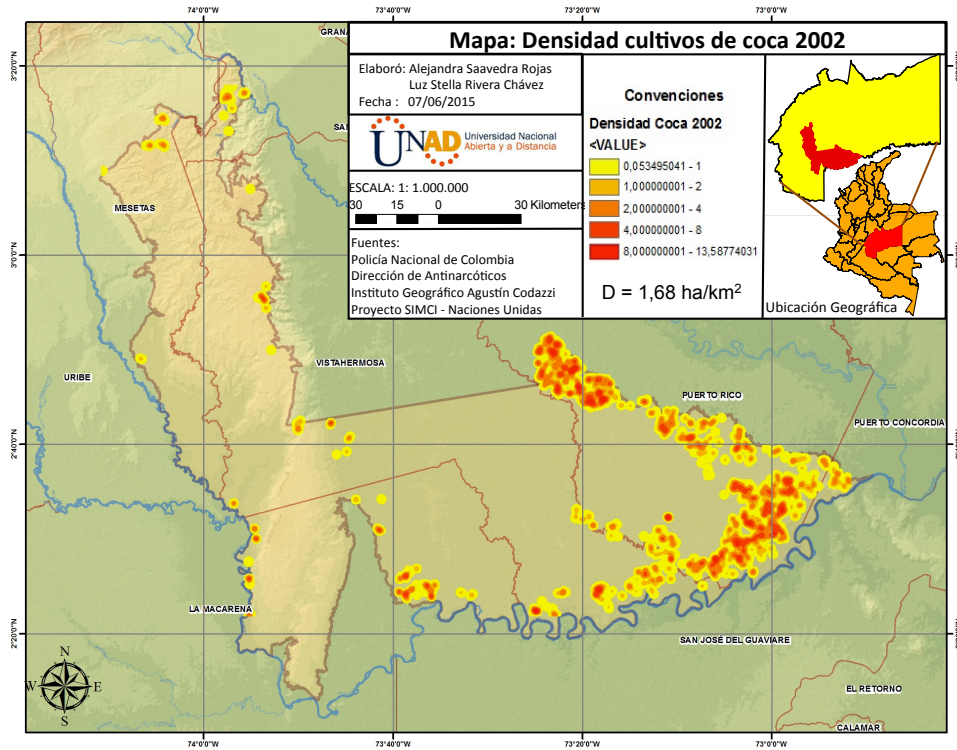
Gráfica 17. Densidad promedio siembra de coca



Fuente: Autores, basados reportes SIMCI

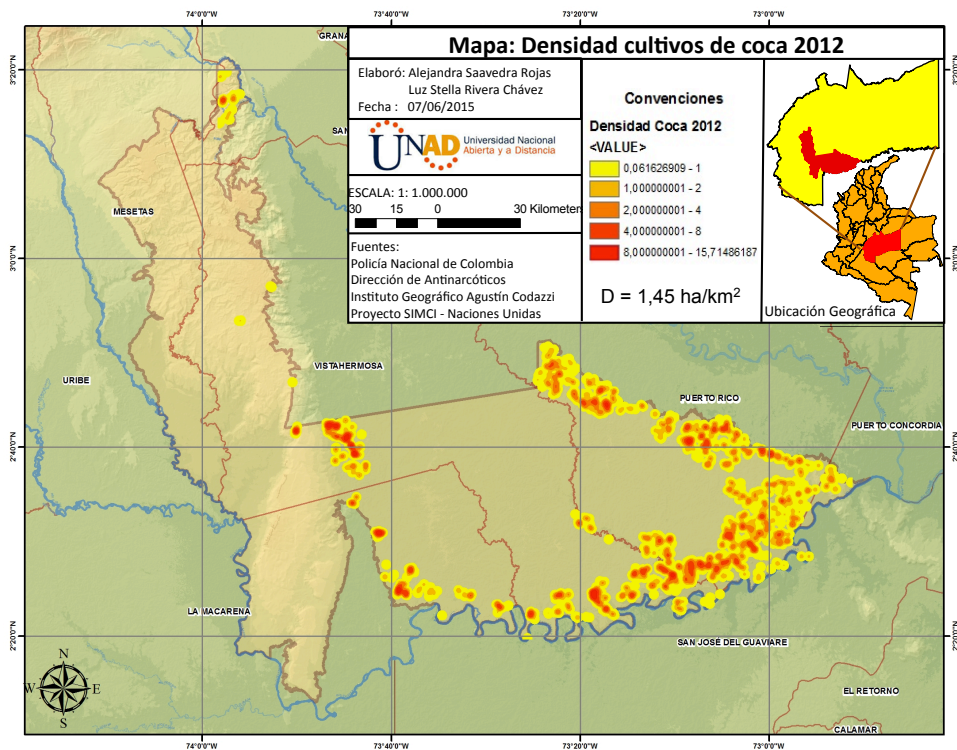
Como se observó en la Gráfica 17, la densidad promedio de siembra de coca tiende a disminuir, lo que significa que con el paso de los años, la concentración de cultivos de coca es cada vez menor; lo anterior, se puede visualizar mejor en el parque al comparar los mapas Mapa 5 y Mapa 6:

