

**VULNERABILIDAD AMBIENTAL DE LOS BOSQUES DEL MUNICIPIO DE
ARAUCA**

**Por:
PEDRO NEL REINA TUPANTEVE
CARLOS EDUARDO DE ORO**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
INGENIERÍA AMBIENTAL
SEDE ARAUCA
2005**

**VULNERABILIDAD AMBIENTAL DE LOS BOSQUES DEL MUNICIPIO DE
ARAUCA**

**Línea De Profundización
Recursos Naturales**

**Por:
PEDRO NEL REINA TUPANTEVE
CARLOS EDUARDO DE ORO ROMERO**

**Trabajo De Grado, Modalidad De Investigación
Requisito Parcial Para Optar Al Título De Ingenieros Ambientales**

**Director De Trabajo De Grado
Carlos Alberto Jaramillo Cruz
Zootecnista
MSc en Recursos Naturales Renovables
Estudiante de Doctorado en Ciencias Ambientales**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
INGENIERÍA AMBIENTAL
SEDE ARAUCA
2005**

NOTA DE ACEPTACIÓN:

Cumpliendo con los requisitos académicos exigidos en la investigación denominada VULNERABILIDAD AMBIENTAL DE LOS BOSQUES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, procedo a emitir el concepto y calificación, realizada la evaluación del mismo:

Concepto: _____

Calificación: _____

CARLOS ALBERTO JARAMILLO CRUZ
Director de Trabajo de Grado

Arauca, Mayo de 2005

DEDICATORIA

A Dios, padre y señor nuestro, quien guía nuestras vidas y nos fortalece en el duro y difícil sendero que recorreremos día a día pese a las adversidades y debilidades que se nos presentan. Gracias señor, por permitirnos esta nueva oportunidad.

A nuestros padres, por su amor y dedicación, al confiar y ser partícipes de nuestros triunfos. A nuestras hermanas y sobrinos, la más maravillosa riqueza con la que contamos. Gracias por su apoyo incondicional

AGRADECIMIENTOS

Los autores queremos expresar los más sinceros agradecimientos, a las siguientes personas e instituciones, que permitieron convertir nuestro sueño en una realidad:

En la Universidad Nacional:

Al estimado profesor CARLOS ALBERTO JARAMILLO, Director de la Investigación, por creer en nosotros y darnos la oportunidad de demostrarlo.

CARLOS JOSE MUÑOZ MONTOYA, Ingeniero Topográfico, por sus consejos y discusiones académicas formativas y el estímulo desinteresado para con nosotros.

BEATRIZ ELENA ALZATE ATEHORTÚA, por su generosidad y disposición brindada, en el momento más crucial de la culminación de nuestro estudio.

Y a todos los demás profesores que de una forma u otra, estuvieron dispuestos a ayudarnos desinteresadamente.

A nuestros seres queridos, CRISTINA BARRAGAN HINCAPIE y CAROLINA MELENDEZ COLINA, por su apoyo incondicional, confianza y cariño brindado en los momentos felices y de adversidades, gracias..

A nuestros compañeros, amigos y colegas: Por su compañía y la amistad brindada y en especial a JESUS ORTEGA (CHUCHO), PASCUAL SUESCUN, (EL ENANO), WILLINGTON ORTIZ (TILO), GUILLERMO ARCILA (MEMO), FRANKLIN RODRIGUEZ, ESTHER OJEDA y ALBEN DIAZ. Les deseamos mucha suerte en su actividad profesional.

En los entes regionales:

Agradecimiento especial a las siguientes personas, por su colaboración en la adquisición de material valioso para la investigación:

FERNANDO RINCON, Secretaria de Planeación Departamental.

JAVIER ROMERO PINILLA, Programa SISBEN.

CARLOS FORERO, Fondo Ganadero.

CARLOS VARGAS, Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.

FRANKLIN DURAN NUÑEZ, Secretaria de Planeación Municipal.

DERECHOS DE AUTOR

Cualquier copia o reproducción del presente material debe realizarse con el consentimiento de los autores quienes se reservan sus derechos.

CARLOS EDUARDO DE ORO ROMERO
carlosdeoro@hotmail.com

PEDRO NEL REINA TUPANTEVE
pedroreina_0424@hotmail.com

Los conceptos tratados en la investigación son emitidos por directos responsables.

GLOSARIO

Acciones Antrópicas: Acciones realizadas por la especie humana. Del griego anthropos (hombre).

Altitud: Distancia vertical de un punto de la superficie de la tierra con relación a nivel del mar.

Ambientalista: Persona interesada por el medio ambiente.

Ambiente y Medio Ambiente: El entorno, incluyendo agua aire y suelo y su interrelación entre estos elementos con cualquiera de los organismos vivos.

Análisis de Vulnerabilidad: Es el estudio que permite evaluar los riesgos potenciales a que están sometidos los distintos componentes de un sistema.

Antrópico: Término que hace referencia a la acción del hombre.

Autoridad Ambiental: Es la encargada de la vigilancia, recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso, aprovechamiento y control de los residuos naturales renovables y del medio ambiente.

Bioma: Ambiente climáticamente definido por dos componentes: Latitud y altitud, donde hay presencia de una asociación vegetal dominante.

Bosque de Galería: Tipo de selva que se forman en cinturones a lo largo de los ríos que recorren las sabanas desprovistas de bosques. Protegen los cauces del río evitando su erosión.

Clima: Es una media de los tiempos meteorológicos de una zona a lo largo de varios años. Para definir un clima se suelen usar medias de temperatura, precipitación, etc. de veinte o treinta años. Un clima es, por ejemplo, el mediterráneo, caracterizado por veranos cálidos y secos, inviernos tibios y lluvias, a veces torrenciales, en otoño y primavera.

Cuenca Hidrográfica: Es el área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios causes naturales, de caudal continuo o intermitente, confluyendo en un curso mayor que a su vez puede desembocar en un río principal, depósito natural de agua o mar.

Población: Grupo de seres vivos de la misma especie que viven juntos en la misma zona y en la misma época.

Política Ambiental: Fijación de objetivos que se orientan al mejoramiento del ambiente y al manejo adecuado de los recursos naturales.

Precipitación: Fenómeno meteorológico por el cual el vapor de agua se condensa y llega al suelo en forma de nieve, granizo, rocío y principalmente agua lluvia.

Recurso Hídrico: Cantidad de las aguas superficiales o subterráneas disponibles para el uso en una región determinada.

Recurso Natural No Renovable: Recursos cuya cantidad física no aumenta con el tiempo de forma significativa; así con el uso disminuye la cantidad disponible.

Recurso Natural Renovable: Recursos que están disponibles con distintos intervalos de tiempo. El empleo de las fuentes actuales no disminuye la disponibilidad futura siempre que la tasa de consumo no exceda a la degradación.

Sabana: Tipo fisiológico de vegetación principalmente entre monte y campo abierto,; típicamente de árboles pequeños, esparcidos con gramíneas y hierbas, término también aplicado a los llanos., el drenaje es impedido y las áreas anegadizas son comunes.

Suelo: Capa superficial más externa de la superficie terrestre, constituida por sustancias minerales orgánicas e inorgánicas y los organismos.

Técnica: Conjunto de procedimientos y recursos que se sirve una ciencia.

Vulnerabilidad Ambiental: Riesgos potenciales a que están sometidos los recursos naturales, a causa de las diferentes actividades antrópicas y sucesos naturales.

RESUMEN

El Análisis de Vulnerabilidad Ambiental de los bosques del Municipio de Arauca, muestra cuales son las áreas con mayor riesgo a la deforestación que presenta la cobertura boscosa de la región, frente a diversos factores considerados que contribuyen al deterioro forestal. La evaluación se desarrolló en tres etapas que contemplan; el procesamiento digital de imágenes satelitales, para el análisis de la transformación de la cobertura vegetal comprendidas entre los años 1985 y 2001. La implementación de herramientas GIS para el modelamiento espacial. Y el método de Jerarquía Analítica como regla de decisión en la orientación del estudio.

ABSTRAC

The Analysis of Environmental Vulnerability of the forests of the Municipality of Arauca, shows as they are the areas with greater risk to the deforestation that presents/displays the wooded cover of the region, as opposed to diverse considered factors that contribute to the forest deterioration. The evaluation was developed in three stages that contemplate; the digital processing of satellite images, for the analysis of the included/understood transformation of the vegetal cover between years 1985 and 2001. The implementation of tools GIS for the space modeling. And the method of Analytical Hierarchy as rule of decision in the direction of the study.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	16
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	18
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.	18
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	19
2 JUSTIFICACIÓN.....	20
3 HIPÓTESIS.....	22
4 OBJETIVOS	23
4.1 GENERAL.....	23
4.2 ESPECÍFICOS	23
5 MARCO DE REFERENCIA.....	24
5.1 MARCO DE ANTECEDENTES	24
5.1.1 <i>Antecedentes globales.</i>	24
5.1.2 <i>Antecedentes Locales.</i>	25
5.2 MARCO TEÓRICO.....	26
5.2.1 <i>Los Bosques.</i>	26
5.2.2 <i>Importancia de los Bosques.</i>	26
5.2.3 <i>Ecosistemas del País.</i>	27
5.2.4 <i>Cobertura Vegetal Uso y Ocupación del Espacio.</i>	28
5.2.5 <i>Principales Causas de la Deforestación.</i>	31
5.2.6 <i>Principales Consecuencias de la Deforestación.</i>	34
5.2.7 <i>Los Servicios Ambientales Prestados por los bosques.</i>	35
5.2.8 <i>Herramientas Técnicas.</i>	36
5.3 MARCO LEGAL.....	42
5.3.1 <i>CONVENIOS MUNDIALES SOBRE LOS BOSQUES.</i>	42
5.3.2 <i>Legislación Colombiana De Bosques y Ordenamiento Ambiental.</i>	43
5.4 MARCO DEMOGRÁFICO.....	45
5.4.1 <i>Aspectos de La Colonización de Arauca</i>	45
6 GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	48
6.1 UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	48
6.2 EXTENSIONES Y LÍMITES.	48
6.3 DIVISIÓN TERRITORIAL Y ADMINISTRATIVA.....	49
6.4 FISIOGRAFIA.....	50
6.5 RELIEVE Y CLIMA.	50
6.6 GEOFORMA Y COBERTURA.....	50
6.7 SUELOS.	50
6.8 RECURSO HÍDRICO.....	51
7 ASPECTOS METODOLÓGICOS.	52
7.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	52
7.2 ETAPA I. PREPARACIÓN DE LA INFORMACIÓN ESPACIAL.	52
7.2.1 <i>Digitalización De Planos.</i>	52
7.2.2 <i>Geocodificación</i>	52

7.2.3	<i>Procesamiento de Imágenes Satelitales</i>	53
7.3	ETAPA II. VALORACIÓN DE LOS FACTORES QUE CONTRIBUYEN A LA DEFORESTACIÓN EN LA REGIÓN.	53
7.4	ETAPA III. EVALUACIÓN DEL MODELO DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL.	54
8	DESARROLLO DE LA EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL.....	55
8.1	PREPARACIÓN DE LA INFORMACIÓN ESPACIAL	55
8.1.1	<i>Red Vial.</i>	55
8.1.2	<i>Demográfico.</i>	55
8.1.3	<i>Ganadería Extensiva.</i>	57
8.1.4	<i>Estimación de Grados de Pobreza</i>	57
8.2	ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA TRANSFORMACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL 58	
8.2.1	<i>Procesamiento digital.</i>	59
9	VALORACIÓN DE LOS FACTORES QUE CONTRIBUYEN A LA DEFORESTACIÓN EN LA REGIÓN.	64
9.1	CONDICIONES FACILITADORAS	65
9.1.1	<i>Presión Demográfica:</i>	65
9.1.2	<i>Grado de Pobreza:</i>	65
9.2	CAUSAS INDIRECTAS:	65
9.2.1	<i>Bosque Remanente</i>	66
9.2.2	<i>Quemas</i>	66
9.3	CAUSAS DIRECTAS	66
9.3.1	<i>Cría de Ganado y Pastoreo</i>	66
9.3.2	<i>Obras Lineales</i>	66
9.3.3	<i>Actividad Petrolera</i>	67
9.4	ASIGNACIÓN DE LOS JUICIOS.....	67
9.4.1	<i>Asignación De Juicios De Valor a Las Categorías.</i>	67
9.4.2	<i>Asignación De Juicios De Valor A Los Factores Para El Criterio Condiciones Facilitadoras.</i> 68	
9.4.3	<i>Asignación De Juicios De Valor A Los Factores Para El Criterio Causas Directas</i>	68
9.4.4	<i>Asignación De Juicios De Valor A Los Factores Para El Criterio Causas Indirecta</i>	69
10	MODELAMIENTO ESPACIAL DE LA VULNERABILIDAD DE LOS BOSQUES.....	70
10.1	EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES FACILITADORAS	70
10.1.1	<i>Presión Demográfica.</i>	70
10.1.2	<i>Grado de Pobreza.</i>	71
10.2	EVALUACIÓN DE LAS CAUSAS DIRECTAS	74
10.2.1	<i>Presión Ejercida por las Obras Lineales</i>	74
10.3	PRESIÓN EJERCIDA POR LA GANADERÍA EXTENSIVA.	75
10.3.1	<i>Presión Actividad Petrolera.</i>	75
10.4	EVALUACIÓN DE LAS CAUSAS INDIRECTAS	78
10.5	BOSQUE REMANENTE.....	78
10.6	QUEMAS DE SABANA.	79
	CONCLUSIONES.....	81
	RECOMENDACIONES.....	84
	BIBLIOGRAFIA.....	85

LISTA DE CUADROS.

CUADRO 01. ESCALA VERBAL EXPLICACIÓN, EMISIÓN DE JUICIOS DE VALOR.....	41
CUADRO 02. LEGISLACIÓN COLOMBIANA DE BOSQUES Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL.	44
CUADRO 03: CORREGIMIENTOS Y VEREDAS DEL MUNICIPIO DE ARAUCA.....	49
CUADRO 04. CARACTERÍSTICAS DE LAS IMÁGENES UTILIZADAS.....	53
CUADRO 05. CATEGORÍAS Y FACTORES DE PRESIÓN.....	64

LISTA FIGURAS

FIGURA 01. MAPA UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.	48
FIGURA 02. MAPA PRESIÓN POR RED VIAL.....	56
FIGURA 03. MAPA PRESIÓN DEMOGRÁFICA.....	56
FIGURA 04. MAPA PRESIÓN GANADERÍA.	57
FIGURA 05. MAPA DISTRIBUCIÓN POBREZA.	58
FIGURA 06. IMAGEN LANDSAT ETM FEBRERO DE 2001	59
FIGURA 08. MAPA CLASIFICACIÓN COBERTURA VEGETAL 1985.....	62
FIGURA 09. MAPA CLASIFICACIÓN COBERTURA VEGETAL 2001.....	62
FIGURA 10. MAPA ÍNDICE DE COBERTURA BOSCOsa POR VEREDAS.	63
FIGURA 11. MAPA EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES FACILITADOTAS.	72
FIGURA 13. MAPA EVALUACIÓN CAUSAS DIRECTAS	76
FIGURA 14. MAPA BOSQUES BAJO CONDICIONES DIRECTAS	77
FIGURA 15. MAPA DE PRESIÓN POR QUEMAS.	79

LISTA DE TABLAS.

TABLA 01. RESULTADOS DE LA CLASIFICACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL 2001	61
TABLA 02. GRADO INTERVENCIÓN COBERTURA VEGETAL.	63
TABLA 04. MATRIZ DE IMPORTANCIA ENTRE LAS CATEGORÍAS PARA GRUPOS DE FACTORES QUE CONTRIBUYEN A LA DEFORESTACIÓN.	67
TABLA 05. MATRIZ PARA ESTABLECER EL PESO DE IMPORTANCIA A LOS FACTORES DEL CRITERIO DE CONDICIONES FACILITADORAS.....	68
TABLA 06. MATRIZ PARA ESTABLECER EL PESO DE IMPORTANCIA A LOS FACTORES DEL CRITERIO DE CAUSAS DIRECTAS.	68
TABLA 07. MATRIZ PARA ESTABLECER EL PESO DE IMPORTANCIA A LOS FACTORES DEL CRITERIO DE CAUSAS INDIRECTAS.....	69
TABLA 08. ASIGNACIÓN DE VALORES ORDINALES PARA LA PRESIÓN DEMOGRÁFICA.	71
TABLA 09. ASIGNACIÓN DE VALORES ORDINALES PARA EL GRADO DE POBREZA.....	71
TABLA 10. DISTRIBUCIÓN DE PRESIÓN POR CONDICIONES FACILITADORAS.	73
FIGURA 12. MAPA DE COBERTURA BOSCOBA BAJO CONDICIONES FACILITADORAS.	73
TABLA 11. COBERTURA BOSCOBA POR CATEGORÍAS DE LAS CONDICIONES FACILITADORAS.	74
TABLA 12. ASIGNACIÓN DE VALORES ORDINALES PARA LA RED VIAL.	74
TABLA 13. ASIGNACIÓN DE VALORES ORDINALES PARA LA GANADERÍA EXTENSIVA.	75
TABLA 14. ASIGNACIÓN DE VALORES ORDINALES PARA LA ACTIVIDAD PETROLERA.....	75
TABLA 15. DISTRIBUCIÓN DE PRESIÓN POR CAUSAS DIRECTAS.....	77
TABLA 16. COBERTURA BOSCOBA POR CATEGORÍAS DE LAS CAUSAS DIRECTAS.	78
TABLA 17. ASIGNACIÓN DE VALORES ORDINALES PARA LOS BOSQUES REMANENTES.....	78
TABLA 18. ASIGNACIÓN DE VALORES ORDINALES PARA LAS QUEMAS DE SABANA.	79
TABLA 19. DISTRIBUCIÓN DE PRESIÓN POR CAUSAS INDIRECTAS.....	80
TABLA 20. SUPERFICIE DE COBERTURA BOSCOBA PARA EL AÑO 2001 POR LA CATEGORÍA DE CAUSAS INDIRECTAS.	80

LISTA DE ANEXOS.

ANEXO 1. ÍNDICE DE PRESIÓN DE GANADO.....	90
ANEXO 02. ÍNDICE DE VEGETACIÓN BOSCOsa REMANENTE POR VEREDAS.....	92
ANEXO 03. SUPERFICIE DE COBERTURA BOSCOsa PARA EL AÑO 1985 POR LA CATEGORÍA DE CAUSAS INDIRECTAS.	94
ANEXO 04. SUPERFICIE DE COBERTURA PARA EL AÑO DE 1985 POR LA CATEGORÍA DE CAUSAS DIRECTAS	94
ANEXO 05. GRUPO DE PROFESIONALES QUE CONFORMO EL GRUPO DECISOR.....	95

INTRODUCCIÓN.

El hombre por naturaleza siempre ha estado en búsqueda de un constante desarrollo económico, social, comercial y cultural, en muchos casos sin medir las consecuencias ambientales que esto pueda tener. Sin embargo en las últimas décadas la sociedad está tomando cierta “conciencia ambiental”, principalmente a partir de la conferencia de Río de Janeiro (1992) en donde se promulgó la agenda 21 para alcanzar un Desarrollo Sostenible.

Dentro de las distintas problemáticas ambientales que enfrenta el planeta hoy en día, encontramos la reducción de áreas verdes y con especial importancia la pérdida de bosques, que representa un peligro para el bienestar mundial, ya que los bosques cumplen con la función de fijar el carbono de la atmósfera convirtiéndolo en oxígeno y biomasa aprovechable reduciendo el efecto invernadero. Además son de vital importancia para la conservación de la biodiversidad y por ende la preservación de la vida.¹

En el campo forestal se han identificado varios aspectos relacionados con la desaparición del bosque. Diferentes estudios realizados por entidades internacionales de carácter ambiental, han revelado múltiples causas que contribuyen al proceso de deforestación; estas causas pueden variar de una región a otra, y muestran mayor o menor importancia dada las condiciones propias de la zona.²

El presente estudio se orienta a estimar la vulnerabilidad ambiental de los bosques en un espacio geográfico determinado, analizando las causas que contribuyen a la deforestación como variables espaciales, integrándolas en un sistema de información geográfica, que facilita el modelamiento del riesgo a la deforestación.

La valoración de la importancia de cada causa en el área de estudio, se realiza por medio de las técnicas de evaluación multicriterio, apoyándose en el método de jerarquía analítica, como herramienta de gestión para la asignación del grado de relevancia, expresado por los integrantes del grupo decisor.

¹ Protocolo de Kyoto

² ROSERO, Presión demográfica sobre bosques y áreas protegidas. p 4

El desarrollo del trabajo se divide en tres etapas, cada una está orientada al cumplimiento de los objetivos específicos, con el propósito de dar flexibilidad a la implementación en otra área.

La primera etapa recopila toda la información requerida para la evaluación y se geocodifican en formato raster, en la segunda etapa se establecen cuales son las causas que contribuyen a la deforestación de mayor importancia en la región, y por último se consolida toda la información dentro del sistema de información geográfica generando un escenario que represente el grado de riesgo de la deforestación.

Aunque el trabajo de vulnerabilidad ambiental de la cobertura boscosa se desarrolla utilizando datos de una región específica, su intención es poder adecuarse a cualquier región, entendiéndose que su importancia radica en la integración de diferentes técnicas que ayudan a una mejor discriminación de las variables que se deben tener en cuenta en los proyectos enfocados a la recuperación y protección de los bosques.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

Aunque no existen datos precisos para el municipio de Arauca sobre el grado de deforestación, se estima que el Departamento de Arauca en el año de 1950 poseía alrededor de 1'082.000 Ha de bosques y para el año 2000 solo contaba con 220.000 Ha.³ Actualmente el área forestal del municipio de Arauca solo representa menos del 10% del territorio,⁴ esta situación refleja el deterioro ambiental de la región en cuanto a la conservación de sus ecosistemas boscosos,⁵ y evidencia la necesidad de tomar cartas en el asunto de la deforestación.

Existen varios aspectos propios de la región que se relacionan con el proceso de deforestación. Uno de ellos es la vocación ganadera, donde el campesino presenta una tendencia a ampliar sus potreros⁶. La cultura del llanero juega un papel importante, en lo que respecta al cuidado de sus suelos, realizando una tradicional práctica de quemar la sabana anualmente⁷. Otro aspecto importante, es el surgimiento de la actividad petrolera, que en primera instancia ocasionó un acelerado crecimiento de la población,⁸ que luego desencadenó una serie de impactos antrópicos.