Mapa 5. Densidad de cultivos de coca en el PNNSM 2002



Fuente: Autores, basados en reportes SIMCI

Mapa 6. Densidad de cultivos de coca en el PNNSM 2012



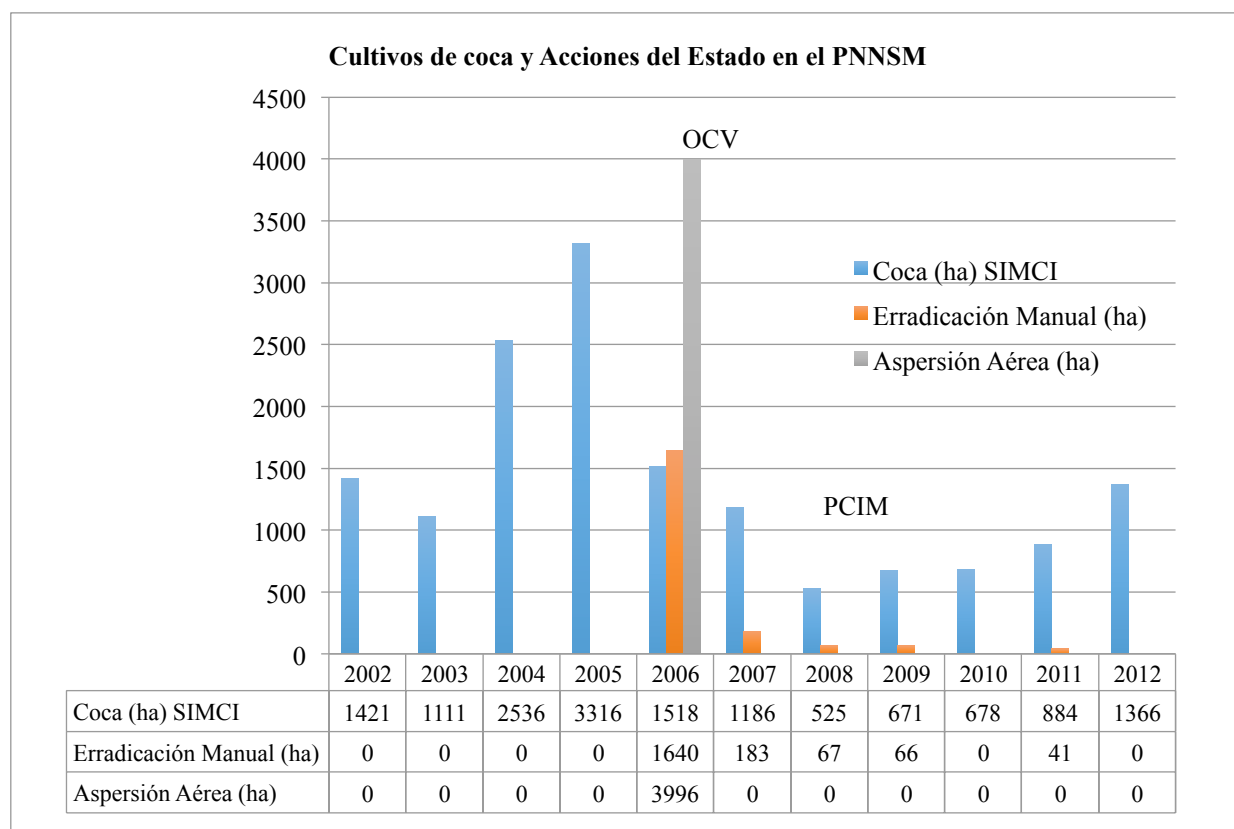
Fuente: Autores, basados en reportes SIMCI

Los mapas Mapa 5 y Mapa 6, permiten observar como al transcurrir una década ha disminuido la aglomeración de los cultivos progresivamente reflejando la reducción de la densidad promedio de cultivos en un 14%, de modo que aquellos cuya concentración y extensión fue mucho mayor durante el 2002 (representados en el mapa con mayor intensidad del color rojo) se dispersaron afectando una mayor extensión del terreno, hasta mostrar una agrupación menor en el 2012; es de anotar que en estos dos años, la cantidad total de cultivos fue similar, solo que la dispersión de los cultivos fue superior en el 2012.

4. Acciones del estado colombiano y sus implicaciones en la dinámica de los cultivos de coca

Para comparar el comportamiento histórico que han reflejado los cultivos de coca en el parque con respecto a las acciones del estado colombiano, es posible integrar los datos reportados y la época en que se desarrollaron los planes OCV (2006) y PCIM (de 2007 a 2010) como se observa en la Gráfica 18. Cultivos de coca y acciones del Estado en el PNNSM Gráfica 18:

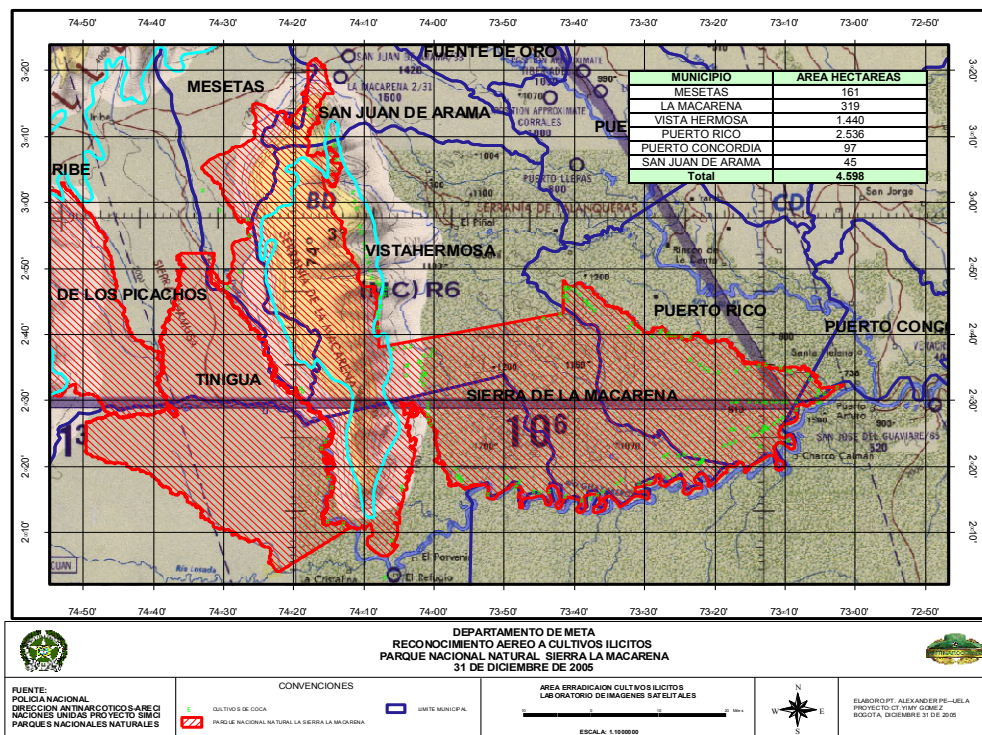
Gráfica 18. Cultivos de coca y acciones del Estado en el PNNSM



Fuente: Autores, basados en reportes SIMCI

Tal como se observó en la Gráfica 18, durante los años 2002 a 2005 se presentó en el PNNSM un alarmante crecimiento de cultivos de coca siendo el 2005 (3.316 ha, cifra SIMCI) el año con mayor cantidad de hectáreas sembradas, por tal razón, el estado colombiano a través de la Dirección de Antinarcóticos de la Policía Nacional -DIRAN- realizó en diciembre de ese mismo año la detección de cultivos de coca mediante reconocimientos aéreos e interpretación de coberturas vegetales utilizando imágenes satelitales, reportándose en dicho parque 4598 hectáreas de cultivos de coca, representados en el Mapa 7 elaborado en esa época con el software ArcView.

Mapa 7. Detección de cultivos de coca en el PNNSM para OCV



Fuente: Dirección de Antinarcóticos Policía Nacional - Grupo Detección, Diciembre de 2005

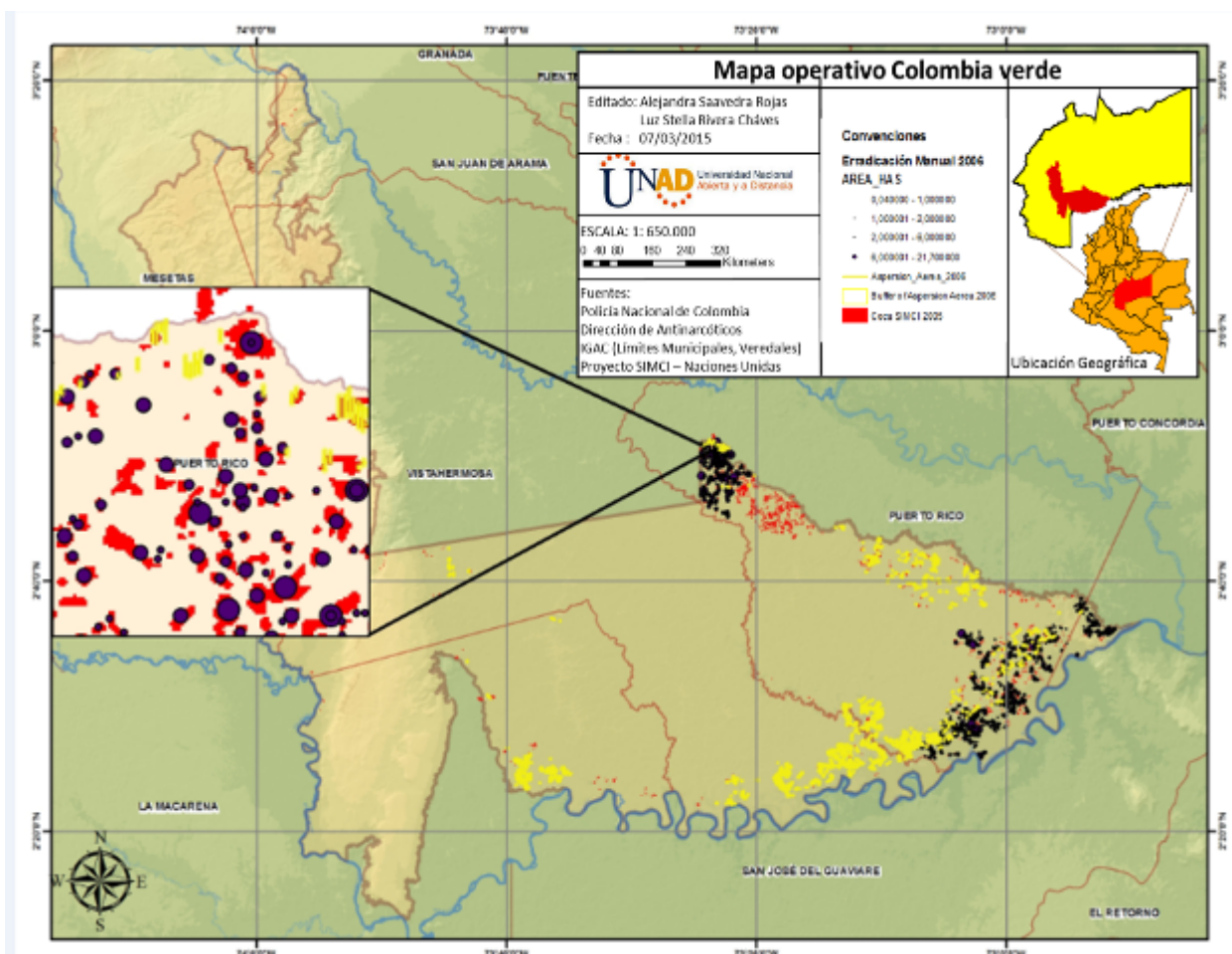
El gobierno nacional se apoyó en esta información para luego planear y ejecutar la OCV en 2006, como un programa de coordinación conjunta donde las Fuerzas Armadas y personal no uniformado erradicaron cultivos de coca de forma manual y aérea (PECIG) en el PNNSM. Los resultados reflejaron una pronta reducción del 54% de cultivos entre el censo de 2005 y 2006 como se indicó en la Gráfica 18, no obstante, este operativo no se desarrolló de manera sostenida dentro el parque durante los siguientes años.