Para tener una idea de las consecuencias que acarrea la pérdida de la cobertura vegetal es conveniente conocer la importancia que tiene el bosque, sobre todo para la diversidad biológica, puesto que allí se albergan el 70% de especies tanto animales como vegetales del planeta.⁹ Los bienes y servicios que genera el bosque son de gran utilidad, tanto para las comunidades que los habitan como para la humanidad en general.

3 GUTIERREZ, Laura. Gestión ambiental en el camino confiable. 2001. p 42

4 Plan Básico de Ordenamiento Territorial 2000 del municipio de Arauca. PBOT

5 Op cit, GUTIERREZ, p 43

6 Ibid, p 111

7 Op cit, PBOT de Arauca. 2000.

8 SEPULVEDA, Carlos. Ensayos de historias Araucanas. 1997 p 115

9 Red de Asesores forestales de la ACIDI (RAFA), Deforestación: Bosques tropicales en disminución, p 2

El presente trabajo de investigación puede entenderse como una primera fase del diagnóstico del deterioro del recurso forestal, ofreciendo una evaluación de la vulnerabilidad ambiental de los bosques, que identifica las zonas que requieren de mayor atención para que sean tenidas en cuenta en la planificación ambiental del municipio de Arauca.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Las áreas forestales del municipio de Arauca están en peligro de desaparecer?

¿Cuáles son las áreas forestales en el municipio de Arauca, que presentan mayor riesgo a la deforestación?

¿Cuáles son los factores que tienen mayor relevancia para el deterioro forestal en la región?

2 JUSTIFICACIÓN.

Para poder alcanzar un adecuado desarrollo sostenible, se requiere de una correcta planificación del territorio, que involucre el análisis del mayor número de variables posibles que contribuyan a la toma de decisiones, especialmente sobre el manejo de los recursos naturales y su aprovechamiento.

La problemática de la reducción de áreas forestales, requiere establecer su diagnóstico y determinar cuáles áreas poseen mayor riesgo a la deforestación, con el objeto de que las acciones dirigidas a dar soluciones, obedezcan a necesidades reales.

Ante las alarmantes cifras de la pérdida de cobertura boscosa a nivel mundial y en especial en los países en vía de desarrollo, surge la necesidad de tener un conocimiento más profundo sobre el proceso de deforestación para cada región.

Innumerables estudios han identificado diversos factores contribuyentes al deterioro del recurso forestal, sin embargo las soluciones requieren de análisis que los interrelacionen, estableciendo cuáles de estos factores poseen mayor incidencia en cada región y evaluando sus impactos sinérgicos con el fin de tener una apreciación de qué tan severos pueden ser los efectos negativos de un mismo grupo de factores para diferentes regiones.

La cobertura boscosa del municipio de Arauca ha venido sufriendo un proceso de deterioro a raíz de un incremento considerable de la población (un máximo de 3.5 anual. DANE) lo que ha desencadenado otros hechos que contribuyen a la deforestación; como el aumento de la demanda de recursos¹⁰ y la necesidad de construir nuevas vías de transporte; otros aspectos importantes son la actividad agropecuaria producida por la ganadería extensiva, con prácticas no favorables para el recurso forestal como la tradicional quema de sabanas anual y la tala de arbustos y matorrales para la potrerización. A lo que se suma el bajo nivel socioeconómico de la población rural con una cobertura insuficiente de centros de salud, escuelas y servicios públicos.

¹⁰ GUTIERREZ, Laura 2000

La elaboración de este trabajo de investigación adquiere importancia, en la medida que integra los factores señalados en la elaboración de un modelo espacial, que refleje cuales son las áreas que presentan mayor vulnerabilidad ambiental, con el objeto de contribuir a la planificación del territorio como apoyo a los planes de protección y conservación, subsanando falencias pasadas donde no se tenía en cuenta este tipo de variables a la hora de enfocar los programas de recuperación del recurso forestal.

3 HIPÓTESIS.

La integración de diversos factores considerados como contribuyentes al deterioro forestal refleja las áreas que tiene mayor riesgo a la deforestación.

4 OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Determinar que áreas forestales del Municipio de Arauca, son las que presentan el mayor grado de vulnerabilidad ambiental por medio de la implementación de un sistema de información geográfica que contemple los principales factores causales de la deforestación.

4.2 ESPECÍFICOS

Consolidar un sistema georeferenciado a partir de la recopilación de información cartográfica, datos censales e imágenes de satélite, que a su vez sirva como material de consulta al público.

Establecer que factores causales de la deforestación tienen mayor importancia en la región, utilizando el método de jerarquía analítica.

Generar un escenario que muestre el grado de riesgo a la deforestación por medio de la implementación de un sistema de información geográfica.

5 MARCO DE REFERENCIA.

5.1 MARCO DE ANTECEDENTES.

Hasta hace algunos años toda la humanidad aprovechaba a sus anchas los recursos forestales sin preocuparse por las consecuencias que este exagerado uso podría traer, solo al comienzo de los 80 al observar la nefasta situación de algunos lugares que eran considerados ricos en este recurso y que para ese entonces solo contaban con inmensas áreas áridas perdiendo todos los beneficios que de allí se obtenían, se inicia la preocupación por el futuro de los bosques o en otras palabras, de la humanidad.

El tratado de Río de Janeiro en 1992 fue uno de los pasos más importantes en materia de conservación de los recursos naturales, promoviendo el uso moderado de los recurso con el fin de asegurar su existencia en el futuro, desde entonces son muchos los países que se han unido a este tratado e incorporando este objetivo en sus políticas nacionales. Sin embargo hoy aun la transformación de la cobertura boscosa a otros usos es uno de los principales problemas ambientales globales.

5.1.1 Antecedentes globales.

Es difícil establecer cual era la cobertura forestal al inicio del desarrollo de la humanidad, estudios estiman que el planeta ha perdido una tercera parte de bosques densos.¹¹ Actualmente sigue siendo una tarea complicada generar un inventario mundial de la cobertura vegetal, puesto que muchos países por falta de recursos no poseen un inventario forestal y entre los países que si lo tienen existe discrepancias en cuanto a la definición de las diferentes categorías de vegetación¹².

La necesidad de tener claridad sobre la magnitud del proceso de deforestación ha hecho que se enfoquen grandes esfuerzos en determinar un inventario mundial del

¹¹ FAO, Situación de los bosques del mundo 2003.

¹² PERSSON, Reidar. Evaluación y monitoreo de los recursos arbóreos.

recurso forestal. La FAO en su Evaluación de los recursos Forestales Mundiales (ERF 2000) manifiesta que en la década del noventa (90) la variación anual estimada de deforestación fue de -9.4 millones de hectáreas; los inventarios más recientes estiman que la cobertura forestal del planeta es de alrededor el 30% de superficie y que esta conformada en 56% de bosques tropicales y subtropicales y un 44% en bosques templados y boreales¹³.

A pesar de los grandes esfuerzos que se han invertido para controlar este fenómeno, la deforestación continúa con cifras cada vez más alarmantes en especial en los países en vía de desarrollo, donde para el periodo del noventa (1990) se presentó una deforestación de 65.1 millones de hectáreas, mientras en los países desarrollados se logró un incremento de 8.8 millones de hectáreas.¹⁴

5.1.2 Antecedentes Locales.

En Colombia aun existe una cultura que subvaloriza la verdadera importancia de los bosques, concibiéndolos como recursos de disponibilidad ilimitada, de tal forma que su manejo se destina a la ampliación de fronteras y a la extracción de bienes.¹⁵ Esto ha repercutido en una tasa acelerada de deforestación que ha ocasionado la pérdida en la capacidad de retención y regulación del agua conllevando a procesos de desertificación y degradación de suelos en especial en zonas de aptitud forestal y agrícola.¹⁶

La aptitud forestal de Colombia es del 69% de la superficie continental, pero actualmente solo un 46% está cubierto por bosques y a pesar de la falta de datos precisos, se estima que la tasa de deforestación está dentro de las cinco (5) mayores del mundo.¹⁷

Alrededor del 56% del territorio colombiano (114.178.800 ha), de la superficie total está cubierta por bosques naturales, que albergan la biodiversidad de la nación. La superficie total plantada es alrededor de 400.000 hectáreas, de las cuales 200.000 corresponden a plantaciones protectoras y el resto a reforestación

¹³ FAO, Evaluación de los recursos mundiales forestales (ERF 2000)

¹⁴ Ibid, FAO

¹⁵ COLCIENCIAS. 2004 p 13

¹⁶ Ibid, p 13

¹⁷ CONPES, POLÍTICA DE BOSQUES, p 3.

comercial.¹⁸ Colombia tiene una de las mayores tasas de deforestación de bosque húmedo tropical en el mundo.¹⁹

5.2 MARCO TEÓRICO.

5.2.1 Los Bosques.

La FAO en su documento EVALUACION DE LOS RECURSOS FORESTALES A 2005 – FRA 2005 – TERMINOS Y DEFINICIONES, ofrece la siguiente definición de bosque; “Tierras forestales o sin ningún uso, que se extienden por más de 0.5 hectáreas, dotadas de árboles de una altura superior a 5 metros y una cubierta de copa superior al 10%,”

Dentro de la caracterización del bosque tenemos que debe existir la presencia de árboles y la ausencia de otro tipo de uso predominante de la tierra, se considera que los árboles deberían alcanzar una altura mínima de 5 m in situ y una densidad de copa del 10% incluso en aquellas áreas sujetas a la reforestación²⁰.

5.2.2 Importancia de los Bosques.

Con relación a los bosques, son muchas las personas que los observan no detenidamente, siendo para ellos una cantidad de árboles próximos unos a otros; pero los bosques son mucho más que eso, son comunidades interconectadas entre si, relacionadas desde un nivel microscópico hasta una perspectiva global, convirtiéndose así en macroecosistemas imprescindibles para la vida.²¹

Los bosques han mantenido una estrecha relación con el hombre; este se ha apoyado en él, para abastecerse de productos como la madera, carbón vegetal, resinas, recursos para su alimentación, medicinas, etc. Pero a medida que aumentaba la demanda de estos recursos, significaba talar bosques para convertirlos en tierras a fines agrícopecuarios entre otros, obteniendo así gran importancia económica, social, ecológica y política.²²

¹⁸ BOSQUES, Raul Palomar Aviles.

¹⁹ Op Cit. POLITICAS DE BOSQUES, p 4.

²⁰ FAO, FRA 2005.

²¹ HEINZ, FUCHS. Matices De Verde, Los Bosques.

²² ECHARRI, LUIS. Ciencias De La Tierra Y Del Medio Ambiente.

Los bosques tropicales son un activo natural indispensable para el régimen hidrográfico local, regional y global, al igual que para el clima mundial. Satisfacen necesidades básicas tales como comida, energía, protección, salud y contribuyen al sustento de la población rural e indígena, además de jugar un papel importante en la reducción de la pobreza. La madera y las industrias de procesamiento de madera, generan trabajo y brindan una contribución importante a la economía nacional en muchos países. Ofrecen recreación y son un potencial importante para el turismo.²³

Los bosques son protectores de nuestras cuencas hidrográficas, además regulan ciclos climáticos. Protegen los suelos del poder erosivo de la lluvia que cae fuertemente y evitando que las partículas sean arrastradas. Además si el bosque se deteriora, o se tala, el agua se evapora más rápidamente cambiando el clima de los bosques aledaños, al no proporcionarles el agua necesaria para su desarrollo.²⁴

Entre las principales funciones ambientales de los bosques se encuentran:²⁵

- ✓ Regulación de gases atmosféricos.
- ✓ Regulación climática, especialmente de los gases que producen el efecto Invernadero.
- ✓ Protección contra desastres ambientales, por ejemplo control de inundaciones, tormentas, ciclones por la presencia de vegetación.
- ✓ Proveer agua, a través de su retención y almacenamiento.
- ✓ Control de la erosión, prevención de la pérdida del suelo por el viento, agua de escorrentía.
- ✓ Formación de suelo, por medio de la acumulación de material orgánico.

5.2.3 Ecosistemas del País.

El trópico colombiano denota exuberancia, variedad y complejidad, que se traducen en una gama de ecosistemas influenciados en mayor o menor grado por el hombre. El IDEAM diseñó una metodología que integra las áreas del saber

²³ Op Cit. HEINZ, Fuchs

²⁴ Ibíd, HEINZ, Fuchs

²⁵ SERVICIOS AMBIENTALES, Boletín de Acción Ecológica, 2003, p 7

ambiental en la multitemporalidad y espacialidad del territorio, interpretando el estado actual de los ecosistemas colombianos.

En el trópico colombiano existen múltiples factores que influyen y determinan la naturaleza de sus paisajes. En las fases terrestre y acuática contiene un conjunto amplio de sistemas naturales, los cuales son diferenciados en la medida en que cambian las condiciones físicas y biológicas que los caracterizan. Por lo tanto, es la carta de vegetación, la que mejor ofrece los indicadores indispensables para el manejo, evaluación y caracterización de los ecosistemas (terrestres y acuáticos) del país. El análisis de cada uno de estos aspectos, su distribución y sus niveles de degradación, permiten el establecimiento de la riqueza biológica del país, el costo ecológico y social del desmejoramiento o destrucción de los sistemas naturales, como papel determinante en el cambio de la economía y en el bienestar de la población.²⁶

5.2.4 Cobertura Vegetal Uso y Ocupación del Espacio.

El IDEAM, con base en la interpretación de imágenes satélite, realizó un mapa de coberturas vegetales, uso ocupación del territorio nacional (1996), con el fin de crear una herramienta básica para llegar al estudio de los ecosistemas. Estas se agruparon en boscosas y no boscosas, como elementos constitutivos de los ecosistemas.²⁷

Ecosistemas Boscosos.

Se entiende por ecosistemas boscosos a los espacios naturales que presentan elementos arbóreos en un área entre 30% y 100% de la cobertura vegetal. Se caracterizan por tener varios estratos: desde un tapete de plántulas de especies restringidas a la parte inferior del bosque, plantas reptantes o de bajo porte y herbáceas o poco lignificadas (sotobosque), hasta una bóveda o dosel formado por árboles de altura considerable, en cuyas copas frondosas se albergan otras especies animales y vegetales.²⁸

- Bosque Basal: Localizados entre los 0 y 1000 m de altura. Comprenden un área de 37'965.359 ha, equivalentes a 33.2% del territorio del país.²⁹

²⁶ IDEAM, Pinto, p 280

²⁷ IDEAM, p 281

²⁸ IDEAM, 1998 y Cardona Maria, p 281

²⁹ Op Cit, IDEAM, 1998

- Amazónico: Es conocido como también como selva húmeda tropical. Tiene una composición florística muy heterogénea y se caracteriza por la presencia de numerosas especies de palmas y de plantas con hojas gigantes (megáfilas) y grandes (macrófilas).³⁰
- Pacífico: Este tipo de bosque se caracteriza por presentar un alto grado de especialización y especiación.
- Caribe: Han sido los más intervenidos y por consiguiente se encuentran en peligro de desaparecer. Son representantes de este tipo los bosques de la serranía de Macuira y el santuario de fauna y flora Los Colorados.³¹
- Orinoquía: Reciben este nombre aquellos bosques ubicados en la provincia biogeográfica del Orinoco entre 0 y 1.000 msnm. Para esta región se pueden identificar bosques altos con altura de 25 m, medios entre 10 y 25 m de altura y bajos con alturas menores a 10 m; pueden ser inundables y no inundables.
- Bosque Andinos: Comprenden los bosques ubicados por encima de los 1000 m.s.n.m, hasta que llegan a los 4000 m.s.n.m aproximadamente, ocupan un área de 9´108.474 ha, correspondientes a 8,0 % del país. Este porcentaje tan bajo se explica por la fuerte presión antrópica. La gran mayoría de estos bosques quedan como áreas relictuales. Los define como aquéllos que presentan un estrato superior de árboles de 20 a 35 m de altura, pertenecientes a distintas familias del orden Rosales (*Cunnoniaceae*, *Brunelliaceae* y *Rosaceae*).
- Bosque Ripario: Estos bosques, también llamados de galería o de cañada, están ubicados en zonas aledañas a los cursos de agua, desempeñan un papel importante en la preservación del recurso hídrico y estabilización de los cauces, como corredores de dispersión de la biota y como albergues para la fauna en épocas secas.³²

³⁰ IDEAM, 1996

³¹ Op Cit, IDEMA 1998

³² HERNANDEZ Y SANCHEZ , 1990

- **Manglar:** El manglar es una cobertura que involucra aquellas comunidades vegetales con características simorfales más o menos estándares y homogéneas (consocietas), que ocupan las transiciones tierra-mar, tanto del Pacífico, como del Caribe y se encuentran muy cercanas a las franjas litorales en las inmensas planicies aluviales costeras, denominadas comúnmente manglares, naidizales, cuangariales y natales.

- **Bosque Basal Fragmentado:** Corresponde a aquellos bosques con una intervención en hasta 50% por el establecimiento de actividades agropecuarias; además, su composición ha sido alterada por el desarrollo de diferentes actividades de producción económica, como extracción de madera y otros productos, y por el establecimiento de cultivos ilícitos. Se encuentra entre los 0 y 1000 m.s.n.m.

- **Bosque Andino Fragmentado:** Esta unidad corresponde a una cobertura de transición en la que los bosques andinos se encuentran intervenidos por sistemas agropecuarios en hasta 50%. Presenta la acción de actividades relacionadas con la deforestación, la ampliación en la frontera agrícola y pecuaria, minería, cultivos ilícitos; se observan diferentes fases sucesionales de vegetación (pastizales y rastrojos). Se encuentra por encima de los 1000 msnm.

Ecosistemas no Boscosos.

Los ecosistemas no boscosos de Colombia corresponden a aquellas coberturas vegetales de tipo abierto como sabanas arboladas, arbustivas y herbáceas, áreas de páramos, xerofitias y cobertura especial rupícola, así como a todo tipo de sucesión temprana en cualquier unidad de cobertura. De gran significado para el país, ya que buena parte del germoplasma tanto vegetal como animal se encuentra en aquellas coberturas naturales a manera de relictos. Dentro de las coberturas no boscosas se contemplan algunas arbóreas en peligro de extinción, como lo son los bosques secos tropicales.³³

Corresponden también a las unidades ecosistémicas especiales, las cuales, por algún factor, que bien puede ser el clima, el suelo o el gradiente altitudinal, están comportándose como ecosistemas estresados. Estos ecosistemas se caracterizan además por ocupar espacios abiertos con coberturas vegetales ralas, achaparradas con estratos que no superan los 3 m de altura y con elementos florísticos bastante especiales. Abarcan un amplio espectro climático, desde lo

³³ IDEAM, CRUZ Y ALARCON, Juan. 2001. 287

muy seco a lo muy húmedo. Ocupan aproximadamente 17,8% del país, en una extensión de 20'374.790 ha.

Las sabanas pueden tener origen antrópico. El fuego, el clima y el suelo constituyen factores condicionantes de gran importancia en la evolución de estos ecosistemas. Son estacionales y pueden ser clasificadas por su fisiografía, topografía, por el régimen hídrico y climático y por su geología, entre otros; tradicionalmente se les ha considerado como altas e inundables y su composición florística puede repetirse indistintamente en una u otra.

5.2.5 Principales Causas de la Deforestación.

Las causas que contribuyen a la deforestación son múltiples y varían de una región a otra, a continuación se presentan un resumen de las principales causas identificadas en diferentes estudios por entidades ambientales.

- Agricultura de la tala y quema: Uno de los principales oficios, involucrados en la deforestación, es el realizado por los agricultores ubicados en las márgenes de los bosques. La implantación de cultivos migratorios, a periodos largos y cortos y la agricultura colonizadora, son responsables de 2/3 de la deforestación total, ocasionando el agotamiento del recurso tierra del que depende la agricultura y la forestería. Como consecuencia, el agricultor, se ve forzado a emigrar hacia otras y más nutridas tierras, que ofrezcan mejores condiciones para el establecimiento de sus cultivos.³⁴
- Ganadería Extensiva y Pastoreo: Otra causa importante de la deforestación es la ocasiona por la ganadería extensiva y el sobre pastoreo. En esta actividad, los ganaderos ocupan grandes extensiones de tierras, talando y expandiendo cada vez más los potreros para la cría de ganado y aun así, deteriorando suelo debido al pisoteo del ganado. El pastoreo a campo abierto, es otra práctica que ha tenido influencia en la deforestación, cuando la cantidad de ganado supera la capacidad máxima del suelo para soportarlo degrada y destruye la composición y calidad del bosques.³⁵
- Utilización de la leña y explotación maderera: Como es bien sabido, la leña desde tiempos remotos ha beneficiado al hombre, encontrando en ella el

³⁴ Op Cit. Asuntos Forestales.

³⁵ SAMAYOA, Raúl. Ganadería Avance de la Frontera Agrícola, p 266

combustible ideal para satisfacer sus necesidades energéticas. Alrededor de 3000 millones de personas y especialmente las que viven en zonas rurales, utilizan la leña como fuente de energía y en funciones económicas. El consumo de la leña de manera irracional, puede llevar al empobrecimiento del suelo y a la destrucción de especies naturales, los árboles y arbustos originales pierden su capacidad de ramificarse y mueren, dando lugar a una diferente mezcla de especies vegetales.³⁶

- En cuanto a la explotación maderera para fines económicos, es de considerar que es la principal causa de deforestación en el mundo, ya que en la misma explotación como en la tala, se degrada, destruyen y desplazan numerosas formas de vida animal, en particular aves migratorias y grandes mamíferos, incluso los caminos de explotación forestal mal diseñados dañan los cursos de agua y causan una erosión severa.³⁷

- Presión Demográfica: Otro factor importante, que enmarca la deforestación, es el aumento de la población. La capa forestal desaparece progresivamente como efecto de la presión demográfica sobre el bosque y el medio ambiente, con esto se deterioran las tierras fértiles debido al aumento de la cría de ganado, además es un grave problema que pone en peligro especies de fauna y flora. Es decir, la superpoblación aumenta y a su vez, la presión demográfica y la demanda de los recursos naturales presentes.³⁸

- Necesidades Básicas: Las necesidades básicas, son todas aquellas que el hombre por naturaleza, necesita para subsistir y convivir en un ambiente saludable dentro de la sociedad, estas necesidades son la educación, salud, servicios públicos y de saneamiento, por falta de estos factores puede traer la subvaloración de los recursos forestales, motivando al aumento de la demanda.³⁹

- Estructura del bosque: La estructura del bosque juega un papel importante en los procesos de deforestación, principalmente cuando se da un cambio de uso ya sea para la agricultura o para la ganadería, puesto que estructuras menos densas y de baja altura son más fáciles de talar.⁴⁰

³⁶ FAO, FRA, 2000 Bibliografía Comentada Cambios en la Cubierta Forestal, Colombia.