El despliegue de ésta OCV se ve con mayor detalle en el Mapa 8, donde se presenta la cifra SIMCI calculada para diciembre de 2005, la erradicación manual⁵ y la aspersión aérea⁶.

⁵ Está representada en el mapa con puntos que indican las coordenadas que fueron tomadas en campo con GPS por los erradicadores.

Inicialmente dicho operativo fue planeado para erradicar manualmente todos los cultivos ilícitos del PNNSM, sin embargo, dadas las dificultades de acceso que ocurrieron en la zona por su topografía y problemas de orden público con las FARC donde murieron más de 24 personas, obligó a que este parque fuera la única área protegida en Colombia donde se utilizó aspersión aérea. Una vez concluida la OCV, se reportó la disminución de cultivos de coca y del poder bélico de las FARC.

Mapa 8. Operación Colombia Verde -OCV- en el PNNSM



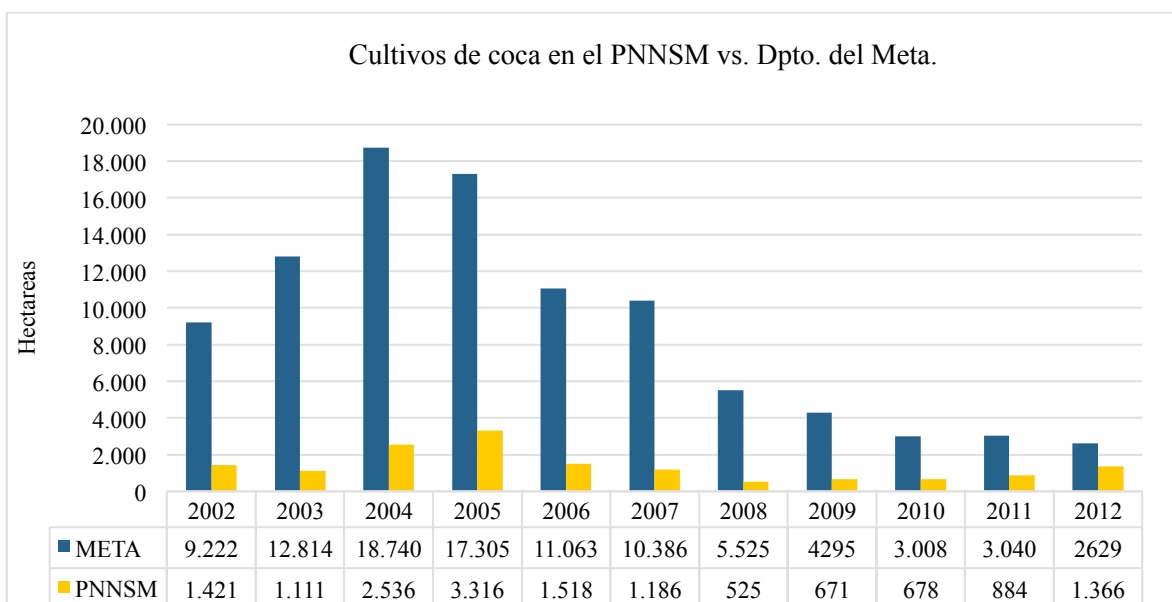
Fuente: Autores con base en información de la Policía Antinarcoóticos y Coca SIMCI