³⁷ *Ibíd.* Fao, FRA, 2000

³⁸ ROSERO, Luís. BONILLA, Roger. Presión demográfica sobre bosques y áreas protegidas.

³⁹ *Op. Cit.* Asuntos Forestales.

⁴⁰ UNASYLVA, No. 181.

- **Obras Lineales:** Los proyectos lineales y en especial las vías de transporte, son desarrollados en ausencia de criterios ecológicos de selección de trocha, ocasionando destrucción de áreas forestales. Además resulta lógico pensar que el desarrollo de los asentamientos y centros poblados evolucionen directamente por la influencia de las vías e infraestructuras eléctricas. Ejemplo de esto fue la construcción de la carretera transamazónica que abrió millones de kilómetros cuadrados de bosque tropical, antes inaccesible, a la colonización y a la expansión de la industria ganadera, siguiendo el desarrollo de caminos secundarios que penetraban más profundamente en el interior del bosque, produciendo un ancho corte de tierra deforestada de cada lado del camino. La contraprestación de esto es la planificación y creación de corredores ecológicos, de seguir así las áreas verdes se reducirán y desaparecerán.⁴¹

- **Actividad Petrolera:** La exploración petrolera y minera es otro de los causales de deforestación, ya que en muchas de las actividades propias para su funcionamiento; como el acceso, el transporte de materiales, la construcción y establecimiento de maquinaria reducen el área forestal local cercana a los yacimientos. Además ocasiona una fuerte migración de población en el sector, ampliando el área de asentamientos humanos que a su vez generan una fuerte demanda de los recursos naturales que se refleja en la extracción para la construcción de caminos, puentes y residencias.⁴²

- **Desarrollo hidroeléctrico:** Otro factor importante en la deforestación, dado a que las represas inundan tierras forestales y se abre el bosque para dar paso a las líneas de transmisión que llevan la energía a los consumidores, ocasionando pérdidas permanentes de cubierta forestal.

- **Los Incendios Forestales:** Uno de los agentes ambientales que produce un alto impacto negativo en los ecosistemas forestales son los incendios, tienen numerosas causas, la mayoría vinculadas de manera directa o indirectamente con el hombre y a su vez es causa importante de la deforestación. Pueden presentarse por mantenimiento de tierras, extracción de madera y caza, quema de basuras, desperdicios y de manera natural por relámpagos. Los incendios generan impactos ambientales negativos en los bosques, e incluyen la degradación del suelo, aumento del riesgo de inundación y sequías, como también al efecto invernadero y la reducción de

⁴¹ CARRILLO, Luís. Continúa la Deforestación por Obras Viales.

⁴² Op Cit. Asuntos Forestales

especies de animales y plantas. Además afectan gravemente la salud humana y la economía de un país o región.⁴³

5.2.6 Principales Consecuencias de la Deforestación.

Son muchas las consecuencias de la deforestación y muchos los afectados, en algunos casos puede ser beneficiosa, como lo es el de pasar de un uso de la tierra a otro más productivo y solo cuando las condiciones medio ambientales y económicas se den. Pero la realidad es otra, la mayor parte de las tierras que han sido deforestadas en los últimos años, no son adecuadas para los fines inicialmente propuestos, y que se degradan rápidamente a largo plazo. En el caso de las cuencas hidrográficas, que en el pasado abastecían de agua potable a las comunidades, están sufriendo una transformación exponiendo la salud y aumentando el riesgo de contraer enfermedades transmisibles.⁴⁴

Biodiversidad: A corto plazo, la deforestación presenta una de las consecuencias más serias. La pérdida de biodiversidad frase que enmarca la destrucción de millones de hectáreas de bosques, y que traduce la extinción de miles de especies, y para nuestro conocimiento no sabemos cuantas especies desaparecen anualmente en nuestros bosques, erosionando este recurso y dando lugar a fuertes desequilibrios biológicos capaces de afectar la salud de los ecosistemas así como el bienestar humano.⁴⁵

Calentamiento Global: La deforestación es un contribuyente al calentamiento global. Aunque la causa principal son las continuas y excesivas descargas de gases de invernadero en los países desarrollados. Los bosques tropicales en todo el mundo, contienen alrededor de 500 miles de millones de toneladas métricas de carbono, cuando se tala y se quema, el carbono almacenado se combina con el oxígeno y se libera a la atmósfera en forma de CO₂; a esto se le suma la combustión de hidrocarburos. Como consecuencia el aumento del CO₂ incrementa el efecto invernadero y el calentamiento global.⁴⁶

Clima: La deforestación afecta el clima local porque se reduce el enfriamiento que produce la evaporación del agua del suelo y de las plantas. Al talar los bosques, la

⁴³ PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS, Incendios En Bosques Tropicales En America Latina Y El Caribe, p. 7

⁴⁴ Op Cit. Asuntos Forestales

⁴⁵ DAVALO, Raymundo. Maderas y Bosques. p 3

⁴⁶ Op Cit. Asuntos Forestales

cubierta húmeda disminuye, reduciendo las precipitaciones y en consecuencia la masa de aire situada más arriba, se calienta aumentando la temperatura.⁴⁷

Suelo: Sobre el recurso suelos, al aclararse la superficie forestal, se expone a la incidencia directa de los rayos solares y a las lluvias torrenciales. Esto afecta negativamente al suelo, al aumentar su compactación, reducir su material orgánico, lavar los nutrientes y permitir el golpe erosivo del viento.⁴⁸

Recurso hídrico: Dentro del recurso hídrico, se presentan impactos, que inciden directamente en la producción de agua, que es una de las principales funciones de los bosques.⁴⁹

Sociales y culturales: A menudo para algunas civilizaciones indígenas, la llegada del hombre blanco, trae consigo un significado de destrucción del modo de vida y pérdida de sus costumbres. Muchos de los pueblos en el Amazonas han sido invadidos por agricultores que en su búsqueda de bosques más productivos, destruyen a su paso tanto el bosque como las creencias e los pueblos indígenas. Además, la pérdida de suelo, agua, flora, y fauna empeora la calidad de vida de la mayoría de la gente, sin obtener beneficio alguno por su destrucción.

5.2.7 Los Servicios Ambientales Prestados por los bosques.

Durante mucho tiempo, los bosques, los sistemas hídricos, los páramos etc, han sido fundamentales en el equilibrio ecológico y ambiental. Han regulado el clima mundial, ha contribuido a la fertilización del suelo y han brindado a las personas productos para satisfacer sus necesidades alimenticias y medicinales.

Hoy que los bosques están sufriendo día a día un deterioro considerable, que las fuentes de agua se están secando y que el clima mundial ha sufrido grandes cambios, se establece una figura que es la de los servicios ambientales, en donde se le asigna un valor monetario a las diferentes funciones ambientales.⁵⁰

⁴⁷ UNISYLVA No. 163.

⁴⁸ Op Cit. Asuntos Forestales

⁴⁹ Documento: LA DEFORESTACIÓN: UN PROBLEMA DEL MOMENTO.

⁵⁰ Op Cit SERVICIO AMBIENTAL p 10

Los servicios ambientales, son definidos como los que brindan los recursos naturales y las plantaciones forestales, y que influyen directamente sobre la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente. Estos son:

- Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Protección del agua para uso urbano, rural o hidroeléctrico.
- Protección de la biodiversidad para conservarla y uso sostenible.
- Científico y farmacéutico.
- Protección de ecosistemas.
- Formas de vida y belleza escénica natural para fines turísticos y científicos.⁵¹

5.2.8 Herramientas Técnicas.

La Teledetección Espacial.

La teledetección se define como una técnica que permite tener información a distancia de objetos situados sobre la superficie terrestre,⁵² fundamentalmente en el análisis de las imágenes obtenidas desde aeronaves y satélites artificiales.

El componente fundamental para la teledetección espacial es la fotografía multiespectral, realizada con sensores denominados exploradores multiespectrales que utilizan detectores electrónicos que registran energía electromagnética invisible,⁵³ poseen la capacidad de medir la energía infrarroja que irradian los objetos creando imágenes que muestran la variación de la temperatura en una zona. Las imágenes infrarrojas se pueden emplear para determinar las condiciones de la vegetación, estudiar los cambios de temperatura en la superficie del agua, localizar daños en canalizaciones subterráneas y registrar determinados accidentes geográficos superficiales y subterráneos

Todos los tipos de coberturas sobre la superficie de la tierra (suelo, vegetación, agua, etc.) absorben una porción del espectro electromagnético y proporciona una firma espectral única de radiación electromagnética⁵⁴ que es leída por los sensores remotos. Sin embargo en el desarrollo de este proceso entre el sensor y la superficie terrestre se interpone la atmósfera, que interfiere de diversas formas con el flujo radiante⁵⁵.

⁵¹ LEY FORESTAL, Asamblea Legislativa De La República De Costa Rica, 1996.

⁵² CHUVIECO, Emilio. Fundamentos de teledetección espacial. p 45

⁵³ Ibid. Chuvieco. p 46.

⁵⁴ FIELD GUIDE, Erdas Imagine, Cap. 6, p 225.

⁵⁵ Op Cit, Chuvieco. p 82.

Algunos gases que componen la atmósfera como el anhídrido carbónico, el ozono y el vapor de agua provocan efectos en la interacción electromagnética, ocasionando: Absorción de la energía en determinadas bandas del espectro, comportándose como un filtro selectivo a distintas longitudes de onda, de tal forma que en algunas bandas del espectro elimina prácticamente cualquier posibilidad de observación remota; Dispersión de determinados flujos en función de su longitud de onda, disminuye la radiancia directa y aumenta la difusa; y Emisión con todo cuerpo caliente, que tiene su mayor importancia en el infrarrojo térmico.⁵⁶

Centrándose nuevamente en la reflectividad de los objetos respecto a las diferentes longitudes de onda, cada tipo de cobertura refleja la radiación incidente de forma diferente, lo que permite distinguirlo de otro tipo de cobertura.

La teledetección no se limita únicamente a la adquisición de imágenes, sino también a su posterior tratamiento en el contexto de una determinada aplicación,⁵⁷ permitiendo manipular y analizar los datos contenidos dentro de la imagen, generando nueva información⁵⁸.

Existen dos métodos para el análisis de imágenes satelitales. La interpretación visual que se realiza en forma similar a la fotointerpretación tradicional, a partir de imágenes satelitales⁵⁹ a las cuales ya se les ha aplicado correcciones, realces y mejoras que facilitan la visualización de los rasgos. Y la interpretación digital que a partir de la información registrada por el satélite, se le realiza una transformación a parámetros físicos generando nueva información.⁶⁰

La clasificación digital de las imágenes es un proceso por el que cada pixel de la imagen se asigna a un grupo determinado o categoría definida. Existen dos sistemas de clasificación complementarios entre sí, automático y supervisado⁶¹.

La clasificación automática consiste en el agrupamiento de los pixels de una imagen en categorías, sin que el operador intervenga en el proceso, extrayéndose de la imagen clases espectrales sin tener una categoría previa asignada. Estas

⁵⁶ Op Cit, Chuvieco. p 82.

⁵⁷ Op cit. Chuvieco. p 25.

⁵⁸ ALZATE, Beatriz. Introducción al procesamiento digital de imágenes.

⁵⁹ FABREGAT VENTURA, Vicente. Fundamentos Teóricos Del Control De Las Extracciones Mediante Teledetección, p 96.

⁶⁰ Op Cit. Chuvieco. p 324.

⁶¹ Op Cit. ALZATE.

clasificaciones suelen servir como paso previo a la clasificación supervisada y permiten identificar si las categorías que se pretende discriminar pueden agruparse, o si en una determinada categoría se agrupan varias que podrían separarse⁶².

Los Sistemas de Información Geográfica.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) desde su aparición en los años setenta han evolucionado notablemente, pasando de ser una herramienta de apoyo en la cartografía hasta convertirse en técnicas orientadas a la solución de problemas complejos.⁶³

Los SIG se pueden definir como “métodos o técnicas de tratamiento de información geográfica, que permite combinar eficazmente información básica para obtener información derivada”⁶⁴.

Una de las potencialidades de mayor funcionalidad de los SIG, es la capacidad de realizar modelación prospectiva, que integra análisis de superposición, determinación de áreas de influencia, análisis de vecindad, análisis de redes y modelos de elevación; relacionándolas por medio de topologías de los elementos, y realizando cálculos entre variables generando nueva información.⁶⁵

La importancia y auge de esta herramienta informática en el ámbito mundial, se ha hecho presente cada día más, en vista de que brinda grandes ventajas para manejar información espacial de diversa índole por parte de quienes toman las decisiones políticas, sociales y económicas del país.

Actualmente, “los S.I.G. son una necesidad en los países subdesarrollados, dado que una de sus más útiles aplicaciones es que permite elaborar y conocer un inventario de recursos efectivo y preciso para lograr mejores planificaciones a diferentes escalas (estatal, regional y nacional); así como también el procesamiento y manipulación de la data de aquellos espacios donde se desarrollan actividades económicas de los diversos sectores de la economía (primario, secundario y terciario)”⁶⁶

⁶² Op cit. Chuvieco. p 325

⁶³ BARREDO, José. Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio.

⁶⁴ DOMÍNGUEZ, Javier. "Breve Introducción a la Cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica (SIG)"

⁶⁵ Ibíd, DOMINGUEZ.

⁶⁶ MARTINEZ, Comunicación Personal, Sistemas de Información Geográfica 2001

Por otra parte, aunque los S.I.G. permiten conocer el espacio geográfico bajo los términos antes señalados, también permiten apreciar el comportamiento tendencial de las variables espaciales, que conllevan a poder predecir sobre la ocurrencia de posibles eventos en lugares determinados, tales como la ocurrencia de fenómenos atmosféricos de carácter extraordinarios.

Evaluación Multicriterio.

La evaluación multicriterio (EMC) se define como un conjunto de técnicas orientadas a asistir en los procesos de toma de decisión. El fin básico de las técnicas del EMC es investigar un número de alternativas bajo la luz de múltiples criterios y/o con objetivos en conflicto.⁶⁷

La EMC proporciona un conjunto de herramientas para el análisis de las complejas propiedades entre las alternativas de selección, la estructura matemática utilizada para describir la toma de decisiones multidimensional esta basada en la teoría de la optimización multiobjetivo.⁶⁸

Estas técnicas se sitúan en el ámbito de la teoría decisional, orientándose en dos direcciones: la descriptiva y la normativa; el enfoque descriptivo concierne principalmente al campo de la lógica basándose en la elaboración de una serie de constructos teóricos y articulaciones lógicas que pretenden explicar y predecir el comportamiento de los agentes decisores reales.⁶⁹ El enfoque normativo puede basarse en la evaluación objetiva elaborando tentativas para obtener una valoración de los eventos sobre los cuales se decidirá, o en la evaluación subjetiva comprendiendo varias aproximaciones, cuyo propósito es ayudar a los centros decisores a ordenar sus ideas, expresando juicios consistentes y eligiendo racionalmente.⁷⁰

Las técnicas de EMC basan su funcionalidad en la evaluación de una serie de alternativas basándose en una serie de criterios siendo de gran utilidad para inventariar, clasificar, analizar y ordenar convenientemente⁷¹ una serie de alternativas a partir de los criterios que se hayan considerados pertinentes en la evaluación.

⁶⁷ VOOGD. 1983 en BARREDO. Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio. p 47

⁶⁸ CARVER. 1991. en BARREDO. Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio. p 48

⁶⁹ ROMERO. 1993. en BARREDO. Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio. p 48

⁷⁰ Op Cit, BARREDO. p 49

⁷¹ EASTMAN. 1993. en BARREDO. Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio. p 51

Los distintos métodos o técnicas de EMC se diferencian básicamente en los procedimientos aritmético – estadístico que se realizan sobre las matrices de evaluación y prioridades, con lo cual se obtiene una evaluación final de las alternativas.⁷²

Los métodos EMC se pueden dividir de acuerdo al nivel de procedimiento de demanda cognitiva que requiere el centro decisor y el método de agregación de puntuaciones de criterios y prioridades establecidas, basado en lo anterior se destacan dos clasificaciones: las compensatorias y las no compensatorias, las primeras demandan de un mayor proceso cognitivo por parte del centro decisor requiriendo que se especifiquen los pesos de los criterios como valores cardinales mientras que la segunda el proceso cognitivo requerido es menor ya que con una jerarquización ordinal es suficiente.⁷³

Método de Jerarquía Analítica.

La técnica “MJA” (MÉTODO DE JERARQUÍA ANALÍTICA) fue creada por THOMAS L. SAATY. Inicialmente se concibió como una técnica orientada a asistir en el proceso de toma de decisión en problemas no-estructurados. Gracias al enfoque que le dio Saaty, hoy en día esta técnica es de gran utilidad en la modelación y el análisis de conflicto y el análisis prospectivo; en particular, como técnica de pronóstico.⁷⁴

Por medio de este método el grupo decisor puede estructurar un problema multicriterio en forma visual, mediante la construcción de un modelo jerárquico compuesto por tres niveles (meta u objetivo, criterios y alternativas). Elaborada la estructuración del modelo se procede a realizar comparaciones por pares entre los componentes y se le asignan valores numéricos según su preferencia.⁷⁵

La metodología MJA, consiste en dar valores numéricos a los juicios establecidos por el grupo decisor logrando medir, como contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende. Esto se logra utilizando escalas de razón en términos de preferencias, importancia o probabilidad, basado en una escala numérica que va desde 1/9 hasta 9.⁷⁶

⁷² Ibid, p 54

⁷³ Op Cit. BARREDO. p 53

⁷⁴ ARAPÉ, Jesús. Manual De Metodologías, Tomo V: La Técnica AHP. p 3.

⁷⁵ FAO, El AHP y su aplicación para determinar los usos de las tierras, p 6

⁷⁶ Ibid, FAO, p 6.

CUADRO 01. Escala verbal explicación, emisión de juicios de valor

ESCALA NUMÉRICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
1	Ambos elementos son de igual importancia.	Ambos elementos contribuyen con la propiedad en igual forma.
3	Moderada importancia de un elemento sobre otro.	La experiencia y el juicio favorece a un elemento por sobre el otro.
5	Fuerte importancia de un elemento sobre otro.	Un elemento es fuertemente favorecido.
7	Muy fuerte importancia de un elemento sobre otro.	Un elemento es muy fuertemente dominante.
9	Extrema importancia de un elemento sobre otro.	Un elemento es favorecido, por lo menos con un orden de magnitud de diferencia.
2,3,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes.	Usados como valores de consenso entre dos juicios.
Incrementos de 0.1	Valores intermedios en la graduación más fina de 0.1 (Por ejemplo 5.2 es una entrada válida).	Usados para graduaciones más finas de los juicios.

(Fuente. FAO, Informe Técnico AHP)

Estructura del método

El procedimiento se inicia a partir de una matriz de comparación por pares donde se asigna a cada celda un juicio de valor que corresponde a la importancia relativa de cada factor. Este procedimiento arroja una matriz recíproca, es decir, los valores asignados a ambos lados de la diagonal son inversos.⁷⁷

Base matemática del MJA

El procedimiento matemático debe dar cumplimiento a los siguientes axiomas:

Axioma No. 1 referente a la condición de juicios recíprocos:

La intensidad de preferencia de A_i/A_j es inversa a la preferencia de A_j/A_i .

Axioma No. 2 referente a la condición de homogeneidad de los elementos:

⁷⁷ Op Cit, BARREDO. p 127.

Los elementos que se comparan son del mismo orden de magnitud.

Axioma No. 3 referente a la condición de estructura jerárquica o estructura Dependiente de reaprovechamiento.

Dependencia en los elementos de dos niveles consecutivos en la jerarquía y dentro de un mismo nivel.

Axioma No. 4 referente a condición de expectativas de orden de rango:
Las expectativas deben estar representadas en la estructura en términos de criterios y alternativas.

5.3 MARCO LEGAL.

5.3.1 CONVENIOS MUNDIALES SOBRE LOS BOSQUES.

Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD): En 1972 ESTOCOLMO, 1992 RÍO DE JANEIRO y JHOHANESBURGO en 2002. Las naciones del mundo, reunidos en estas Cumbres Mundiales sobre el Desarrollo Sustentable, reafirman su compromiso y se comprometen a construir una sociedad global humana, equitativa y concedora de la necesidad y dignidad humana para todos.

Considerado lo que diez convenios mundiales vigentes dicen sobre los bosques, se deduce que su acción combinada puede no ser suficiente para llenar los vacíos que subsisten.

Convención Relativa a los Humedales, Ramsar, (1971): Se adopta para el país mediante la (Ley 357 de 1997).

Convención Sobre El Comercio Internacional De Especies Amenazadas De Fauna Y Flora Silvestres 1975: Propone proteger ciertas especies de la fauna y la flora silvestres amenazadas por la sobreexplotación debida al comercio internacional, mediante un sistema de permisos de importación y exportación. Se orienta exclusivamente al comercio, y parte del supuesto de que el control de los mercados internacionales contribuirá a salvaguardar las especies amenazadas. La Convención opera inscribiendo las especies amenazadas en las listas de uno de sus tres apéndices, que representan diferentes niveles de control en el comercio

internacional. Se incluyen en los apéndices numerosas especies de animales silvestres, pero sólo incluye 16 especies arbóreas, principalmente utilizadas por su madera.

Convenio Internacional De Las Maderas Tropicales 1983: Reconociendo la importancia y la necesidad de conservar y aprovechar adecuada y eficazmente los bosques de maderas tropicales con miras a lograr su utilización óptima, manteniendo al mismo tiempo el equilibrio ecológico de las regiones interesadas y de la biosfera, Además la importancia de las maderas tropicales para las economías de los miembros, en particular para las exportaciones de los miembros productores y para las necesidades de suministro de los miembros consumidores. En nuestro país es adoptado mediante Ley 464 de 1998.

Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático (CMNUCC) 1992: Reconoce la función de los bosques para mitigar el cambio climático mundial, promueve los proyectos destinados a reducir las emisiones atmosféricas de los gases de invernadero a través de la emisión del carbono en las plantaciones forestales.

Convenio Sobre La Diversidad Biológica 1992: Tiene como objetivo: la conservación de la diversidad biológica; el uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica y el disfrute equitativo por todos de los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos. Reconoce que gran parte de la diversidad biológica mundial se encuentra en los bosques. Desde su aprobación, el CDB ha ampliado considerablemente su horizonte para incluir los bosques en su ámbito.