Por otra parte, los censos anuales de coca SIMCI desde 2007 hasta 2010 reportaron una progresiva reducción de cultivos de coca en el PNNSM como se observa en la Gráfica 18. Estos resultados se relacionan con el PCIM, que contó con respaldo internacional y apoyo del estado colombiano para brindar alternativas económicas dentro de la legalidad para la

⁶ Con el herbicida glifosato, se muestra en el mapa a través de líneas amarillas que simbolizan el recorrido que realizaron las aeronaves en campo y donde hubo una descarga de este agroquímico. A éstas líneas se les realizó un buffer de 60 m, considerando el campo de aplicación del glifosato según informa el Grupo de Verificación Ambiental de la Aspersión Aérea - Dirección Antinarcoóticos y en cumplimiento a la Resolución 1054 de 2003 emanada por el hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

subsistencia de pobladores que estaban relacionados con los cultivos de coca o en riesgo de estarlo, dicho programa se implementó en seis municipios aledaños al parque: La Macarena, Uribe, Mesetas, Puerto Rico, San Juan de Arama y Vistahermosa. A pesar que el PCIM se realizó fuera del parque, la disminución de los cultivos de coca fue evidente dentro y fuera de esta área protegida, sobretodo en el departamento del Meta como se ilustra en la Gráfica 19:

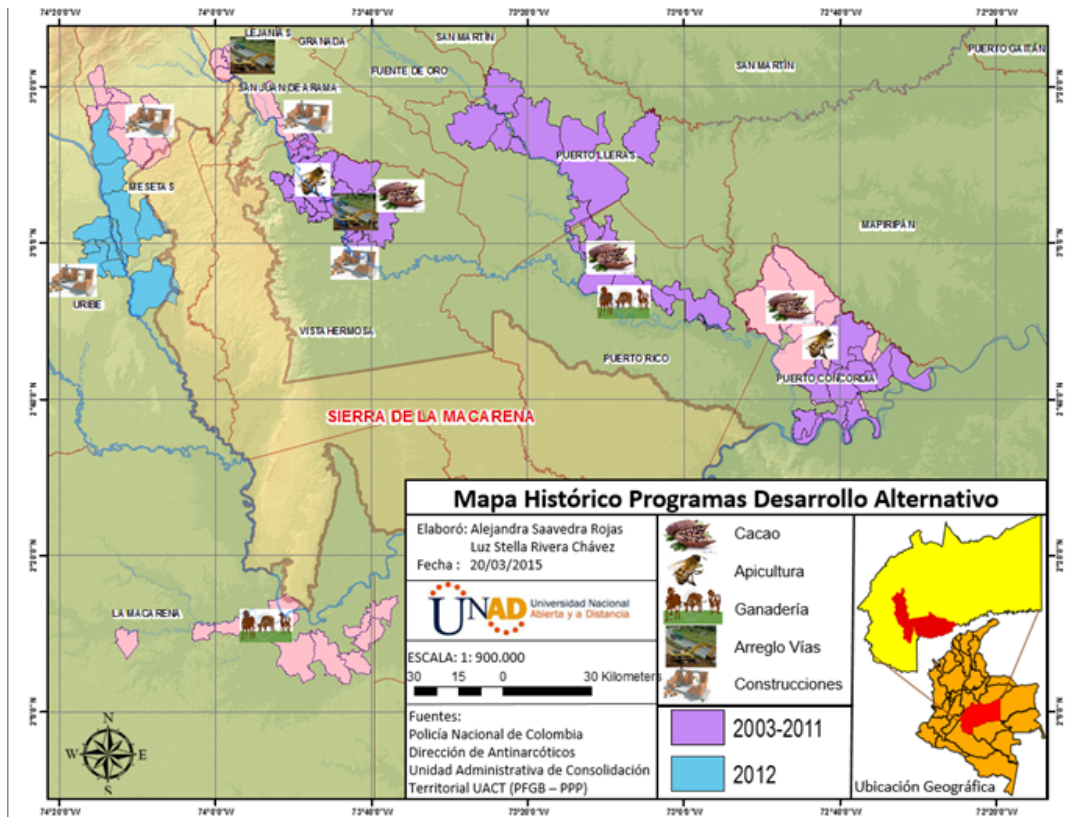
Gráfica 19. Cultivos de coca en el PNNSM vs. Dpto. Meta



Fuente: Autores con base en cifras de Coca SIMCI

En el Mapa 9 se observan los programas productivos que se desarrollaron en los municipios en los cuales se implementó el PCIM

Mapa 9 programas de desarrollo alternativo - PCIM



Elaborado por autores, basados en reportes Unidad administrativa de consolidación territorial

Como respuesta a los controles ejercidos por el estado con los cultivos ilícitos en el PNNSM, el fenómeno de la ganadería extensiva con fines comerciales comenzó a crecer desmedidamente en el parque, dado que se utilizaron terrenos antiguamente dedicados a los cultivos y carreteras construidas para el transporte de precursores y derivados de la coca, favoreciendo el desarrollo de esta actividad en gran escala; adicionalmente, cuando el ganado bovino sale del parque, se convierte en una actividad que comúnmente es permitida y ejercida en los departamentos Meta y Guaviare. Adicionalmente, no se dispone con un registro oficial que permita establecer geográficamente las cifras de la ganadería, ni tampoco su evolución, por consiguiente el impacto ambiental es incalculable; por ahora solo se cuenta con algunos registros fotográficos (ver Foto 2), donde se encuentra un elevado número de semovientes que agravan el cambio de coberturas vegetales en el PNNSM. El SPNN se encuentra en la implementación y certificación de una metodología que permita estimar la cantidad de cabezas de ganado dentro del parque, así como la dinámica de esa actividad en la región (entrevista con Director PNNSM y Directora Regional del SPNN)

Foto 2. Ganadería extensiva en el PNNSM – Municipio Puerto Rico



Fuente: Dirección Antinarcoóticos – Grupo Detección, 2012

A partir del 2010 y una vez finalizados los programas del estado tanto preventivos como coactivos citados en este estudio, se pudo establecer que la no continuidad de este apoyo hacia la región, así como la poca presencia de las entidades estatales en el PNNSM, han facilitado un nuevo incremento de los cultivos de coca como se presenta en la Gráfica 19 donde por ejemplo en 2012 luego de dos años de finalizado el PCIM hubo un aumento de 50% en relación con al 2010. En ese mismo año (2012) se presentó la reutilización de áreas abandonadas para la siembra de coca e incluso hubo afectación de otras zonas nuevas para ejercer esta actividad ilegal. Lo anterior deja ver que con el paso de los años, los cultivos ilícitos en el departamento del Meta mostraron una tendencia a concentrarse dentro del parque. Esta situación requiere la implementación de estrategias efectivas que detengan este incremento antes de que los daños causados a esta invaluable reserva sean irreparables.

CAPITULO V: CONCLUSIONES

-Se diagnosticaron los cambios de las coberturas vegetales en el PNNSM entre 2002 y 2012 a través de sistemas de información geográfica, encontrándose que las mayores variaciones se presentaron en los bosques y pastos, los cuales fueron influenciados por las actividades antrópicas (cultivos de coca y acciones del estado colombiano).

- Se realizó análisis multitemporal de los cambios de coberturas vegetales en el PNNSM en periodos de tiempo definidos, hallándose que en el primer periodo (2002-2006) se establecieron los cultivos de coca en el parque provocando la deforestación más significativa lo cual repercutió en los cambios de coberturas vegetales del parque. Por su parte en el segundo periodo (2007-2012) se observó que debido a la injerencia de las acciones del estado colombiano (OCV y PCIM) se produjeron variaciones en la dinámica de los cultivos de coca.

- Cuando se examinaron los patrones espaciales de los cultivos de coca y su comportamiento se observó que la cantidad disminuyó en el departamento del Meta y se concentró en el PNNSM repercutiendo esto en los cambios de coberturas vegetales del parque.

- Se determinó que la respuesta ante la intervención del estado colombiano mediante sus programas OCV y PCIM, se reflejó en la reducción de los cultivos de coca, sin embargo, una vez finalizados dichos programas, la cifra de cultivos de coca volvió a incrementarse en el PNNSM.

CAPITULO VI: RECOMENDACIONES

-Como en el PNNSM se generaron cambios en las coberturas vegetales, es necesario complementar este diagnóstico con la determinación de la afectación de las especies de fauna y flora durante este proceso.

-Teniendo en cuenta que durante este estudio se observó que existen otras actividades antrópicas no permitidas dentro del parque como la ganadería extensiva, es indispensable establecer una metodología que permita dimensionar ésta influencia en los cambios de coberturas vegetales en esta área protegida.

-Mitigar y restaurar los daños ocasionados en los ecosistemas del PNNSM debido a los cambios de coberturas vegetales, para lo cual es necesario crear programas donde las entidades estatales trabajen articuladamente y se abran espacios a otros actores como universidades, centros de investigación, organizaciones no gubernamentales, etc., que contribuyan a la conservación de esta área protegida, ya que es un bastión de biodiversidad importante para el país y la humanidad en general.

- Frenar la pérdida de bosque en el PNNSM, teniendo en cuenta lo expresado por Pagiola, S., Bishop, J., y Landell-Mills, N., en su publicación *La venta de servicios ambientales forestales* (2002 p.24-25) donde establecen tres categorías principales de los beneficios que proporcionan los bosques:

- Protección de cuencas hidrográficas. Los cambios en la cobertura forestal pueden afectar la cantidad y la calidad de los flujos de agua.
- Conservación de la biodiversidad. La pérdida de bosques influye en la desaparición de especies.
- Secuestro de carbono. Los bosques en pie son grandes depósitos de carbono y los bosques en crecimiento secuestran carbono de la atmósfera.

-Se sugiere diseñar estrategias de gobierno que permitan el control dentro el PNNSM y en sus límites, con el fin de prevenir que se continúen desarrollando actividades antrópicas que ocasionen afectación en sus coberturas vegetales. Por ejemplo, la creación de un cuerpo de Policía especial diseñado para la protección del parque y que ejerza un control de las actividades y personas que allí laboran.