Convención De Las Naciones Unidas De Lucha Contra La Desertificación (CNULD) 1994: Presentan a los países los avances existentes en la rehabilitación de las zonas desérticas, sobre todo en aspectos como la concientización pública, la adopción de políticas, mecanismos de apoyo para atraer inversiones para la silvicultura y la promoción de la cooperación internacional en esta esfera.

Foro De Las Naciones Unidas Sobre Los Bosques (FNUB) y La Asociación De Colaboración En Materia De Bosques (ACB): Forman la estructura internacional actual respecto a los bosques. Sus tareas consisten en reforzar el compromiso político a largo plazo para la ordenación y la explotación sostenibles de los bosques de manera congruente y complementaria con los instrumentos actuales jurídicamente vinculantes que tengan relación con los bosques.

5.3.2 Legislación Colombiana De Bosques y Ordenamiento Ambiental.

CUADRO 02. Legislación Colombiana De Bosques y Ordenamiento Ambiental.

Norma	Tema
Ley 99 de 1993:	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente.
Ley 128 de 1994:	Ley orgánica de las áreas metropolitanas.
Ley 136 de 1994:	Dicta las normas tendientes a modernizar la organización y el funcionamiento de los municipios.
Ley 299 de 1996:	Protege la flora colombiana, se reglamentan los jardines botánicos y se dictan otras disposiciones.
Ley 461 de 1998:	Convención de la Naciones Unidas de lucha contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular África, hecha en París el diecisiete (17) de junio de mil novecientos noventa y cuatro (1994).
Ley 464 de 1998:	Convenio Internacional de las Maderas Tropicales, hecho en Ginebra el veintiséis (26) de enero de mil novecientos noventa y cuatro (1994).
Ley 507 de 1999:	Por la cual se modifica la Ley 388 de 1997. POT's.
Decreto 2811 de 1974:	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables.
Decreto 877 de 1976:	Por el cual se señalan prioridades referentes a los diversos usos del recurso forestal, a su aprovechamiento y al otorgamiento de permisos y concesiones y se dictan otras disposiciones.

Continuación CUADRO 01. Legislación Colombiana De Bosques y Ordenamiento Ambiental

Norma	Tema
Decreto 1715 de 1978:	Reglamenta la protección del paisaje.
Decreto 1320 de 1998:	Reglamenta la consulta previa con las comunidades indígenas y negras para la explotación de los recursos naturales dentro de su territorio.
Decreto 919 de 1989:	Organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y se dicten otras disposiciones.
Decreto 1753 de 1994:	Por el cual se reglamentan parcialmente los Títulos VIII y XII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
Decreto 1791 de 1996:	Establece el régimen de aprovechamiento forestal.
Decreto 1401 de 1997:	Designa la Autoridad Administrativa de Colombia ante la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres - CITES-, y se determinan sus funciones.
Decreto 900 de 1997:	Reglamenta el Certificado de Incentivo Forestal para Conservación.
Decreto 2340 de 1997:	Dictan las medidas para la organización en materia de prevención y mitigación de incendios forestales y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1504 de 1998:	Reglamenta el manejo del espacio público en los planes de ordenamiento territorial.
Decreto 1504 de 1998:	Por el cual se reglamenta el manejo del espacio público en los planes de ordenamiento territorial.

5.4 MARCO DEMOGRÁFICO

5.4.1 Aspectos de La Colonización de Arauca

Arauca territorio de la Orinoquía, se localiza en la región nororiental de Colombia, limita al noreste con el Departamento de Norte de Santander y Boyacá, al sur con los departamentos de Casanare y Vichada y al norte y este con la Republica Bolivariana de Venezuela.

El crecimiento y surgimiento de Arauca, capital fue un proceso de años, es así como de ser Arauca en el siglo XIX una simple provincia de Casanare, pasa a ser

en el siglo XX una comisaría. En 1910 ya era y tenía alrededor de unas 600 viviendas habitadas principalmente por turcos, franceses e italianos, oscilando en 3500 habitantes.⁷⁸

Arauca capital fue fundada el 4 de diciembre en 1880 por el presbítero español Juan Isidro Daboin. Sus primeros habitantes se ubicaron en la margen derecha del caño Córdoba, donde se asentaban los indios Guahibos; fueron estos junto con los colonos blancos quienes poblaron la villa de Santa Bárbara de Arauca, nombre dado por el actual gobernador de la época de Casanare (1780) quien era el encargado de conceder el permiso para la fundación y posteriormente colonización de Arauca capital.⁷⁹

Los colonos llegaron a poblar estas tierras en el siglo XVIII, cruzaban el río Arauca en busca de tierras aptas para la ganadería y la agricultura. Pasaron la Madre-vieja contigua a la ribera del río, ubicándose en la sabana los indios Guahibos, en donde años más tarde estas tierras serán el centro del Municipio de Arauca. Aunque el proceso de colonización trajo consigo el crecimiento acelerado del mestizaje en los siglos XVIII y XIX, pese a esto, quienes proporcionaban la mayor población continuaban siendo los indígenas.⁸⁰

La principal población de los llanos, fue Santa Bárbara de Arauca, en donde fue descrita por un ingeniero cronista de la siguiente manera: “atravesada por el medio de la ciudad un brazo del río llamado caño de Arauca (hoy Caño Córdoba), de unos 3 kilómetros de largo, por donde entre en invierno los bongos (barcas), que vienen de ciudad bolívar por el oriente y de Araucita por el occidente. Sobre este caño se ha construido un bonito puente de madera de 35 metros de longitud, por 4 de ancho y cubierto por hojas de zinc; costo \$10.000”.⁸¹

De acuerdo con los informes del comisario en 1918, Arauca la describía como un centro comercial con un puerto fluvial, en donde la mayoría de sus viviendas tenían techo de palma y algunas de zinc; las calles se inundaban y por consiguiente se contraían camellones que encausaban las aguas hacia el río.⁸²

La colonización de los llanos de Arauca, la hicieron las misiones religiosas, principalmente los misioneros de la compañía de Jesús. Las misiones jesuitas de

⁷⁸ SEPULVEDA E. Carlos Humberto, Ensayos De Historia Araucana, Vol. 2 Pág. 14.

⁷⁹ Op. Cit. SEPULVEDA Pág. 18

⁸⁰ Op. Cit. SEPULVEDA Pág. 111

⁸¹ Op. Cit. SEPULVEDA Pág. 14

⁸² Op. Cit. SEPULVEDA Pág. 16

Casanare, fueron las más sobresalientes, ya que éstas dieron dinámica en la sociedad llanera por su éxito económico alcanzado. A finales del siglo XVIII, se emprende una migración de llaneros venezolanos, que se prolonga a lo largo del siglo XIX. Juan Francisco Lara funda el primer hatu llamado concepción, que hoy en día se conoce como La Maporita.⁸³

Las migraciones de finales del siglo pasado y comienzos del actual, produjeron consecuencias para el desarrollo del Departamento de Arauca, una de ellas es el condicionamiento económico, cultural y geográfico al vecino país. Como vemos las migraciones han sido un factor importante en el desenvolvimiento de los llanos orientales y de la antigua comisaría especial de Arauca.⁸⁴

⁸³ Op. Cit. SEPULVEDA, Pág. 116

⁸⁴ Op. Cit. SEPULVEDA, Pág. 120

6 GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO.

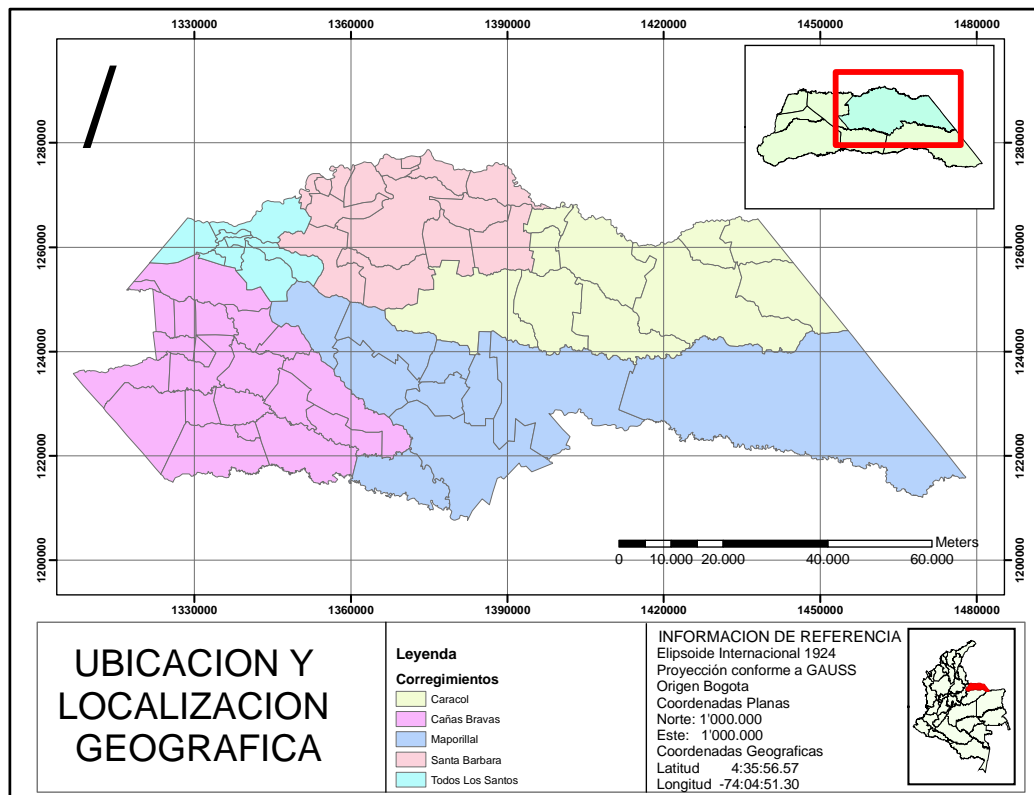
6.1 UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.

El Municipio de Arauca se encuentra ubicado al nororiente del Departamento de su mismo nombre, en la región de la Orinoquía Colombiana, localizado entre los 6°30' y 7°07' de latitud norte y los 69°03' y 71°12' de longitud oeste.

6.2 EXTENSIONES Y LÍMITES.

La superficie es de 6.899.41 Km² y limita al norte con el río Arauca que lo separa de la República Bolivariana de Venezuela, por el sur con los municipios de Cravo Norte y Puerto Rondón, al este con la República Bolivariana de Venezuela y al oeste con el municipio de Arauquita.

FIGURA 01. Mapa Ubicación y Localización Geográfica.



6.3 DIVISIÓN TERRITORIAL Y ADMINISTRATIVA.

El territorio del municipio de Arauca presenta un área de 102 Km² (0.1 %) donde se desarrolla la actividad urbana, el resto del territorio es considerado suelo rural dividido administrativamente en 5 corregimientos y 56 veredas según acuerdo municipal 05 de 1994.

La zona rural del municipio de Arauca tiende a ampliarse puesto presenta áreas no definidas territorialmente y en conflicto con los municipios de Arauquita, Puerto Rondón y Cravo Norte, con una extensión de 130.879 ha

CUADRO 03: Corregimientos Y Veredas Del Municipio De Arauca

CORREGIMIENTO	VEREDAS		
CARACOL	El Peligro Punto Fijo Barranca Amarilla	Caracol El Vapor Bogotá	Feliciano Cabuyare La Panchera
MAPORILLAL	Merecure La Bendición Matal de Flor Amarillo Ele Perocero	San Pablo Maporillal San Ramón Las Monas	El Socorro Cinaruco Merecure
CAÑAS BRAVAS	Caño Azul Cañas Bravas Caño Seco Caño Colorado El Vigía Los Laureles A y B Agualinda	La Conquista Manantiales San José del Lipa Selvas del Lipa Caño Salas Brisas del Salto Maporal	La Pastora La Comunidad Nuevo Mundo Primores El Futuro Salto del Lipa
TODOS LOS SANTOS	Corocito Todos los Santos Altamira	Nubes A Nubes B Sinaí	El Final Corralito Caño Limón
SANTA BÁRBARA	Barrancones Chaparrito La Becerra El Rosario Mata de Gallina	La Saya El Torno La Payara Bocas del Arauca	Clarinetero Monserrate Los Arrecifes Mate Piña

Fuente: PBOT. De Arauca 2.000

6.4 FISIOGRAFIA.

El relieve del municipio de Arauca esta constituido por la unidad morfológica de llanura aluvial. El modelado es de terrazas y llanuras aluviales de desborde, cubierta por vegetación de sabana inundable y por bosque de galería en las vegas de los ríos y caños⁸⁵.

6.5 RELIEVE Y CLIMA.

El municipio de Arauca, presenta una altitud de 125 m sobre el nivel del mar, con un clima tropical lluvioso, de regimenes de lluvias monomodal, con dos periodos bien definidos uno de lluvias entre los meses de Abril hasta Noviembre y otro de sequía entre los meses de Diciembre a Marzo. La temperatura media anual oscila entre los 24.5 °C y 27 °C. La humedad relativa presenta pequeñas fluctuaciones durante el año dependiendo del período si es (seco o de lluvias); los promedios anuales varían entre el 77% y el 85%. En el territorio se da la influencia de los vientos alisios del noroeste del sur - este, provenientes de las zonas de altas presiones subtropicales del norte y sur respectivamente, los cuales se dirigen a la zona de baja presión ecuatorial⁸⁶.

6.6 GEOFORMA Y COBERTURA.

En la región de sabanas, disminuyen las pendientes y los caudales vuelven a converger, perdiendo su forma trenzada y convirtiéndose en meandros, formando caños que se distribuyen en un patrón característico de bajos y diques naturales. Los diques forman fajas convexas, alargadas y estrechas que a lo largo de los ríos y caños, se denominan bancos, banquetas y esteros⁸⁷.

6.7 SUELOS.

El municipio posee en forma general suelos asociados al paisaje: Entre éstos los de Llanura aluvial, conteniendo suelos de vegas no anegadizos, de diques, de bajos, de vegas inundables; y de Llanura eólica, que comprende los suelos de escarceos y de médanos. Los suelos de la sabana están compuestos por texturas muy finas, presentan limitantes para uso agrícola debido a la baja capacidad de

⁸⁵ Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC. Estudio general de suelos.

⁸⁶ Op cit IGAC a

⁸⁷ Op cit IGAC a

infiltración del agua, susceptibilidad a la erosión, encostramiento superficial y compactación por el tradicional pisoteo del ganado, complementado con las quemas⁸⁸.

6.8 RECURSO HÍDRICO.

El agua del Municipio de Arauca proviene de la precipitación y de las corrientes que drenan de occidente a oriente. Es un recurso abundante en invierno y reducido en verano. En época de lluvias corre superficialmente y en la época seca el agua queda atrapada en las cajas impermeables. El nivel freático esta calculado a 42 cm. Drenan el territorio del Municipio la cuenca del río Arauca, la del Capanaparo, del Cinaruco y de los ríos Lipa y Ele⁸⁹.

⁸⁸ Op cit IGAC a

⁸⁹ Op cit IGAC a

7 ASPECTOS METODOLÓGICOS.

7.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA.

La vulnerabilidad ambiental de los bosques se evalúa por medio de la combinación de los factores que contribuyen al deterioro forestal, integrándolos dentro de un sistema de información geográfica en formato raster. El análisis utilizado para la determinación del grado del riesgo a la deforestación, se basa en la evaluación multicriterio (EMC), implementando el método de jerarquía analítica (MJA) para establecer la importancia de cada factor en relación al proceso de deforestación en la región.

Para facilitar la comprensión de la evaluación se dividió el trabajo en tres etapas, la primera se destina a la preparación de la información requerida, en la segunda etapa el centro decisor crea una matriz de comparación por pares, para establecer los juicios de valor de cada factor y por último, se integra toda la información dentro del SIG generando el modelamiento espacial del riesgo a la deforestación.

7.2 ETAPA I. PREPARACIÓN DE LA INFORMACIÓN ESPACIAL.

La primera etapa consta de la preparación de la información, para lo cual es necesario en primera instancia la recopilación de material cartográfico, censos e imágenes de satélite y posteriormente su ajuste en categorías temáticas bajo el formato raster.

7.2.1 *Digitalización De Planos.*

A partir de las planchas cartográficas suministradas por el DAPMA, se digitalizaron los planos de vías, hídrico, equipamientos, división política veredal y aptitud del suelo rural, a escala 1:250.000

7.2.2 *Geocodificación*

Este proceso se lleva a cabo mediante la asignación de datos obtenidos del censo de población de habitantes realizado por la oficina del SISBEN Arauca en el año

2003 y el censo bovino del ciclo de vacunación, primer semestre de 2004 suministrado por el Fondo de Ganaderos del Municipio de Arauca, sobre la división político administrativa a nivel veredal.

7.2.3 *Procesamiento de Imágenes Satelitales*

El procesamiento de las imágenes satelitales, esta dirigido a generar diversa información de gran utilidad durante el desarrollo de la evaluación. Inicialmente se construye un mosaico de composición RGB 3, 2, 1, que cubre todo el municipio de Arauca con la finalidad de asistir como apoyo la digitalización de las planchas cartográficas.

El objetivo principal del uso de las imágenes, es la de generar, un escenario de cobertura vegetal acorde a la clasificación para cubiertas terrestres de Colombia, para los años de 1985 y 2002. Las imágenes utilizadas son Landsat TM y ETM adquiridas como recursos de libre acceso en Internet de la página Web de la NASA⁹⁰

CUADRO 04. Características de las imágenes utilizadas

Características	1985	2002
Tipo de imagen	TM	+ETM
Satélite	LANDSAT 5	LANDSAT 7
Resolución espacial	28.5 METROS	28.5 METROS
Resolución espectral	Espectro visible 30 m Infrarrojo 30 m Térmico 60 m	Espectro visible 30 m Infrarrojo 30 m Térmico 60 m Pancromático 15 m

7.3 ETAPA II. VALORACIÓN DE LOS FACTORES QUE CONTRIBUYEN A LA DEFORESTACIÓN EN LA REGIÓN.

La segunda etapa consiste en valorar la importancia de cada factor que contribuye a la deforestación. En primera instancia se identifican las causas relacionadas con el deterioro forestal del municipio, se parte de una lista de chequeo que contemplan las principales causas de deforestación, recopiladas en este trabajo.

Identificadas las causas de mayor relevancia para la región, se procede a establecer los datos espaciales a evaluar, los criterios de evaluación se toman de los indicadores de la línea base de información ambiental para Colombia⁹¹

⁹⁰ www.nasa.com

⁹¹ Sistema de información ambiental de Colombia. SIAC. Tomo II. 2002

Bajo la necesidad de establecer la importancia relativa entre los factores a evaluar, se utiliza el método de jerarquía analítica propuesto por saaty,⁹² para la asignación de juicios de valor de cada factor. Este método establece jerarquías y pesos para los factores que influyen en el deterioro forestal de la región, asignando a cada uno un valor relativo de ponderación frente a los demás, que expresa en términos cuantitativos la importancia de los distintos elementos a evaluar.⁹³ Se establece una matriz cuadrada que contienen los factores a ponderar, construyendo una matriz de comparación por pares de factores, que confronta la importancia de cada factor sobre los demás. Posteriormente se determina el eigenvector principal, el cual establece los pesos, y el eigenvalor, que proporciona una medida cuantitativa de la consistencia de los juicios de valor entre los pares de factores.⁹⁴

7.4 ETAPA III. EVALUACIÓN DEL MODELO DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL.

La vulnerabilidad ambiental de los bosques, entendida como, los riesgos potenciales a que está sometida la cobertura boscosa, a causa de las diferentes actividades antrópicas; integra los factores que contribuyen al deterioro forestal, obteniendo para cada lugar del territorio un valor que refleja el riesgo de deforestación.

Para estimar el modelo de vulnerabilidad ambiental se implemento un sistema de información geográfica, que contempla los factores que contribuyen al deterioro forestal como capas o layer's con sus respectivos datos espaciales, y su correspondiente valor de peso asignado. La técnica de evaluación es el método de jerarquía analítica.

⁹² SAATY. 1980. The analytical hierarchy process en BARREDO, Jose Ignacio. Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio. p 125.

⁹³ CEOTMA, 1991 en BARREDO, Jose Ignacio. Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio. p 126.

⁹⁴ SAATY. 1980. The analytical hierarchy process en BARREDO, Jose Ignacio. Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio. p 126.

8 DESARROLLO DE LA EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL.

8.1 PREPARACIÓN DE LA INFORMACIÓN ESPACIAL.

Como ya se menciona anteriormente, la evaluación se basa en análisis de factores que contribuyen a la deforestación por medio de herramientas técnicas como los sistemas de información geográfica (SIG) y el análisis multicriterio (EMC) para lo cual, es necesaria la preparación de la información a un formato raster permitiendo que sea fácil la integración de estas dos técnicas.

8.1.1 Red Vial.

Se realizó la digitalización del mapa de red vial del municipio de Arauca, el cual está a una escala 1:250000. Por medio de imágenes de satélite Landsat ETM+ con resolución espacial 15 metros, se actualizaron las vías de carácter veredal que no estaban contempladas en la plancha cartográfica vial.

Para analizar la presión de las vías sobre el medio natural, se generó una clasificación automática de 5 divisiones, según la distancia a las vías, por medio del método “*Natural Break.*” En razón que a medida que se aleja de la vía disminuye la presión que esta ejerce sobre el medio natural.

8.1.2 Demográfico. .

A partir de las coordenadas X y Y con sistema de proyección Observatorio Bogotá, se cargaron los puntos de las fincas para el municipio de Arauca, para un total de 957 fincas, aunque no se cuenta con los nombres para todas las fincas, el total de fincas se comparó con el total de fincas ofrecidas por el censo del SISBEN y el censo de vacunación bovina, los cuales arrojan 970 y 990 fincas respectivamente. Además se tomaron 20 fincas a las cuales se le corroboró sus coordenadas por medio de GPS obteniendo mediciones con un margen de error inferior a los 20 metros.

A partir de la distribución de las fincas se generó el mapa de presión demográfica, asumiendo que la presión se ejerce más por la cercanía entre las fincas que por el número de habitantes de la misma.

FIGURA 02. Mapa presión por red vial.