-Tomar como modelo la experiencia de otros países como Estados Unidos, Canadá, Australia, etc., que tienen personal guardabosques, para ser aplicada en el PNNSM una vez el estado colombiano restablezca el control de la zona.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COMUNIDAD DE POLICÍAS DE AMÉRICA. (2013). La verdadera dimensión de las drogas “Una nueva forma de analizar el problema”. Disponible en: <http://www.ameripol.org/portalAmeripol/ShowBinary?nodeId=/WLP%20Repository/52139//archivo>

CORMACARENA (s.f). Marco normativo. Disponible en: http://www.ame-macarena.org/temp/el_amem/cormacarena.pdf

CORTES, J. (2013). Análisis espacio-temporal del Bosque Húmedo Tropical en la región del Magdalena Medio entre los periodos 1977-2013 (Puerto Boyacá, Departamento de Boyacá). Disponible en: <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/12466/1/CortesRinconJulianaAndrea2013.pdf>

CHUVIECO, E. (2008). Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio. 3ª edición. Editorial Ariel. Disponible en: <http://www.mediafire.com/view/jr538e6uqlszxyx/FUNDAMENTOS-DE-TELEDETECCION-EMILIO-CHUVIECO.pdf>

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Documento CONPES 3680 de 2010. Lineamientos para la Consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Disponible en: <http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/Conpes3680jul212010.pdf>

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. (2012). Evaluación del programa familias guardabosques y grupo móvil de erradicación. Disponible en: <https://sinergia.dnp.gov.co/Sinergia/Archivos/d861d635-e0ce-4de5-bde5-8aa84de1b746/Informe%20Final%20Evaluaci%C3%B3n%20PFGB%20GME.pdf>

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN (2003). Documento CONPES 3218. Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3218.pdf>

DIRECCIÓN NACIONAL DE ESTUPEFACIENTES. (2001) Impacto ambiental ocasionado por las sustancias químicas, los cultivos ilícitos y las actividades conexas. Cap. I. Disponible en: http://www.mamacoca.org/docs_de_base/Fumigas/CULTIVOS_SIF.pdf

Entrevista (2015) con la Dra. Elsy Morales de Alcalá, Coordinadora de Territoriales de Parques Naturales de Colombia y el Dr. César Augusto Zarate Bottia, Jefe del Parque Nacional Natural Sierra de la Macarena.

FONSECA, J & GÓMEZ, S. (2013). Análisis multitemporal mediante imágenes Landsat caso de estudio: cambio de área laderas de la ciénaga de Tumaradó Parque Natural los Katíos. Disponible en: <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/9268/1/FonsecaJohnJairo2013.pdf>

IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p. Disponible en: http://siatac.co/c/document_library/get_file?uuid=a64629ad-2dbe-4e1e-a561-fc16b8037522&groupId=762

MARTÍNEZ, J. (2011). Parques Nacionales Naturales de Colombia. Disponible en: <http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/INFORMEEMPALMEFINA L.pdf>

MINISTERIO DE AGRICULTURA. Decreto 1989 del 1 de septiembre de 1989. *Por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena, la Reserva Sierra de La Macarena, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales.* Disponible en: <http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/D1989.pdf>

MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL REPÚBLICA DE COLOMBIA. Transformación socioeconómica y biofísica asociada con cultivos ilícitos en la región sur del Meta-Guaviare 1990 – 2009. Disponible en: <http://www.biesimci.org/Documentos/archivos/Monitoreo%20Integral%20Sur%20Meta%20-%20Guaviare.pdf>

MINISTERIO DE JUSTICIA Y DEL DERECHO. Plan Nacional de Lucha contra las Drogas: Colombia 1998 – 2002, (2002). Disponible en: http://www.cicad.oas.org/Fortalecimiento_Institucional/esp/planes_nacionales/colombia.pdf

OFICINA DE LAS NACIONES UNIDAS CONTRA LA DROGA Y EL DELITO (2012). Colombia. Monitoreo de Cultivos de Coca. Disponible en: https://www.unodc.org/documents/crop-monitoring/Colombia/Colombia_Monitoreo_de_Cultivos_de_Coca_2012_web.pdf

OFICINA DE LAS NACIONES UNIDAS CONTRA LA DROGA Y EL DELITO (2013). Colombia. Monitoreo de Cultivos de Coca. Disponible en: https://www.unodc.org/documents/crop-monitoring/Colombia/Colombia_Monitoreo_de_Cultivos_de_Coca_2013_web.pdf

OFICINA DE LAS NACIONES UNIDAS CONTRA LA DROGA Y EL DELITO (2009). Ecuador. Monitoreo de Cultivos de Coca. Disponible en: https://www.unodc.org/documents/crop-monitoring/Ecuador/Ecu09_Coca_Survey_es.pdf

OFICINA DE LAS NACIONES UNIDAS CONTRA LA DROGA Y EL DELITO (2011). Estado Plurinacional de Bolivia. Monitoreo de Cultivos de Coca. Disponible en: https://www.unodc.org/documents/crop-monitoring/Bolivia/Bolivia_coca_survey_spanish_2012_web.pdf

OFICINA DE LAS NACIONES UNIDAS CONTRA LA DROGA Y EL DELITO (2009). Perú. Monitoreo de Cultivos de Coca. Disponible en: http://www.unodc.org/documents/crop-monitoring/Peru/Per09_report_sp_small.pdf