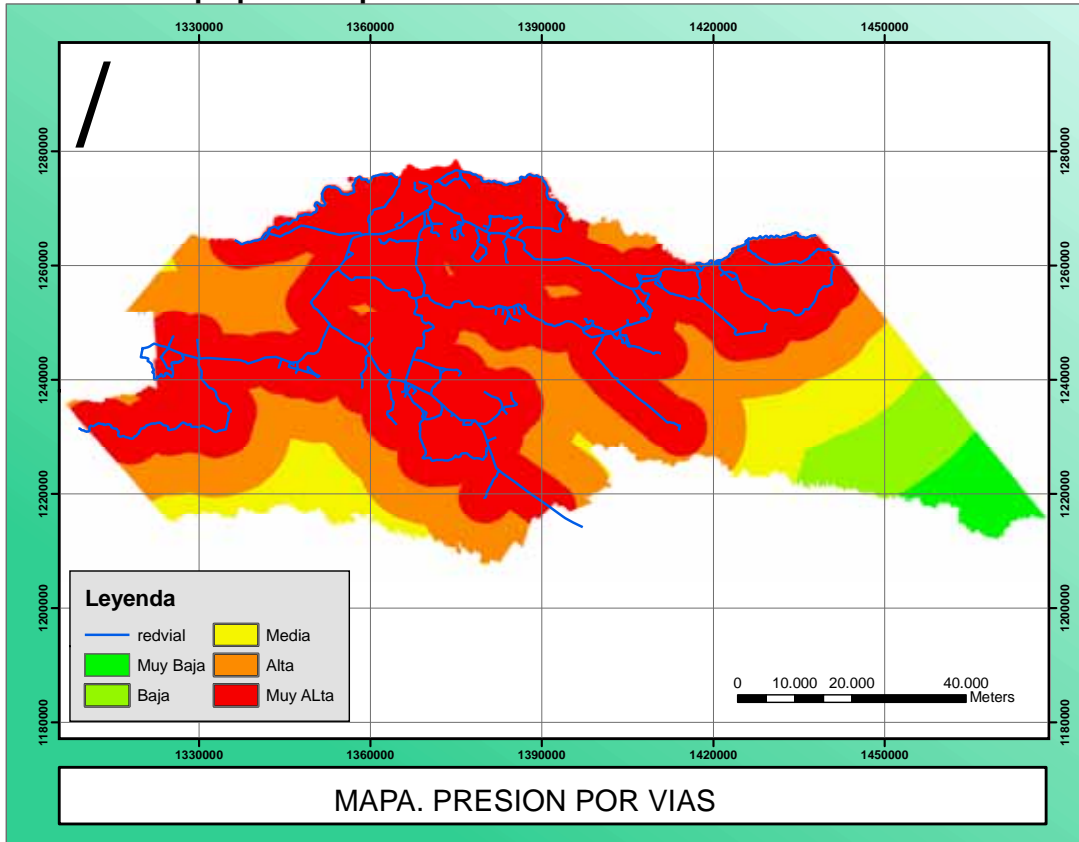
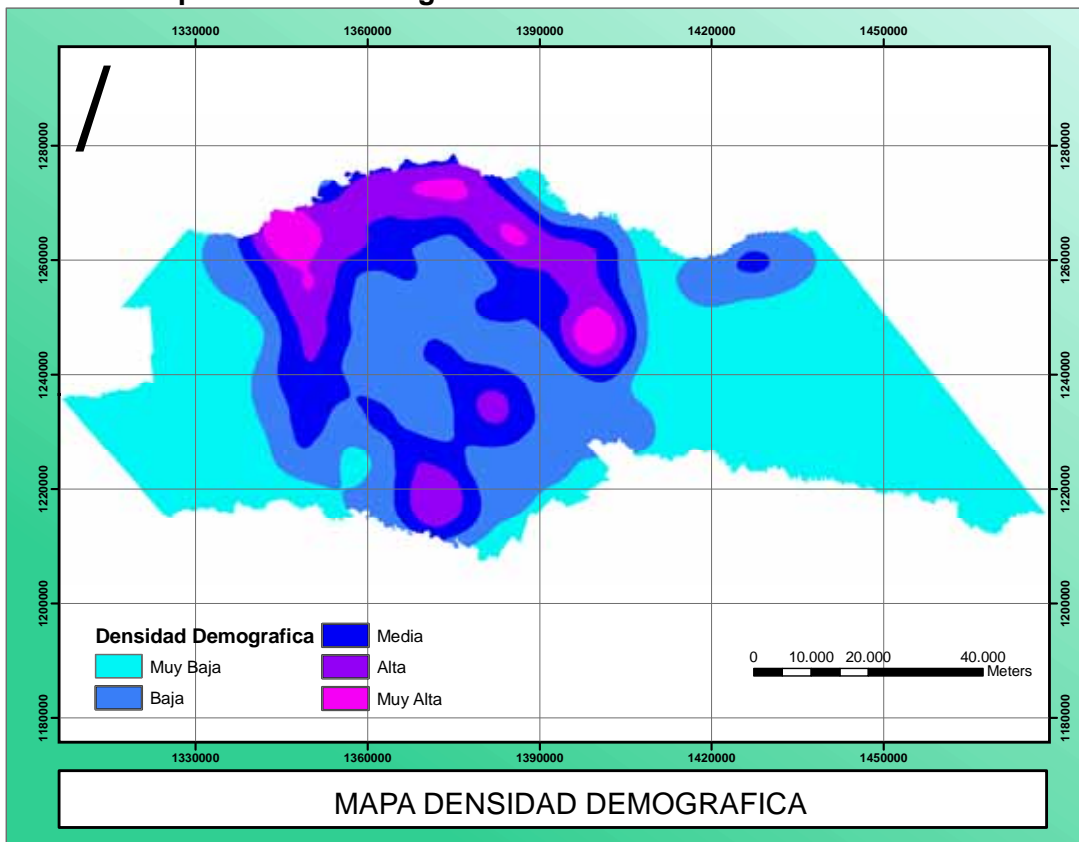


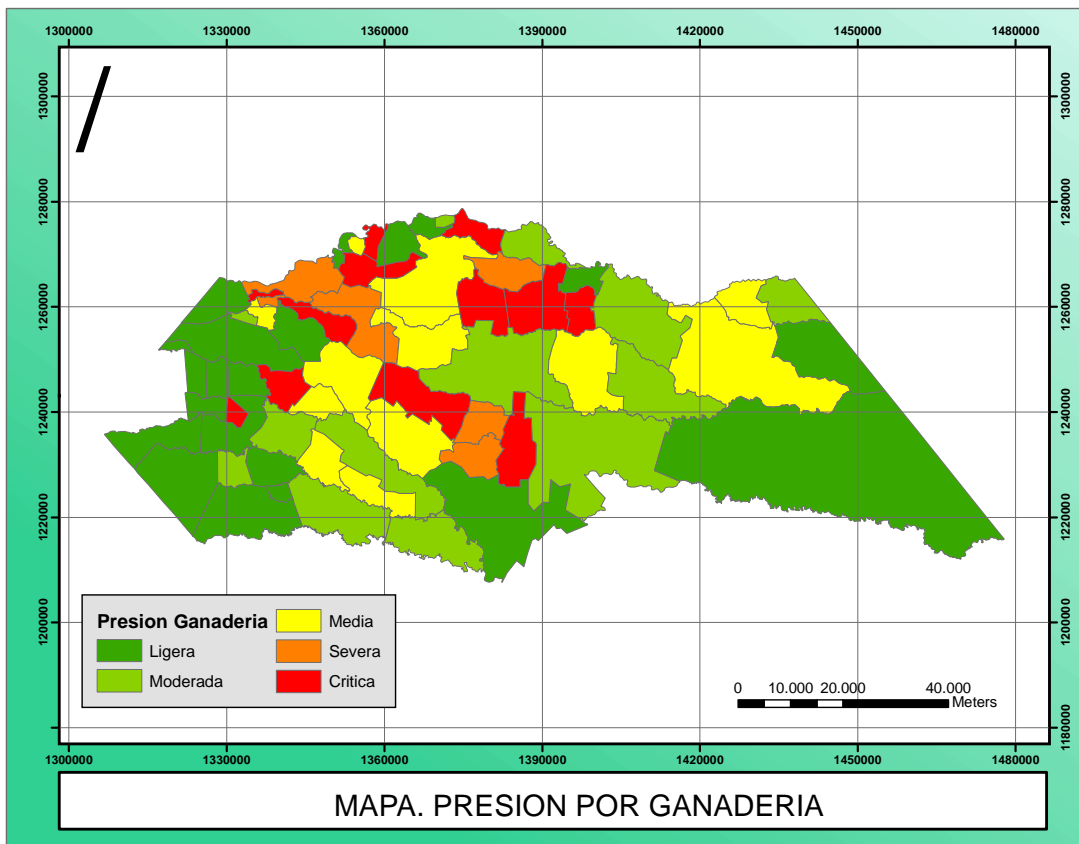
FIGURA 03. Mapa Presión Demográfica.



8.1.3 Ganadería Extensiva.

Este mapa se elaboró utilizando los datos registrados en el censo de bovinos suministrados por FEDEGAN. Para interpretar el estado de presión de la actividad ganadera sobre el recurso forestal, se utilizó el factor de área requerida por animal de 1.5 ha,⁹⁵ el cual se multiplica por la cantidad de bovinos, obteniendo el espacio requerido en cada vereda. Los datos son expresados en porcentajes dentro de 5 categorías que van desde una presión ligera, hasta una presión severa.

Figura 04. Mapa Presión Ganadería.



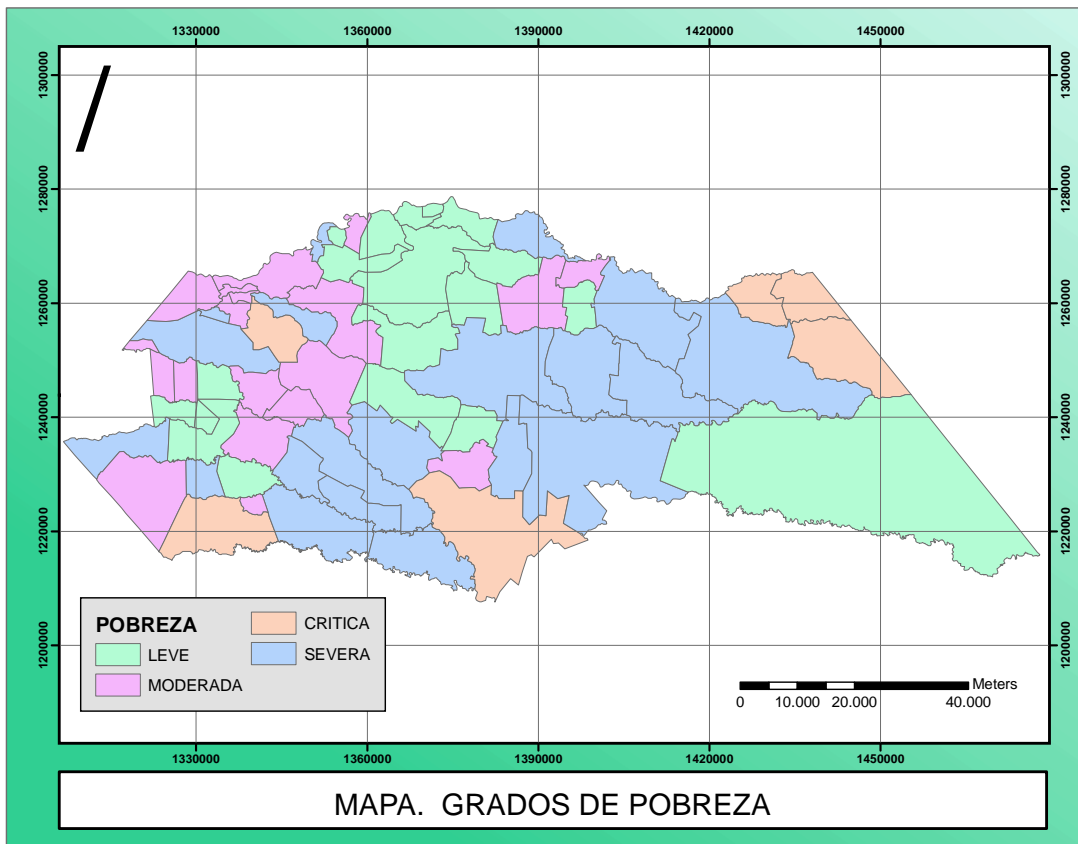
8.1.4 Estimación de Grados de Pobreza

El objetivo de este mapa es realizar una clasificación del grado de pobreza existente en el área rural, basado en la información suministrada por el SISBEN, a partir del índice de las necesidades básicas insatisfechas. La forma en que se establece el grado de pobreza para cada vereda, se determina teniendo en cuenta

⁹⁵ OFICINA FEDEGAN ARAUCA

el porcentaje de las fincas que pertenecen a la categoría 1 y 2, con respecto a las demás fincas clasificadas en las otras categorías.

FIGURA 05. Mapa Distribución Pobreza.



8.2 ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA TRANSFORMACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL

La teledetección presenta varias herramientas de gran utilidad para los estudios de recursos naturales, como lo es, el análisis de detección de cambios, que basa su funcionalidad sobre el análisis de secuencias multitemporales de imágenes de satélite para establecer transformaciones sobre la corteza terrestre⁹⁶.

Para un correcto análisis multitemporal es necesario ajustar las imágenes geométrica y radiométricamente, de manera que los cambios detectados sean atribuibles a verdaderas modificaciones del paisaje. Posteriormente se realiza una

⁹⁶ CHUVIECO, Emilio. Fundamentos de teledetección espacial. p 427.

clasificación no supervisada, para clases relevantes de cobertura del suelo, basado en criterios relacionados con las firmas espectrales de la imagen y con muestras tomadas a partir de visitas de campo.

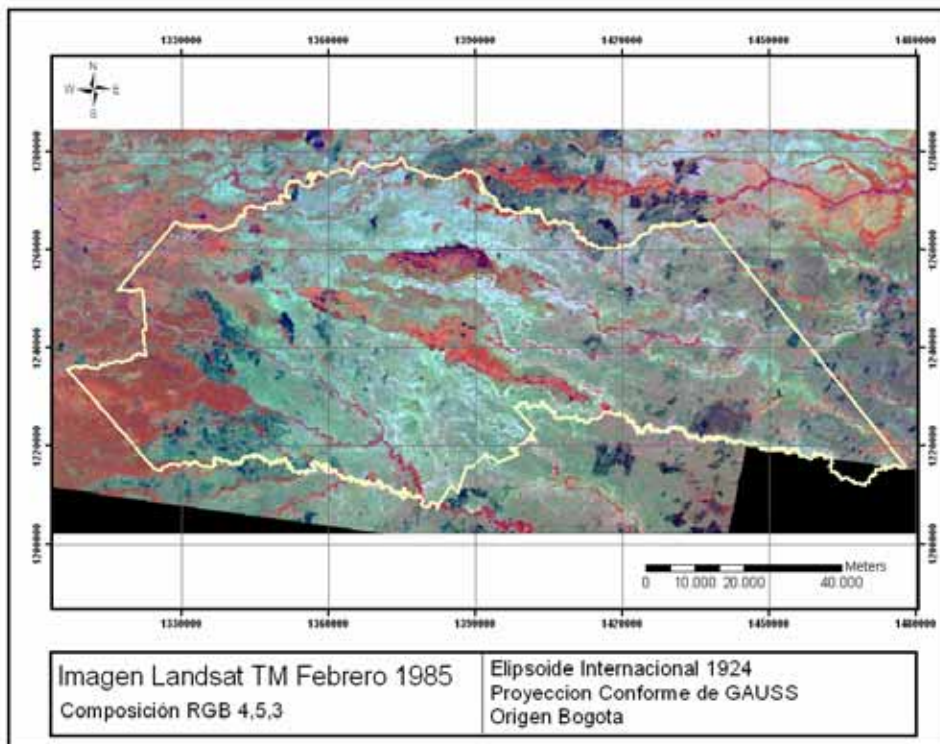
8.2.1 *Procesamiento digital.*

Ajuste de las imágenes.

La corrección geométrica conlleva el ajuste geométrico de las imágenes satelitales utilizadas, de tal forma que coincidan de manera precisa.⁹⁷ En primera instancia, se georeferenció la imagen más reciente (Enero del 2001), a partir de la plancha cartográfica vial, esto con el fin de facilitar la corroboración de los datos de puntos de control. La segunda imagen (Febrero de 1985), se georeferenció a partir de la primera, con el fin de realizar un ajuste geométrico lo mejor posible. En ambos casos la rectificación polinómica fue de segundo grado, con un error residual de 0.923, y 0.974 respectivamente.

Con el objeto de mejorar la calidad visual, de tal forma que sean más evidentes los rasgos de interés de la imagen,⁹⁸ se aplicaron realces espectrales, espaciales y radiométricos.

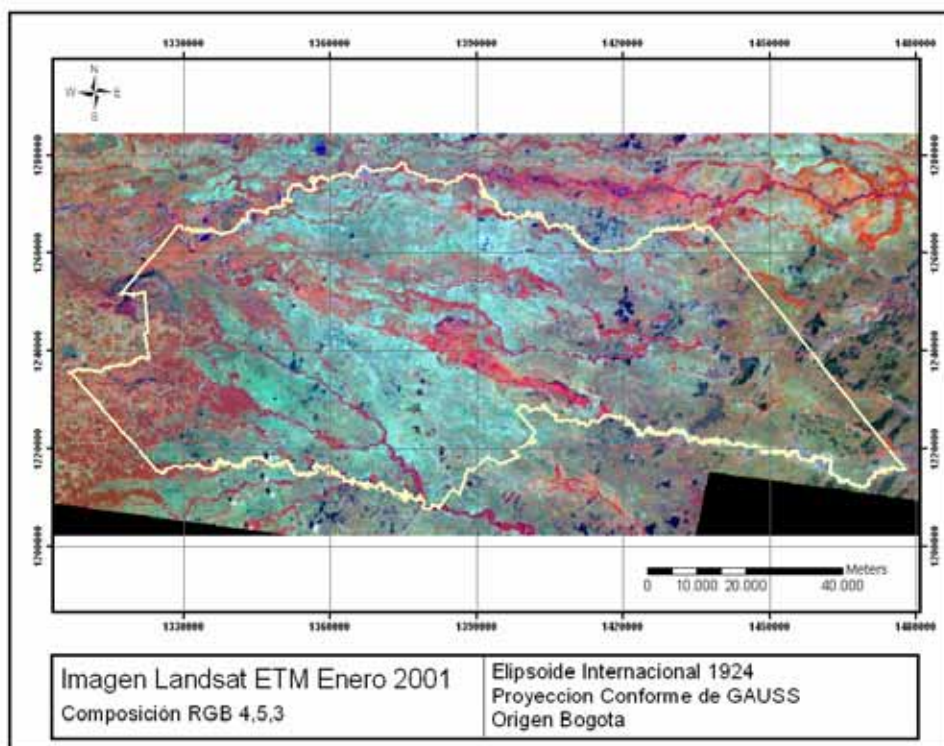
FIGURA 06. Imagen Landsat ETM Febrero de 2001



⁹⁷ AMBROSIO, Gregorio. Comparación de imágenes de satélite para la Detección de cambios temporales. p 2

⁹⁸ Op cit. CHUVIECO. p 278.

FIGURA 07. Imagen Landsat ETM Febrero de 2001



Clasificación de imágenes

El objeto de realizar el procesamiento de las imágenes es obtener un escenario de las coberturas vegetales para cada año analizado y establecer la dinámica de la transformación de la cobertura del suelo. La determinación de la leyenda utilizada, se construyó basada en la metodología de clasificación de cobertura vegetales y usos del suelo, realizada por el IDEAM⁹⁹ 1996, seleccionando las siguientes categorías: Bosque Basal del Orinoco, Bosque Fragmentado, Cobertura Vegetal no Boscosa, Sabana Intervenida (quemadas), suelo descubierto y cuerpos de agua.

Se utilizó el método de clasificación no supervisada, clasificando primero la imagen ETM+ del 2001, en razón a la cercanía temporal, que facilita la toma de muestras espectrales, y a su vez sirve de orientación para la clasificación de la imagen TM de 1985. La clasificación se realizó considerando 25 clases espectrales con el fin de lograr una mejor discriminación de las cubiertas. Posteriormente se identificó cada clase con parámetros tomados en campo y se recodificaron a las 6 categorías propuestas en la leyenda.

⁹⁹ IDEAM. Metodología de clasificación de unidades de cobertura vegetal. 1999

Los parámetros utilizados en la clasificación fueron:

Algoritmo: ISODATA,
 Number Class: 25
 Max Iterations: 99
 Convergence Threshold: 0.950
 Skip Factor: 1

Los resultados de la clasificación son los siguientes:

TABLA 01. Resultados de la clasificación de la cobertura vegetal 2001

Categoría	Imagen 1985		Imagen 2001		% de Cambio
	Área Km ²	%	Área Km ²	%	
Bosque Basal del Orinoco	753	10,83	608	8,75	-19,22
Bosque Fragmentado	701	10,07	879	12,64	25,46
Cobertura Vegetal no Boscosa	4684	67,35	5038	72,43	7,54
Sabana Intervenida	468	6.73	218	3.13	-53,43
Suelo Descubierta	253	3.63	147	2.12	-41.78
Cuerpos de Agua	62	0.90	64	0.93	3.71
Sin Dato*	34	0.48	0	0	0
TOTAL	6955	100	6955	100	

Se observa una fuerte transformación de la cobertura boscosa, (área de interés del presente estudio) caracterizada por la disminución en un 19 % del Bosque Basal de Orinoco y un aumento del 25% correspondiente al Bosque Fragmentado. Se debe aclarar, que el aumento de Bosques Fragmentados, esta relacionado con la intervención al Bosque Basal y poco tiene que ver con el surgimiento de nuevas áreas forestales.

La cobertura vegetal no boscosa se muestra estable presentando un leve incremento alrededor de 7.54 %. En cuanto a las coberturas de sabana intervenida y suelo descubierta registran una notable reducción del 53.43 y 41.78 % correspondientemente.

FIGURA 08. Mapa Clasificación Cobertura Vegetal 1985.

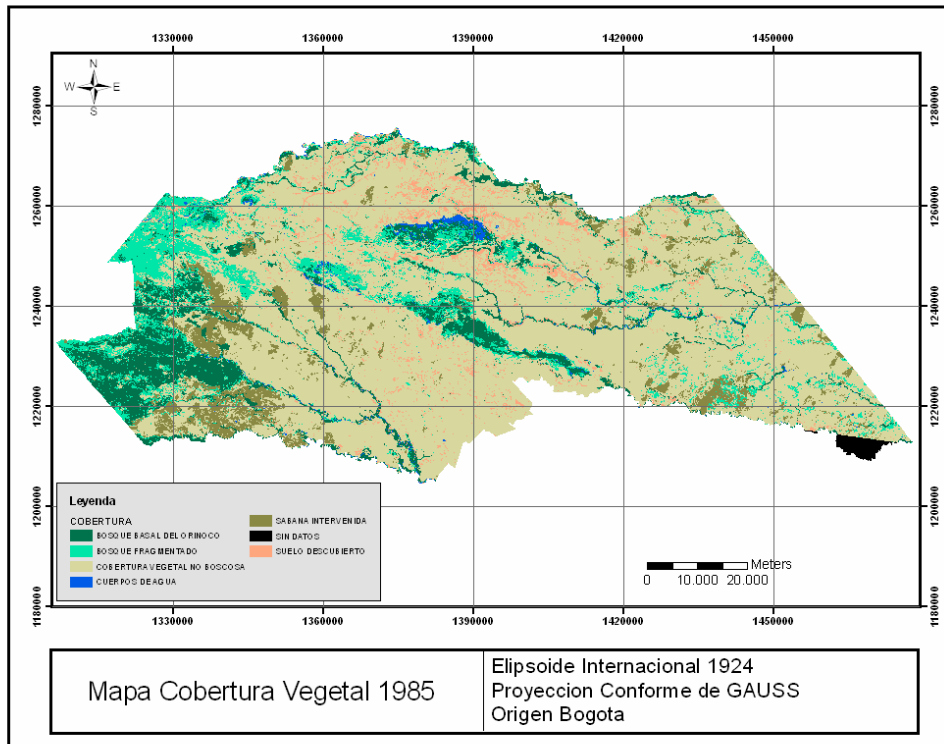
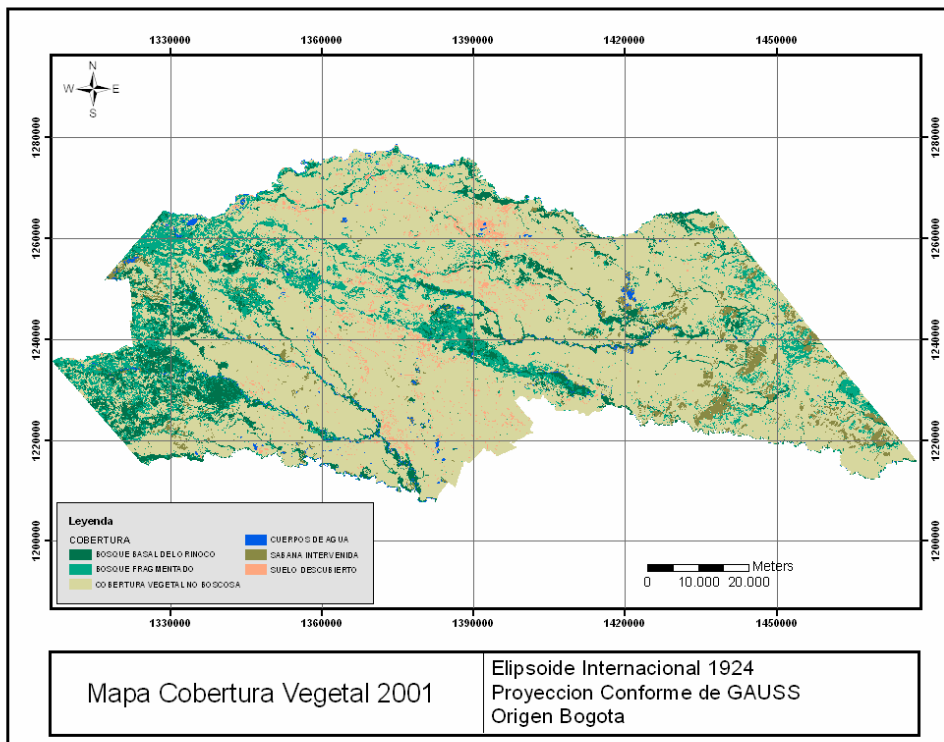


FIGURA 09. Mapa Clasificación Cobertura Vegetal 2001.



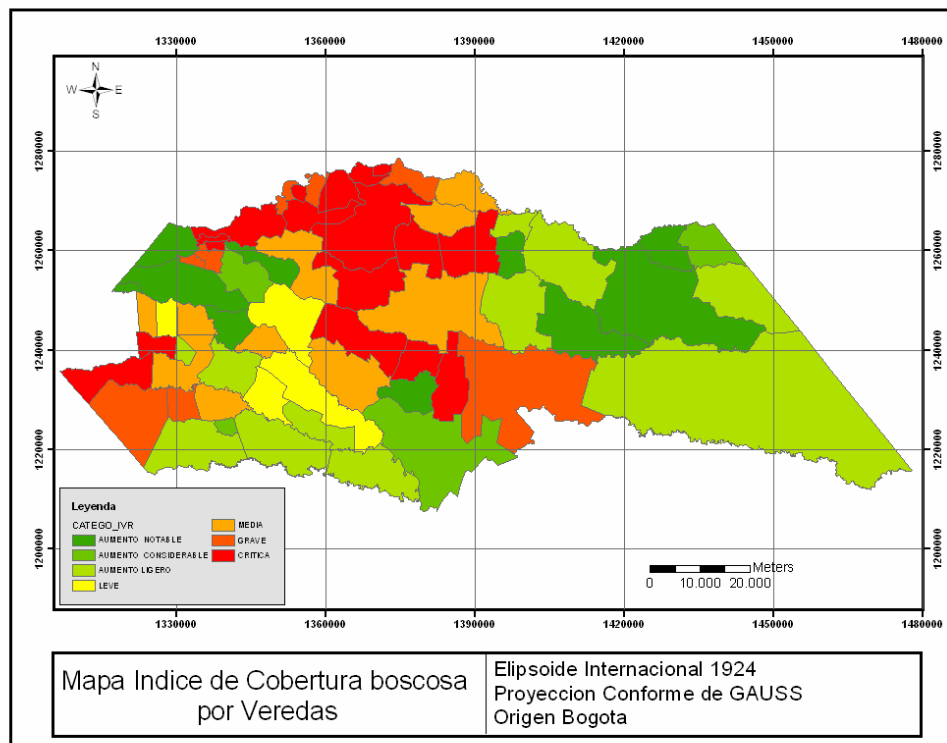
El análisis de la transformación también se realizó a nivel veredal, por medio de la superposición de mapas se estableció la cobertura vegetal para cada vereda, y se evaluó el grado de deforestación por medio del índice de cobertura boscosa remanente, agrupadas en 5 categorías.

TABLA 02. Grado Intervención Cobertura Vegetal.

GRADO DE INTERVENCIÓN	VEREDAS	IBR (%)
AUMENTO NOTABLE	10	> 150
AUMENTO CONSIDERABLE	4	125 - 150
AUMENTO LIGERO	11	100 - 125
LEVE	4	90 - 100
MEDIA	10	70 - 90
GRAVE	8	50 - 70
CRITICA	17	< 50
Total	64	

Se observa, que el grado de intervención crítica, se presenta en 17 de las 64 veredas, mostrando un bosque remanente inferior al 50% con respecto a la cobertura de 1985. 24 veredas se encuentran entre los grados de intervención, de leve a grave, lo que significa, que 25 veredas no han sufrido pérdidas en su cobertura boscosa, y por el contrario, presentan un significativo aumento de sus bosques. Es conveniente aclarar, que el balance de deforestación/aumento, arroja un saldo negativo, a pesar del surgimiento de nuevas áreas con bosques.

FIGURA 10. Mapa Índice de Cobertura Boscosa por Veredas.



9 VALORACIÓN DE LOS FACTORES QUE CONTRIBUYEN A LA DEFORESTACIÓN EN LA REGIÓN.

El propósito de esta etapa, consiste en definir y analizar, desde la problemática Araucana, las variables o factores que contribuyen a la deforestación dentro de esta región. Aunque ya existía una selección previa de factores, que se determinaron durante la revisión de literatura, se presentó una lista de chequeo, para corroborar su pertinencia o la inclusión de más factores.

Con el fin de facilitar la presentación de los factores, se adoptó la clasificación propuesta por la Red de Asesores de Asuntos Forestales RAFA, donde se contemplan en tres categorías; causas directas, causas indirectas y condiciones facilitadoras.

CUADRO 05. Categorías y Factores de Presión

CATEGORIAS	FACTORES
Condiciones Facilitadoras	<ul style="list-style-type: none"> • Presión demográfica. • Grado de pobreza.
Causas Indirectas	<ul style="list-style-type: none"> • Políticas de desarrollo. • Acceso a la tierra y tenencia de la tierra. • Subvaloración de los bosques naturales. • Factores sociales. • Presiones de mercados. • Antecedentes de deforestación.
Causas Directas	<ul style="list-style-type: none"> • Cría de Ganado y Pastoreo. • Agricultura de roza y quema. • Explotación petrolera y minera. • Desarrollo de la infraestructura.

Con la ayuda de un grupo de profesionales con gran experiencia en el manejo de los recursos naturales de la región, se identificaron los factores que tienen mayor pertinencia en el municipio, seleccionándolos de acuerdo a su extensión e impacto sobre el medio natural.

A continuación se presenta el análisis de los factores seleccionados, describiendo su importancia para la región. La selección se basó teniendo en cuenta los aspectos cuantitativos (obtenidos del análisis de la detección de cambios) y los

cualitativos (noción de la problemática), manifestados por el grupo decidor, empleando una matriz de prioridades para la asignación de los juicios de valor.¹⁰⁰

9.1 CONDICIONES FACILITADORAS

Son una serie de circunstancias que combinadas aumentan el riesgo de deforestación. La presión demográfica conlleva al aumento de la demanda de los recursos naturales, lo que podría entenderse como una proporción directa entre aumento de la población y la disminución de los recursos forestales;¹⁰¹ sin embargo, últimas investigaciones revelan que en lugares con alta presión demográfica han logrado conservar mejor sus recursos que otros con menor presión, a lo que han concluido que la densidad poblacional combinada con otros factores como la pobreza agudizan el riesgo de deforestación.¹⁰²

9.1.1 Presión Demográfica:

El Municipio de Arauca, durante los últimos años ha sufrido un acelerado crecimiento en la población, además, la distribución de la población rural, que se han instalado cerca a las áreas donde pueden suplir la demanda de sus necesidades, ha repercutido en la conformación de conglomeraciones de fincas, ejerciendo mayor presión sobre los recursos presentes a su alrededor.¹⁰³

9.1.2 Grado de Pobreza:

Las condiciones de vida de los habitantes rurales del municipio, evidencian altos niveles de pobreza,¹⁰⁴ que se caracteriza principalmente por la ausencia del servicio de energía eléctrica, el uso de la leña como combustible para cocción de alimentos, el analfabetismo y las condiciones precarias de viviendas.

9.2 CAUSAS INDIRECTAS:

Las causas indirectas hacen referencia a la ausencia de políticas de desarrollo y a características propias de la región. En este orden de ideas, los bosques que han

¹⁰⁰ Op cit BARREDO p 54.

¹⁰¹ Ibid. FAO SOFO 1999.

¹⁰² Ibid. Red de Asesores de Asuntos Forestales.

¹⁰³ Secretaria de Agricultura Municipal.

¹⁰⁴ Oficina del SISBEN Municipio de Arauca

venido sufriendo un proceso de deterioro, evidencia una débil voluntad política dirigida a su protección, generando mayor riesgo para el bosque remanente.

9.2.1 *Bosque Remanente*

Para el municipio de Arauca en el área rural, se han identificado áreas de cobertura vegetal boscosa, con un notable grado de transformación, como también áreas estables o menos susceptibles.

9.2.2 *Quemas*

Los habitantes del área rural del Municipio, practican una tradicional quema anual de sabanas. Aunque esta actividad tiene como propósito la renovación de los pastos, ocasiona un impacto indirecto sobre la cobertura boscosa más cercana a las áreas donde más se realizan las quemas.

9.3 CAUSAS DIRECTAS

Estas son las más evidentes, ya que ejercen un impacto directo sobre la cobertura vegetal.

9.3.1 *Cría de Ganado y Pastoreo*

La ganadería es una de las principales actividades económicas del municipio, con presencia en toda el área rural; éste es tal vez el factor de mayor importancia, puesto que existen zonas donde la cantidad de ganado sobrepasa la capacidad de respuesta del medio natural, y se hace evidente la necesidad de la potrerización.

9.3.2 *Obras Lineales*

La ausencia de criterios ecológicos en el diseño y construcción de la infraestructura vial dentro del Municipio, ha tenido consecuencias destructivas, tanto por la afectación directa de la ocupación del espacio, como por los procesos socioeconómicos y demográficos de los usos que desencadena.

9.3.3 Actividad Petrolera

Aunque en la región, el área donde se encuentra ubicado el complejo petrolero Caño Limón, se considera que se ha mantenido estable durante la permanencia de esta actividad; las áreas aledañas sí han sufrido un marcado deterioro, por lo cual se considera conveniente incluir este factor desde la perspectiva en que las zonas colindantes poseen cierto riesgo a la deforestación.

9.4 ASIGNACIÓN DE LOS JUICIOS.

Una vez seleccionados los factores, se procedió a establecer su grado de importancia, empleando el método de jerarquía analítica. En primer lugar se evaluó la importancia entre las tres categorías, y posteriormente los factores de cada una.

9.4.1 Asignación De Juicios De Valor a Las Categorías.

TABLA 04. Matriz de importancia entre las categorías para grupos de factores que contribuyen a la deforestación.

Categorías	C. F	C. D	C. I	w_j
C.F	1			0.24
C.D	3	1		0.59
C.I	1/2	1/3	1	0.16
c.r. = 0.051				

Al confrontar la importancia de cada criterio frente a los demás, se obtuvo que las causas directas (CD) tiene mayor importancia, con un peso de 0.59, seguida de la condiciones facilitadoras (C.F.) con 0.24 y por ultimo la causas indirectas (C.I.) con 0.16. El *consistency ratio* (CR) de 0.051, nos indica que la asignación de los juicios de valor es consistente.

Es de esperarse que las causas directas tuviesen un mayor peso, puesto que este criterio encierra los factores que ejercen mayor presión sobre los bosques. Entre los otros dos criterios, la relación importancia no es tan marcada, inclinándose levemente por las condiciones facilitadoras, ya que contiene factores relacionados con la demanda de los recursos naturales.

9.4.2 Asignación De Juicios De Valor A Los Factores Para El Criterio Condiciones Facilitadoras.

Tabla 05. Matriz para establecer el peso de importancia a los factores del criterio de condiciones facilitadoras

Factores	P.D	G.P	Wj
P.D	1		0.666
G.P	1/2	1	0.333
c.r. 000			

Se obtuvo un peso de 0.66 para el factor de presión demográfica (P.D), la asignación de su juicio de valor se baso en que la (PD) siempre implicara un consumo de recurso, y el grado de pobreza (G.P) favorece la intensidad del consumo.

9.4.3 Asignación De Juicios De Valor A Los Factores Para El Criterio Causas Directas.

Tabla 06. Matriz para establecer el peso de importancia a los factores del criterio de Causas directas.

Factores	G.E	O.L	A.P	w _j
G.E	1			0.648
O.L	1/3	1		0.229
A.P	1/5	1/2	1	0.122
c.r. = 0.0035				

La ganadería extensiva como actividad económica principal en la región, registró la valoración de mayor importancia con un peso de 0.648, esto es razonable en la medida que además de practicarse en todo el municipio, existe una cultura del nativo araucano a expandir sus potreros.

Las obras lineales (O.L) se ubican en un segundo renglón de importancia con un peso de 0.229. Esto obedece, al efecto directo que ejercen las vías trazadas cerca de ecosistemas frágiles, por ejemplo: la construcción de vías paralelas a los bosques de galería, la fragmentación de la cobertura boscosa especialmente la selva del Lipa, y el poblamiento alrededor de las mismas.

La actividad petrolera (A.P.) presenta el menor grado de importancia con un peso de 0.122 fundamentado que en el área del complejo petrolero existe un alto grado de conservación, sin embargo a su alrededor se presentan notables transformaciones de la cobertura vegetal.

9.4.4 Asignación De Juicios De Valor A Los Factores Para El Criterio Causas Indirecta.

Tabla 07. Matriz para establecer el peso de importancia a los factores del criterio de Causas indirectas.

Factores	C.E	B.R	Wj
C.E	1		0.250
B.R	3	1	0.750
			c.r. 000

El bosque remanente (B.R) reporta mayor importancia con un peso de 0.750. Esta valoración se debe a que la cobertura de bosque basal en el municipio es muy pequeñas (inferior al 3 %) y cualquier disminución por pequeña sea es supremamente trascendental comprometiendo la permanencia del recurso.

La quemadas, a pesar de jugar un papel importante para la sensibilización local, sobre el manejo sostenible de los recursos naturales, recibió un peso de importancia del 0.250, debido a que en la práctica, la transmisión de estas enseñanzas resultan ser deficientes.

10 MODELAMIENTO ESPACIAL DE LA VULNERABILIDAD DE LOS BOSQUES.

El modelamiento espacial consiste en la integración de diferentes variables que se relacionan con el deterioro de la cobertura forestal, dentro de un sistema de información geográfica, que permite evaluar la vulnerabilidad ambiental de los bosques, entendida como el riesgos potencial a que está sometida dicha cobertura, obteniendo para cada lugar del territorio un valor que refleja el riesgo de deforestación.

El sistema de información geográfica, contempla los factores que contribuyen al deterioro forestal como capas o layer's con sus respectivos datos espaciales, y su correspondiente valor de peso asignado.

El análisis se aplicó primero para cada conjunto de factores, con el fin de observar su participación en la transformación de la cobertura vegetal; luego esta evaluación se realizó a nivel general integrado cada una de las categorías.

El método de jerarquía analítica requiere que la información suministrada esté estructurada de forma ordinal y en sentido acorde al cumplimiento de los objetivos del estudio, esto es presentar la información categórica de cada factor, asignado un valor ordinal que exprese el orden de importancia como variable espacial.

10.1 EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES FACILITADORAS.

10.1.1 Presión Demográfica.

La máxima presión demográfica se ejerce cuando la categoría corresponde a Muy alta con una densidad espacial entre el 80 al 100 %, el valor ordinal asignado para esta categoría por consiguiente fue de 5, mientras que la categoría Muy baja recibe el valor ordinal de 1.

TABLA 08. Asignación de valores ordinales para la presión demográfica.

CATEGORIA	DENSIDAD (%)	VALOR ORDINAL
Muy baja	0 - 20	1
Baja	20 - 40	2
media	40 - 60	3
Alta	60 - 80	4
Muy alta	80 - 100	5

10.1.2 Grado de Pobreza.

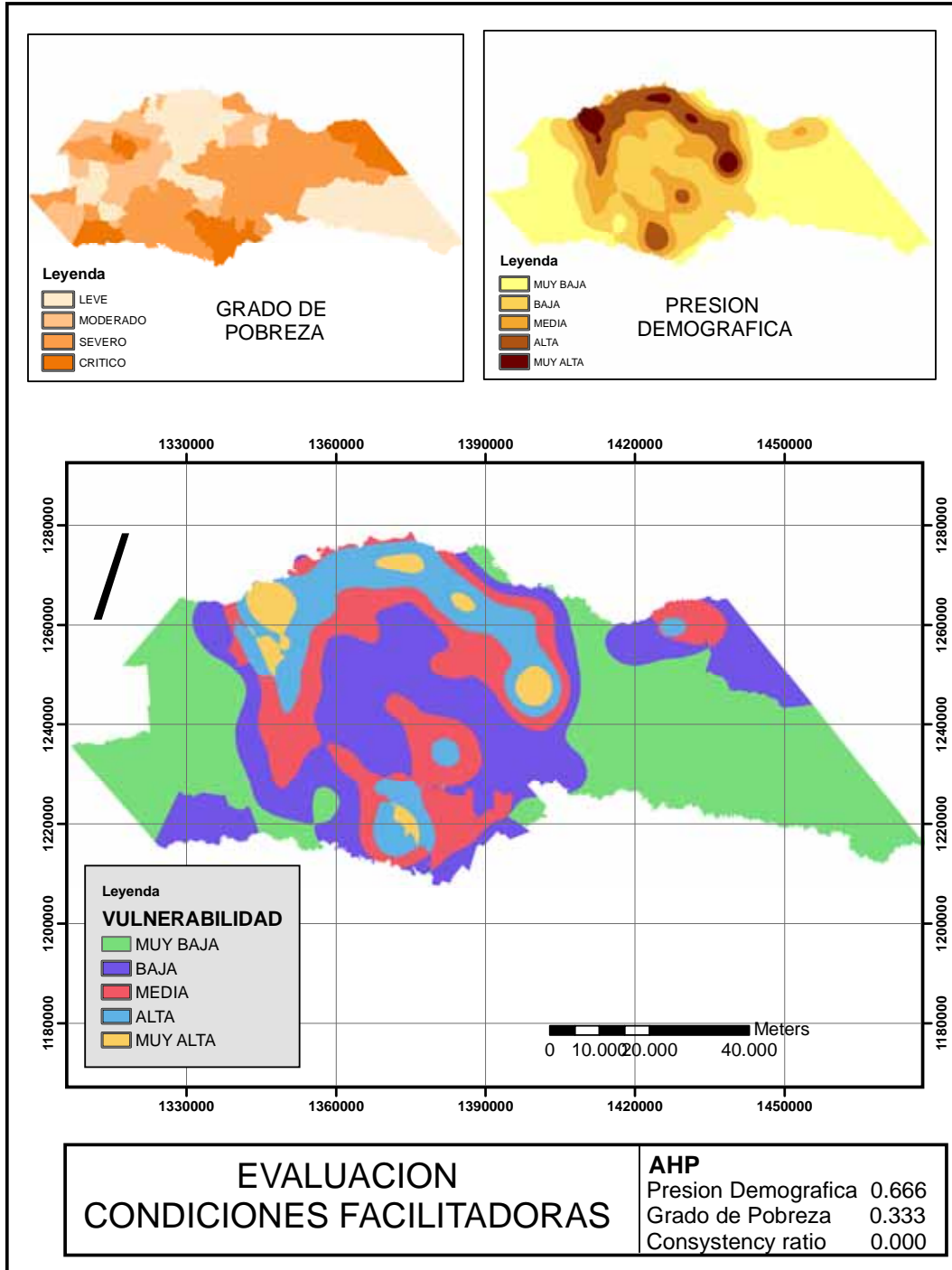
El municipio de Arauca en el área rural presenta una marcada pobreza,¹⁰⁵ en el mejor de los casos en algunas veredas, entre el 60 y 70 % de sus fincas se consideran pobres. A esta categoría se le asigno el valor ordinal de 1, puesto que es la que ejerce menor presión.