OFICINA DE LAS NACIONES UNIDAS CONTRA LA DROGA Y EL DELITO (2005). Proyecto piloto en el departamento del Guaviare para estimar producción y rendimiento de la hoja de coca. Disponible en: <http://www.biesimci.org/documentos/archivos/proyectopiloto.pdf>

OFICINA DE LAS NACIONES UNIDAS CONTRA LA DROGA Y EL DELITO (s.f). Metodología monitoreo de cultivos de coca. Disponible en: <http://www.biesimci.org/simci/metodologia.html>

OFICINA DE LAS NACIONES UNIDAS CONTRA LA DROGA Y EL DELITO, EMBAJADA DE LA REPÚBLICA FEDERAL DE ALEMANIA (BOGOTÁ) & MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL REPÚBLICA DE COLOMBIA. Transformación socioeconómica y biofísica asociada con cultivos ilícitos en la región sur del Meta-Guaviare 1990 – 2009. Disponible en: <http://www.biesimci.org/Documentos/archivos/Monitoreo%20Integral%20Sur%20Meta%20-%20Guaviare.pdf>

PACHECO, C. (2011). Analisis de la deforestación en Venezuela: bases para el establecimiento de una estrategia REDD+. Disponible en: http://dspace.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/16601/Tesis_Carlos%20Pacheco_2011.pdf?sequence=1

PAGIOLA, S., BISHOP, J., Y LANDELL-MILLS, N. (2002). La venta de servicios ambientales forestales. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/423.pdf>

POLICÍA NACIONAL DIRECCIÓN ANTINARCÓTICOS. (2014) Coca: deforestación, contaminación y pobreza. Bogotá.

POLICIA NACIONAL (2006). Balance - operación Colombia verde.

POLICÍA NACIONAL DIRECCIÓN DE ANTINARCÓTICOS. Plan de Manejo Ambiental para el Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos mediante Aspersión Aérea con el Herbicida Glifosato –PECIG-. (2003). Disponible en: <http://www.odc.gov.co/Portals/1/Docs/pecig/PlanManejoAmbientalPECIG.pdf>

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. Plan Nacional de Lucha contra las Drogas: Colombia 1998 – 2002. (2002) Disponible en: http://www.cicad.oas.org/Fortalecimiento_Institucional/esp/planes_nacionales/colombia.pdf

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. Plan de Consolidación Integral de La Macarena: 2007 – 2010. (s.f.) Disponible en: <http://www.dps.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=641&conID=965&pagID=5114>

RODRÍGUEZ, J. (2012). Dinámica de cambios en la cobertura vegetal (1975-2005). Disponible en: <http://es.slideshare.net/jrcjra/dinamicadecambiosencoberturavegetal-1975-2005jrrr>

SISTEMA DE PARQUES NACIONALES NATURALES & OFICINA DE LAS NACIONES UNIDAS CONTRA LA DROGA Y EL DELITO. (2005). Análisis multitemporal de cultivos de coca en las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Disponible en: http://www.biesimci.org/Documentos/archivos/multitemporal_parques_0104.pdf

SISTEMA DE PARQUES NACIONALES NATURALES. (2008) Estrategia nacional de monitoreo del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia. Disponible en: http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2014/08/Anexo-7-PNN-2008-Estrategia_Nacional_de_Monitoreo_SPNN.pdf

SISTEMA DE PARQUES NACIONALES NATURALES. (2010). Instructivo para el levantamiento y actualización de coberturas de la tierra en las áreas de parques nacionales naturales. Código: IYM_SGC_IN_0001. Versión 1. Disponible en: http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/IYM_SGC_IN_0001Instructivoparaellevantamientocoberturas.pdf

TOBÓN, G. & RESTREPO, G. (2009). Erradicación de cultivos ilícitos y desplazamiento forzado en el parque natural Sierra de la Macarena. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-14502009000200006

UNIDAD ADMINISTRATIVA DEL SISTEMA DE PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA, DIRECCION TERRITORIAL AMAZONIA ORINOQUIA. SAN JUAN DE ARAMA (META). (2005). Plan de manejo básico Parque Nacional Natural Sierra de la Macarena. Disponible en: <http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/PlandeManejoMacarena.pdf>

UNIDAD ADMINISTRATIVA PARA LA CONSOLIDACIÓN TERRITORIAL. Encuentro Nacional de Desarrollo Alternativo – ENDA, Informe ejecutivo. 2013, p.15-19; p.20)

MEJÍA, D, URIBE, M. & IBÁÑEZ, A. (2011). Una evaluación del Plan de Consolidación Integral de la Macarena. Disponible en: http://ediciones.uniandes.edu.co/index.php?Itemid=83&option=com_zoo&view=item&category_id=0&item_id=2604

VARGAS, V. (2009). Parque de La Macarena, política pública sobre ocupación de áreas protegidas y alternativas campesinas. Disponible en: <http://prensarural.org/spip/spip.php?article2129>

VELÁZQUEZ, A., DURAN, E., LARRAZÁBAL, A., LÓPEZ, F. & CONSUELO MEDINA. (2009). Atlas físico-geográfico de la cuenca Tepalcatepec. Disponible en: <http://www.inecc.gob.mx/descargas/publicaciones/601.pdf>