TABLA 09. Asignación de valores ordinales para el grado de pobreza.

CATEGORÍA	GRADO POBREZA (%)	VALOR ORDINAL
leve	60 - 70	1
moderada	70 - 80	2
Severa	80 - 90	3
critica	90 - 100	4

¹⁰⁵ Oficina SISBEN Municipio de Arauca

FIGURA 11. Mapa Evaluación de las Condiciones Facilitadoras.



La evaluación de las condiciones facilitadoras a la deforestación, que integra la Presión Demográfica y el Grado de Pobreza, da como resultado un mapa que muestra cuales son las áreas que presentan mayor presión causada por estos factores.

Tabla 10. Distribución de Presión por Condiciones Facilitadoras.

CATEGORIA	SUPERFICIE (Km ²)	PORCENTAJE
MUY BAJO	2655,20	38,17
BAJO	2046,80	29,42
MEDIO	1233,24	17,73
ALTO	805,31	11,57
MUY ALTO	214,30	3,081

Los niveles de presión se dividen en 5 categorías, que van desde presiones Muy Bajas hasta presiones Muy Altas. En este sentido las categorías de relevancia para este estudio son: Medio, Alto y Muy Alto, correspondientes a un área total de 2252 Km² que representa el 32 % del territorio. Cabe notar que la categoría de presión muy alto, solo equivale al 3.08 % y la categoría de presión Alto un 11.57 % del área municipal.

FIGURA 12. Mapa de cobertura boscosa bajo condiciones facilitadoras.

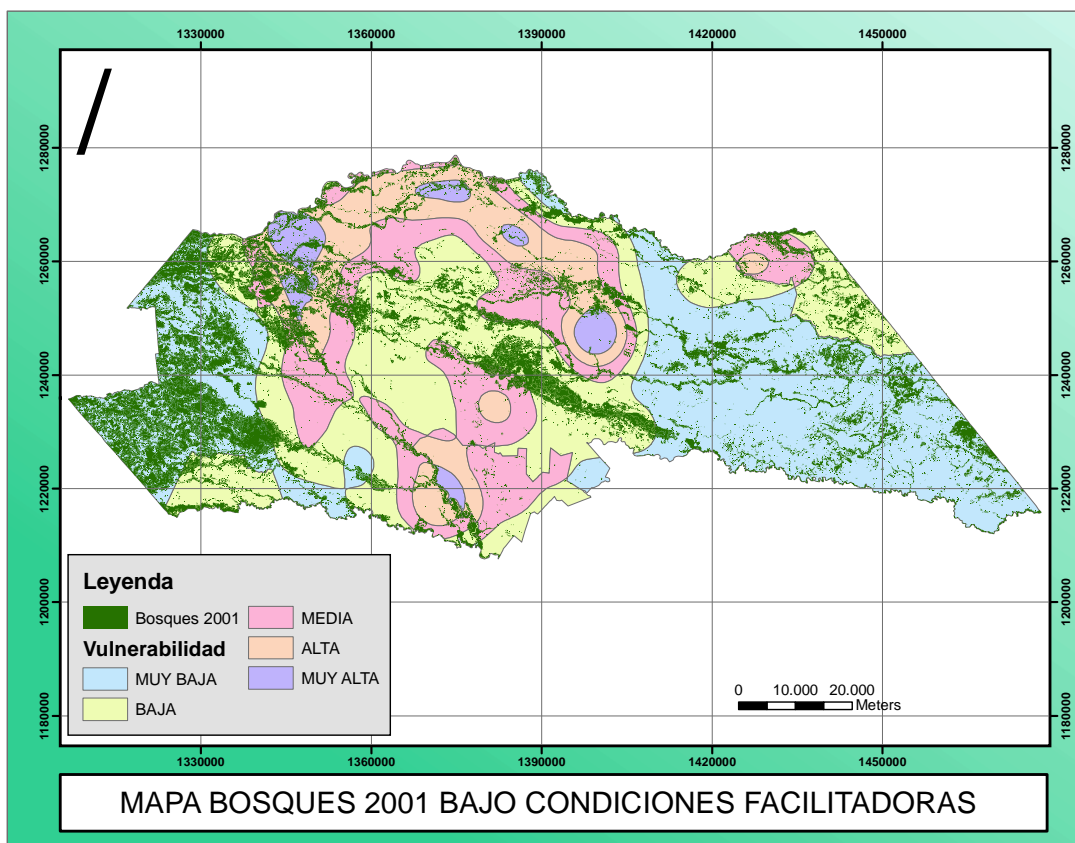


Tabla 11. Cobertura Boscosa por Categorías de las Condiciones Facilitadoras.

CATEGORIA	BBO		BF		Total CB
	AREA (Km ²)	%	AREA (Km ²)	%	
1 Muy Bajo	337,23	4,84	398,55	5,73	735,78
2 Bajo	146,43	2,10	266,78	3,83	413,22
3 Medio	71,33	1,02	103,56	1,48	174,89
4 Alto	42,95	0,61	80,42	1,15	123,38
5 Muy Alto	10,05	0,14	29,57	0,42	39,62
<i>Total</i>	608	8,74	878,89	12,63	1486,91

Por medio de la superposición de mapas se realizó un overlay entre el mapa de presión de las condiciones facilitadoras y el mapa de la cobertura boscosa, obteniendo la cantidad de bosque tanto basal como fragmentado que existe dentro de cada categoría de presión.

En los lugares donde la presión por condiciones facilitadoras es muy alta, existe poca extensión de cobertura boscosa, alrededor del 0.56 %; Mientras que las presiones más bajas, contemplan un área boscosa cercana al 10.57%.

En términos generales se concluye que el criterio de condiciones facilitadoras de deforestación, solo ejerce presiones altas sobre una pequeña porción del territorio, además en las áreas donde ejerce presión significativa la cobertura vegetal es muy pequeña.

10.2 EVALUACIÓN DE LAS CAUSAS DIRECTAS

10.2.1 Presión Ejercida por las Obras Lineales

TABLA 12. Asignación de valores ordinales para la red vial.

CATEGORÍA	DISTANCIA (Km.)	VALOR ORDINAL
Muy baja	> 13	1
Baja	10 - 13	2
Media	7 - 10	3
Alta	4 - 7	4
Muy alta	< 4	5

La cercanía de la red vial a los ecosistemas, es directamente proporcional al grado de presión ejercido; es decir, cuanto menor es la distancia mayor es la presión. A la categoría de presión muy alta se le asignó el valor ordinal de 5, mientras que para la más baja se le asignó un valor ordinal de 1.

10.3 PRESIÓN EJERCIDA POR LA GANADERÍA EXTENSIVA.

TABLA 13. Asignación de valores ordinales para la ganadería extensiva.

CATEGORÍA	% ÁREA REQUERIDA	VALOR ORDINAL
Ligera	0 - 20	1
Leve	20 - 40	2
Moderada	40 - 60	3
Severa	60 - 80	4
Crítica	80 - 100	5

La presión ejercida por la ganadería extensiva, es uno de los factores de mayor importancia, ya que supera el límite de extensión requerido, afectando directamente la cobertura vegetal, obteniendo los valores críticos cuando supera el 80%, asignándole un valor ordinal de 5. Para el resto del área rural, la situación refleja una presión categorizada desde moderada a ligera, y cuyos valores ordinales de importancia son menores, es decir, entre 3 y 1.

10.3.1 Presión Actividad Petrolera.

TABLA 14. Asignación de Valores Ordinales para la Actividad Petrolera

CATEGORIA	AREA DE INFLUENCIA (Km)	VALOR ORDINAL
SP	DC Y FAI*	0
LEVE	LMT** A 5	1
MODERADA	5 - 10	2
SEVERA	10 - 15	3
CRITICA	15 - 20	4

El complejo petrolero de Caño Limón Arauca, se ha caracterizado, por tener una buena conservación de los recursos naturales; sin embargo, las áreas aledañas al límite del complejo, no están contempladas en sus sistemas de manejo, lo que las convierte en áreas con mayor grado de susceptibilidad al deterioro desde la perspectiva del impacto que causa la presencia de actividad petrolera sobre los bosques. Se estima que este factor tiene un grado de influencia de 20 Km, a razón de la distancia a la que se expanden de la cobertura boscosa desde el límite del complejo petrolero.

De acuerdo a lo expresado, dentro del complejo petrolero y fuera del área de influencia de 20 Km (DC Y FAI), se considera la categoría sin presión (SP) con un valor ordinal de 0. Dentro del área de influencia se determina 4 niveles de presión conforme la cercanía al límite (LMT).

FIGURA 13. MAPA EVALUACIÓN CAUSAS DIRECTAS

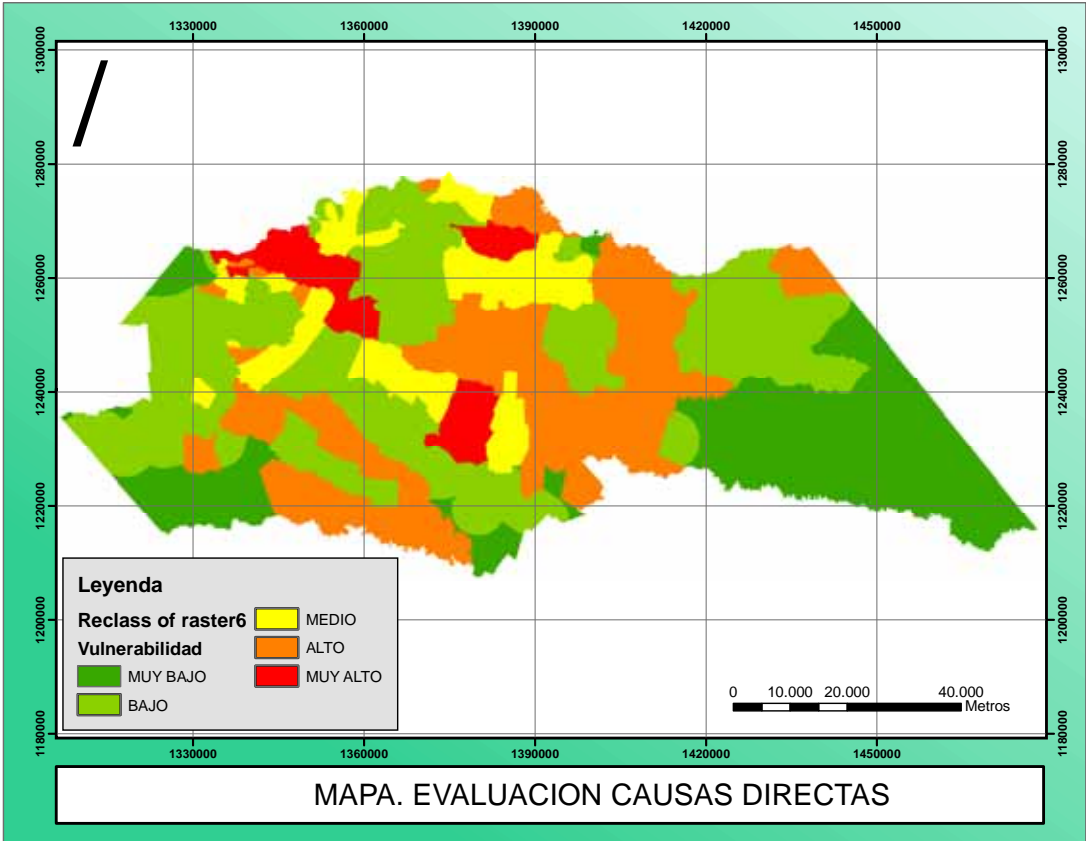


TABLA 15. Distribución de Presión por Causas Directas

CATEGORIA	Área Km2	%
MUY BAJA	1572,51	22,61
BAJA	2461,58	35,39
MEDIA	731,17	10,51
ALTA	1795,86	25,82
MUY ALTA	393,73	5,66

La presión ejercida por las causas directas de deforestación en sus categorías media, alta y muy alta, representan el 40 % de territorio con una superficie de 2920 Km.² acentuándose en el nivel Alto donde solo este ocupa el 25 % del municipio.

Esta situación obedece, a que casi la totalidad del municipio realiza la actividad de ganadería extensiva y es obvio que todas las áreas donde existe grandes calidades de ganado se interprete como valores altos en términos de la vulnerabilidad del bosque respecto a este criterio.

FIGURA 14. Mapa Bosques Bajo Causas Directas

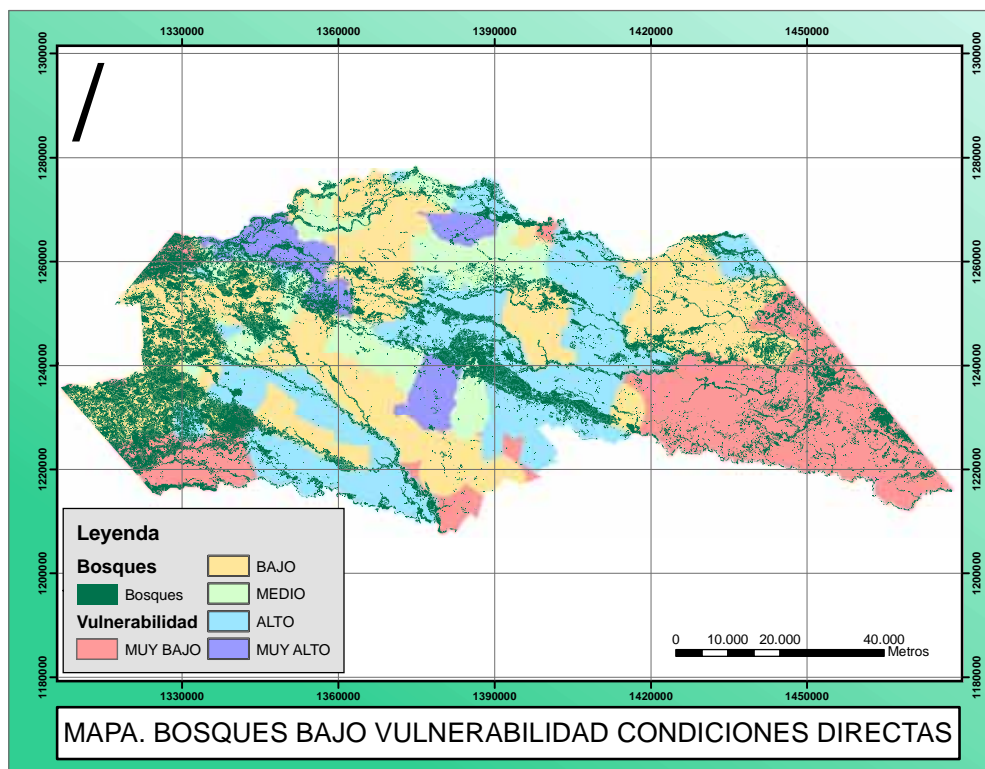


TABLA 16. Cobertura Boscosa por Categorías de las Causas Directas.

CATEGORIA	BOSQUE BASAL DEL ORINOCO		BOSQUE FRAGMENTADO		TOTAL
	Area (Km ²)	%	Area (Km ²)	%	
1 Muy Baja	127,82	21,02	207,56	23,62	1572,51
2 Baja	254,71	41,89	325,51	37,04	2461,58
3 Media	32,70	5,38	89,44	10,18	731,17
4 Alta	182,98	30,09	192,86	21,94	1795,86
5 Muy Alta	9,80	1,61	63,53	7,23	393,73
TOTAL	608,02	100	100,00	100	100,00

Más del 50% de la actual cobertura boscosa del municipio se encuentra contemplada bajo las categorías alta y muy alta, de la presión que ejerce las causas directas de la deforestación.

En términos generales las causas directas de la deforestación, en sus niveles más altos cubren una porción significativa del territorio, aproximadamente 2189 Km². Dentro de ésta superficie, se encuentra el 50% de la cobertura boscosa. Situación que se muestra desfavorable para este tipo de recurso, puesto que es este el criterio que mayor pertinencia tiene con respecto a la deforestación.

10.4 EVALUACIÓN DE LAS CAUSAS INDIRECTAS

10.5 BOSQUE REMANENTE.

TABLA 17. Asignación de valores ordinales para los bosques remanentes.

CATEGORÍA	% BOSQUE REMANENTE	VALOR ORDINAL
SIN CAMBIO	-----	0
LEVE	100 - 90	1
MEDIO	90 - 70	2
GRAVE	70 - 50	3
CRITICO	>50	4

El análisis de la transformación de la cobertura vegetal entre los años 1985 y 2001, permitió calcular el bosque remanente a nivel veredal, asumiendo que la cobertura vegetal del año 1985 representa el 100 % del valor inicial. Los resultados indican que existen veredas que han perdido más del 50 % de su

cobertura boscosa, ubicándola en un estado crítico al cual se le asigna un valor ordinal de 4.

10.6 QUEMAS DE SABANA.

TABLA 18. Asignación de valores ordinales para las quemas de sabana.

CATEGORÍA	DISTANCIA (m)	VALOR ORDINAL
Muy lejos	>2000	1
Lejos	1500 – 2000	2
media	1000 – 1500	3
Cerca	500 – 1000	4
Muy cerca	< 500	5

Por medio de las imágenes satelitales, se identificaron las áreas donde se realiza la quema tradicional anual. Bajo la concepción de que los bosques localizados en cercanías a las quemas, tienen mayor riesgo de deterioro. Se le asignó el valor ordinal 5 a la distancia más cercana. Los valores ordinales, continúan decreciendo conforme se van distanciando, siendo el límite las distancias mayores a 2000 m, las que conciernen a la categoría más lejana.

FIGURA 15. Mapa de presión por quemas.

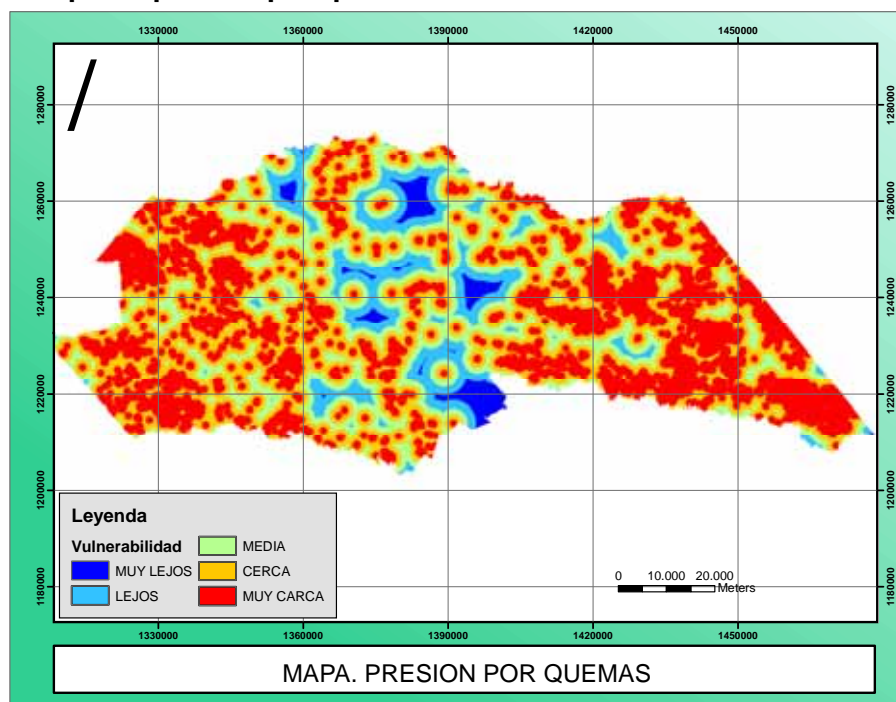


TABLA 19. Distribución de presión por causas indirectas.

CATEGORIA		SUPERFICIE Km ²	PORCENTAJE
1	Muy Baja	93	1,34
2	Baja	560	8,05
3	Media	3330	47,87
4	Alta	1475	21,20
5	Muy Alta	1496	21,51
TOTAL		6954	100

La evaluación que se le realizó a las causas indirectas, contempla el grado de presión que ejercen sobre la cobertura boscosa; es decir, los factores de bosque remanente y las quemadas efectuadas en la sabana; con la que se obtiene un mapa donde se visualizan las áreas donde se ejerce mayor presión por parte de éstos factores.

Las categorías de presión alta y muy alta abarcan el 42% del territorio municipal, lo que significa que casi la mitad de la extensión, se ve afectada por los niveles altos de presión del criterio causa indirecta.

TABLA 20. Superficie de Cobertura boscosa para el año 2001 por la categoría de causas indirectas.

CATEGORÍA	BOSQUE BASAL DEL ORINOCO		BOSQUE FRAGMENTADO		TOTAL
	SUPERFICIE Km ²	%	SUPERFICIE Km ²	%	
1 MUY BAJA	1,36	0,22	0,61	0,07	1,97
2 BAJA	26,27	4,32	29,97	3,41	56,24
3 MEDIA	263,58	43,35	345,07	39,26	608,66
4 ALTA	181,67	29,88	213,10	24,25	394,78
5 MUY ALTA	135,12	22,22	290,14	33,01	425,26
Total general	608,02	100,00	878,89	100,00	1486,91

La evaluación de las causas indirectas, muestra que es el criterio de causas de deforestación que mayor superficie forestal contemplado, en sus niveles altos de presión ejercida por los factores de vegetación remanente y quemadas de sabana, el grado de presión abarca un 55 % del total de la extensión de la cobertura boscosa.

En términos generales las causas indirectas de deforestación, abarca la porción más grande de la cobertura boscosa, dentro de niveles de presión que van desde el alto a muy alto, correspondientes a un área aproximada de: 819 Km². Contrario a lo que se esperaba, según el nivel de importancia, este criterio es el que mayor extensión de cobertura boscosa ocupa en sus máximos niveles de presión.

CONCLUSIONES

Al combinar todos los factores que contribuyen a la deforestación, agrupados en los criterios de condiciones facilitadoras, causas directas y causas indirectas se obtiene, que el 30% del territorio del Municipio de Arauca, está dentro de los niveles de presión alto y muy alto del modelo de vulnerabilidad ambiental, lo que significa que el área localizada dentro de estas categoría tendría un elevado riesgo del deforestación.

Si analizamos la vulnerabilidad ambiental, desde la perspectiva de la cobertura actual de los bosques; deducimos que, estos conforman una superficie de 1486 km²; de los cuales el 30% de estos, están bajo niveles de presiones altas ejercida por el sinergismo de los factores contribuyentes a la deforestación. A lo que podemos concluir en primera instancia, que 442 km² de bosques, se encuentran bajo una alta vulnerabilidad ambiental.

Aunque la panorámica general del Municipio nos muestra una situación preocupante para el recurso forestal, es conveniente, analizar cada uno de los criterios por separado, para poder entender cual es el grado de su pertinencia, con respecto a su presión por el deterioro forestal.

En cuanto a las condiciones facilitadoras tenemos, que los niveles altos (altos y muy altos) ocupan un 11% de territorio, y dentro de esta área se ubican 160 Km² de bosques. Al parecer no tiene una pertinencia significativa, dada la baja extensión de cobertura forestal afectada, pero al observar que la cobertura forestal que había en 1985 dentro de esta misma área es de 476 Km², se refleja el alto grado de pertinencia, en razón que, dentro de la misma área se han deforestado 316 Km², es decir mas del 66 % de estos bosques ya no existen.

El criterio de causas directas presenta la mayor relación entre porcentaje de áreas en niveles altos de vulnerabilidad con 2189 km² de extensión sobre territorio y una superficie boscosa afectada de 449 km², que representan aproximadamente el 51 % del total del área boscosa actual. En 1985 la cobertura forestal bajo esta misma área era de 397 km². a primera vista parece que el criterio de causas directas no tuviese pertinencia ni relación con los procesos de deforestación, sin embargo; para poder entender esta situación es necesario analizar los dos tipos de coberturas por separado.

Para la misma área de influencia de los niveles altos de vulnerabilidad del criterio causas directas, el bosque basal del Orinoco en 1985 tenía 228 km² y para el

2001 un total de 191 km², mostrando una disminución del 16.2 %, mientras el bosque fragmentado en 1985 tenía 167 km² y en el 2001 tiene 256. km² con un incremento del 50 %.

Estos resultados requirieron ampliar nuevamente el nivel de análisis. Esta vez a un detalle geográfico, que permita deducir con mayor precisión la transformación de la cobertura boscosa. Por medio del análisis visual se determinaron tres aspectos a considerar.

Primero: la micro cuenca del agua limón, para el año de 1985 presenta una extensión pequeña de cobertura boscosa, tanto de bosque basal como de fragmentado, mientras en la imagen de 2001, muestra grandes extensiones de bosques en proceso de formación alrededor de todos los cuerpos hídricos de este sector.

Segundo: en la imagen de 1985 se presentan varias áreas que quemadas al occidente de Arauca, que en la imagen del 2001 fueron reconocidas como vegetación de bosque fragmentado.

Estas dos situaciones ayudan a entender por que se presenta un significativo aumento en el bosque fragmentado, de otra parte recordemos que el objetivo del estudio esta relacionado con la degradación de los bosque, por lo tanto retomaremos los datos de cobertura del bosque basal, donde se presenta un decremento de su cobertura, concluyendo que alrededor de 50 km² de bosque basal se ha transformado a bosque fragmentado.

Con respecto al criterio de causas indirectas, encontramos que posee la extensión mas grande vulnerabilidad, con características similares a las de las condiciones facilitadoras, presentando actualmente una superficie baja de cobertura forestal, pero un alto grado de deforestación.

Al analizar todos los criterios en conjunto, se obtuvieron los siguientes resultados:

Alrededor del 40 % del territorio araucano, esta bajo un alto grado del vulnerabilidad ambiental.

Mas del 50 % de la actual cobertura boscosa, se encuentra localizado bajo las áreas de alta vulnerabilidad.

Las áreas consideradas de alta vulnerabilidad ambiental, se encuentran ubicadas sobre sitios en los cuales se han dados marcados procesos de deforestación a acepción de la micro cuenca del agua limón.

Lo cual nos lleva a concluir en términos generales que:

El modelo de vulnerabilidad ambiental si tiene una fuerte relación con los procesos de deforestación. Permitiendo identificar cuales son los lugares donde existe mayor riesgo a la deforestación.

Que la cobertura boscosa del municipio se encuentra, en una situación desfavorable que compromete existencia del recurso

RECOMENDACIONES

Metodológicas.

La primera recomendación que consideramos importante obedece a la naturaleza de la metodología empleada, y consiste en la inclusión de un número mayor de factores que permitan discriminar mejor los resultados. Los factores a incluir deben estar orientados a cubrir los aspectos sociales, por ejemplo; las áreas donde se vive el conflicto armado propio de la región y las áreas donde se encuentran los cultivos ilícitos. Cabe aclarar que estos dos factores no se incluyeron dentro del estudio debido a la dificultad para obtener información de esta índole.

Sería muy interesante poder expandir el espacio multitemporal del estudio, adquiriendo imágenes de satélites más recientes, más antiguas, y entre estas fechas, con el fin de evaluar los periodos de los cambios trascendentales de la cobertura vegetal.

Aunque la conformación del grupo de decisores basada en profesionales presenta gran ventaja en términos conceptuales sobre la problemática a evaluar, es importante que también participen personas de la comunidad, ya que a pesar de que tiene percepción no tan amplia sobre los problemas, son quienes los viven, por lo tanto quienes mejor los conocen.

En cuanto a los resultados.

Es necesario que se emprendan acciones para contrarrestar el proceso de deforestación, con prioridad en las áreas con alto grado de vulnerabilidad, expresadas en este estudio.

En un próximo análisis es conveniente incluir un área mayor para la evaluación, con el objeto de no dejar algunos lugares de importancia cortados por divisiones territoriales, como el caso de las selvas del lipa, que en el análisis de transformación de la su cobertura vegetal, muestra un grave deterioro que no fue reflejado por la evaluación de vulnerabilidad ambiental, esto se debe a que este ecosistema no se encuentra todo dentro del municipio y por lo contrario está compartido por otros dos municipios (arauquita, puerto rondon) que podrían estar ejerciendo algún tipo de presión.

BIBLIOGRAFIA.

ALZATE, Beatriz. 2001. Introducción al procesamiento digital de imágenes. Unidad 4. Universidad Nacional Colombia. Bogotá,

ARAPÉ, Jesús. 2000. Manual De Metodologías, Tomo V: La Técnica AHP. Programa de Prospectiva Tecnológica para Latinoamérica y el Caribe.

BARREDO, José. 1996. Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio. Editorial RA-MA. Madrid

CHUVIECO, Emilio. 1996. Fundamentos de Teledetección Espacial. 3ª Edición. Ediciones RIALP. SA. Madrid

COLCIENCIAS. 1999, Programa Nacional de Ciencias del Medio Ambiente y del Hábitat - Plan Estratégico 1999-2004. Santa fé de Bogotá.

DAVALO, Raymundo. 1996. Maderas y Bosques. Importancia Ecológica – Económica del Aprovechamiento de los Bosques.

Documento CONPES-2834. 1996. Departamento Nacional de Planeación, Minambiente. POLITICA DE BOSQUES. Santafé de Bogotá, D.C

DOMÍNGUEZ, Javier. 2000. "Breve Introducción a la Cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica (SIG)."

ECHARRI, Luís. 1998. Ciencias De La Tierra Y Del Medio Ambiente, Editorial Teide, S.A. Barcelona, disponible en la Web <http://www1.ceit.es>

EL HOMBRE Y LA TIERRA, Presión Demográfica, disponible en la Web http://www.iespana.es/natureduca/hom_presion_demog1.htm.

Erdas Imagine. 2002. FIELD GUIDE, Clasificación de imágenes.. Traducido por Universidad Distrital Colombia.

EVALUACION DEL IMPACTO DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL SOBRE LOS RECURSOS NATURALES (SUELO, AGUA, VEGETACION Y FAUNA) EN EL MUNICIPIO DE CHICOLOAPAN, EDO DE MEXICO.

FABREGAT VENTURA, Vicente. 2000. Fundamentos Teóricos Del Control De Las Extracciones Mediante Teledetección, Madrid,

FAO, 2000. Bibliografía Comentada Cambios en la Cubierta Forestal, Colombia. 2000. disponible en la Web <http://www.fao.org>

FAO, 2000. Evaluación de los recursos mundiales forestales. disponible en la Web <http://www.fao.org>

FAO, 2000. Proyecto regional "información sobre tierras y aguas para un desarrollo agrícola sostenible", Informe Técnico No. 2, El AHP y su aplicación para determinar los usos de las tierras, Santiago de Chile.

FAO, 2003. Sistemas De Pagos Por Servicios Ambientales En Cuencas Hidrograficas, disponible en la Web <http://www.fao.org>

FAO, 2005. Actualización de la Evaluación de los Recursos Forestales FRA. Términos y Definiciones. disponible en la Web <http://www.fao.org>

FAO. 2003. Situación de los bosques del mundo 2003. Roma. disponible en la Web <http://www.fao.org>

GUTIERREZ, laura 2000. "Gestión Ambiental – en el camino confiable" Dirección departamental del medio ambiente, Arauca.

HEINZ Fuchs, 2002. MATICES DE VERDE, LOS BOSQUES, Importancia de Los bosques disponible en la Web <http://www.jmarcano.com>.

I.D.E.A.M. 2001. El Medio Ambiente En Colombia, Libro Electrónico, 2ª Edición, Cp 7, Editorial IDEAM, Bogotá.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, IGAC 1986. Estudio general de suelos.

MARTÍNEZ, Pablo. 2001. EL PAGO DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES Y ORDENACION DE CUENCAS. Disponible en la Web <<http://madrid.ingenieriasinfronteras.org/ficherosIIIconferencia/pago.pdf>>.

Oberaula Anette Emrich, Dr. Benno Pokorny, Cornelia Sepp 2000. ECO–Gesellschaft für sozialökologische Programmberatung, (Importancia del Manejo de los Bosques). República Federal de Alemania.. traducido por Dr. A. Carrillo - Servicios Lingüísticos de la GTZ

ONUDI, 2000. Manual De Metodologías, Tomo V: La Técnica AHP.

PLAN BASICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL MUNICIPIO DE ARAUCA 2000.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS, Incendios En Bosques Tropicales En América Latina Y El Caribe, disponible en la Web <http://www.rolac.unep.mx/dewalac/esp>

PROTOKOLO DE KIOTO

Red de Asesores forestales de la ACIDI (RAFA), 2002. Deforestación: Bosques tropicales en disminución. disponible en la Web <<http://www.rcfa-cfan.org>>.

ROSA Herman, HERRADOR Doribel, GONZÁLEZ Martha, VALORACIÓN Y PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES: LAS EXPERIENCIAS DE COSTA RICA Y EL SALVADOR. disponible en la Web <http://www.prisma.org.sv/pubs/prisma35.pdf>.

ROSERO, Luís. BONILLA, Roger. 2002. Presión demográfica sobre bosques y áreas protegidas al inicio del nuevo milenio. Centro centroamericano de población CCP, Universidad de Costa Rica.

SAATY, T. 1980. The analytical hierarchy process, en BARREDO CANO, Jose Ignacio. Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio: en la ordenación del territorio. Madrid España, 1996.

SAMAYOA, Raúl. 2002. El Recurso Forestal Como Factor Humano Sostenible en Honduras, Ganadería Avance de la Frontera Agrícola y Destrucción del Sector Forestal, Capítulo III. Honduras.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2004. Informe sobre deforestación en Argentina. Equipo técnico de la Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal. Buenos Aires.

SEPULVEDA E. Carlos Humberto, 1997. Ensayos De Historia Araucana, Volumen 2, Segunda edición, Santa Fé de Bogotá

SERVICIOS AMBIENTALES, Ciclo Infernal, Boletín de Acción Ecológica, 2003, disponible en la Web <http://www.accionecologica.org/descargas/alertas/bosques/Alerta%20Servicios%20Ambientales.pdf>

SERVICIOS AMBIENTALES: SUS VENTAJAS Y RESTRICCIONES PARA LOS SECTORES DE MENORES RECURSOS, News Inforesources No. 2/03, disponible en la Web < www.inforesources.ch/pdf/news03_2_s.pdf>

UNASYLVA - No. 181. Bosques tropicales y diversidad biológica: los riesgos de la pérdida y degradación de los bosques.

UNISYLVA, No. 163 Los Bosques y El Medio Ambiente. El recalentamiento del globo terráqueo y los bosques.

XI WORLD FORESTRY CONGRESS, PERSSON, Reidar. Evaluación y monitoreo de los recursos arbóreos.

XII Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe. Conservación y aprovechamiento sustentable de los bosques tropicales húmedos de América Latina y el Caribe, 2000.

ZARRATE, Carlos et al 1992. Derecho y Medio Ambiente, Editorial FESCOL, Bogotá

ANEXOS

ANEXO 1. Índice de presión de ganado.

CORREGIMIENTO CAÑAS BRAVAS

VEREDA	CANTIDAD BOVINOS	HECTÁREAS VEREDA	HECTÁREAS REQUERIDAS	ÍNDICE PRESIÓN	CATEGORÍA
Brisas del Salto	0,00	887,07	0,00	0,00	Ligera
Cañas Bravas	1090,00	8352,70	1635,00	19,57	Ligera
Caño Azul	794,00	3783,62	1191,00	31,48	Moderada
Caño Colorado	428,00	15349,74	642,00	4,18	Ligera
Caño Salas	414,00	4139,52	621,00	15,00	Ligera
El Futuro	0,00	2919,60	0,00	0,00	Ligera
El Vigía	1087,00	1540,80	1630,50	105,82	Severa
La comunidad	1363,00	8529,35	2044,50	23,97	Moderada
La Conquista	2082,00	6164,24	3123,00	50,66	Media
La Pastora	1691,00	4289,09	2536,50	59,14	Media
Los Laureles A	179,00	8819,68	268,50	3,04	Ligera
Los Laureles B	0,00	15959,45	0,00	0,00	Ligera
Manantiales	2152,00	6540,89	3228,00	49,35	Media
Maporal	2220,00	15292,82	3330,00	21,77	Moderada
Nuevo Mundo	0,00	3045,53	0,00	0,00	Ligera
Primores	0,00	2944,30	0,00	0,00	Ligera
Reserva Indigena	0,00	5839,83	0,00	0,00	Ligera
Reserva Indigena El Romano	0,00	1218,00	0,00	0,00	Ligera
Salto del Lipa	1061,00	15160,21	1591,50	10,50	Ligera
San Jose del Lipa	3562,00	15194,27	5343,00	35,16	Moderada
Selvas de Lipa	2794,00	5211,95	4191,00	80,41	Severa
TOTAL	20917,00	151182,67	31375,50		

CORREGIMIENTO CARACOL

VEREDA	CANTIDAD BOVINOS	HECTÁREAS VEREDA	HECTÁREAS REQUERIDAS	ÍNDICE PRESIÓN	CATEGORÍA
Barranca Amarilla	1982,00	6472,19	2973,00	45,93	Media
Bogota	4420,00	16854,34	6630,00	39,34	Moderada
Cabuyare	4991,00	28405,44	7486,50	26,36	Moderada
Caracol	12834,00	39292,11	19251,00	48,99	Media
El Peligro	1748,00	16256,07	2622,00	16,13	Ligera
Feliciano	6417,00	16246,97	9625,50	59,24	Media
La Panchera	2776,00	4400,66	4164,00	94,62	Severa
Maporita	3906,00	19698,40	5859,00	29,74	Moderada
Punto Fijo	1900,00	7535,81	2850,00	37,82	Moderada
Vapor	438,00	3313,72	657,00	19,83	Ligera
TOTAL	41412,00	158475,71	62118,00		

CORREGIMIENTO MAPORILLAL

VEREDA	CANTIDAD BOVINOS	HECTÁREAS VEREDA	HECTÁREAS REQUERIDAS	ÍNDICE PRESIÓN	CATEGORÍA
Cinaruco	1527,00	110417,33	2290,50	2,07	Ligera
El Socorro	8019,00	12871,86	12028,50	93,45	Severa
Ele Pelocero	2945,00	12576,51	4417,50	35,13	Moderada
La Bendicion	3627,00	12819,18	5440,50	42,44	Media
Las Monas	2551,00	6203,70	3826,50	61,68	Alta
Las Plumas	1810,00	30796,55	2715,00	8,82	Ligera
Maporillal	4814,00	8944,79	7221,00	80,73	Severa

Matal de Flor Amarillo	8889,00	40278,13	13333,50	33,10	Moderada
Merecure	4749,00	14570,91	7123,50	48,89	Media
San Ramon	2671,00	5550,12	4006,50	72,19	Alta
TOTAL	41602,00	255029,08	62403,00		

CORREGIMIENTO SANTA BÁRBARA

VEREDA	CANTIDAD BOVINOS	HECTÁREAS VEREDA	HECTÁREAS REQUERIDAS	ÍNDICE PRESIÓN	CATEGORÍA
Arrecifes	2762,00	6651,25	4143,00	62,29	Alta
Barrancon	137,00	4864,77	205,50	4,22	Ligera
Bocas del Arauca	1450,00	6784,20	2175,00	32,06	Moderada
Casco Urbano	0,00	2044,90	0,00	0,00	Ligera
Chaparrito	6483,00	5795,45	9724,50	167,80	Severa
Clarinetero	2370,00	4436,47	3555,00	80,13	Severa
Corocito	180,00	1388,00	270,00	19,45	Ligera
El Rosario	5021,00	12214,40	7531,50	61,66	Alta
El Torno	2196,00	1901,36	3294,00	173,24	Severa
La Payara	355,00	886,04	532,50	60,10	Media
La Saya	3498,00	11650,18	5247,00	45,04	Media
Los Caballos	6471,00	7855,24	9706,50	123,57	Severa
Mata de Gallina	8456,00	21642,98	12684,00	58,61	Media
Mate Piña	7695,00	11244,74	11542,50	102,65	Severa
Monserate	135,00	726,91	202,50	27,86	Moderada
TOTAL	47209,00	100086,87	70813,50		

CORREGIMIENTO TODOS LOS SANTOS

VEREDA	CANTIDAD BOVINOS	HECTÁREAS VEREDA	HECTÁREAS REQUERIDAS	ÍNDICE PRESIÓN	CATEGORÍA
Altamira	780,00	7151,79	1170,00	16,36	Ligera
Becerra	3017,00	4930,07	4525,50	91,79	Severa
Caño Limon	264,00	6255,26	396,00	6,33	Ligera
El Final	203,00	821,52	304,50	37,07	Moderada
El Sinai	473,00	806,68	709,50	87,95	Severa
Las Nubes B	337,00	685,64	505,50	73,73	Alta
Nubes A	668,00	1992,89	1002,00	50,28	Media
Todos los Santos	3635,00	8072,56	5452,50	67,54	Alta
TOTAL	9377,00	30716,43	14065,50		

Anexo 02. Índice de Vegetación Boscosa Remanente Por Veredas

VEREDA	BBO_1985	BBO_2001	IBR	GRADO DE INTERVENCION
El Futuro	8728715	6641852	76	MEDIA
Primores	8640785	8070452	93	LEVE
Caño Salas	21159721	16458082	78	MEDIA
Nubes A	1902831	1292216	68	GRAVE
Salto del Lipa	7169285	13620900	190	AUMENTO NOTABLE
Caño Limón	3278629	5550768	169	AUMENTO NOTABLE
Selvas de Lipa	1971159	4186639	212	AUMENTO NOTABLE
La comunidad	7651955	7965944	104	AUMENTO LIGERO
El Rosario	2936921	2231959	76	MEDIA
Mata de Gallina	3716657	1592865	43	CRITICA
Merecure	4505271	3807159	85	MEDIA
La Bendicion	8583531	7944487	93	LEVE
La Pastora	3101527	2473052	80	MEDIA
San José del Lipa	7938057	7578805	95	LEVE
Reserva Indigena	45388908	37986445	84	MEDIA
Becerra	691589	4089319	591	AUMENTO NOTABLE
Corocito	3153788	1780628	56	GRAVE
La Payara	796544	396499	50	CRITICA
El Torno	2906105	1657026	57	GRAVE
Barrancon	2605186	1288741	49	CRITICA
Chaparrito	4005028	1891613	47	CRITICA
Altamira	8055085	12109000	150	AUMENTO CONSIIDE
El Sinai	1570878	670107	43	CRITICA
El Final	376882	226644	60	GRAVE
Brisas del Salto	912809	3032790	332	AUMENTO NOTABLE
Los Laureles A	46387986	16777706	36	CRITICA
Nuevo Mundo	14246000	6196113	43	CRITICA
El Vigia	3077810	3183476	103	AUMENTO LIGERO
Los Laureles B	107247320	55525750	52	GRAVE
Cañas Bravas	46525042	37730137	81	MEDIA
Caño Azul	20369936	11674121	57	GRAVE
Caño Colorado	18304998	22671078	124	AUMENTO LIGERO
Maporal	12300095	14387549	117	AUMENTO LIGERO
Reserva Indigena El Romano	1938847	2750220	142	AUMENTO CONSIIDE
La Conquista	2612739	2419670	93	LEVE
Manantiales	3012364	3690743	123	AUMENTO LIGERO
La Saya	4121857	1699341	41	CRITICA
El Socorro	2912354	669244	23	CRITICA
Ele Pelocero	18732326	19977869	107	AUMENTO LIGERO
Arrecifes	2124339	1755272	83	MEDIA
Los Caballos	14894574	179384	1	CRITICA
Mate Piña	17858551	4155307	23	CRITICA

Cabuyare	37479726	27317257	73	MEDIA
San Ramon	3259322	1587256	49	CRITICA
Las Monas	37719	1172576	3109	AUMENTO NOTABLE
Maporillal	8818280	2554126	29	CRITICA
Las Plumas	5016485	7345605	146	AUMENTO CONSIIDE
La Panchera	1852506	3079830	166	AUMENTO NOTABLE
Feliciano	12871499	13104642	102	AUMENTO LIGERO
Matal de Flor Amarillo	56496880	35363648	63	GRAVE
Vapor	4047213	4237951	105	AUMENTO LIGERO
Maporita	12973199	14808628	114	AUMENTO LIGERO
Bogota	10180032	20838693	205	AUMENTO NOTABLE
Caracol	16383402	34039546	208	AUMENTO NOTABLE
Barranca Amarilla	2987542	6018865	201	AUMENTO NOTABLE
Punto Fijo	5942445	8215167	138	AUMENTO CONSIIDE
El Peligro	2695102	3237033	120	AUMENTO LIGERO
Cinaruco	38116300	45973740	121	AUMENTO LIGERO
Las Nubes B	2898427	32673	1	CRITICA
Todos los Santos	8122388	3045318	37	CRITICA
Monserate	1782001	133218	7	CRITICA
Clarinetero	5583559	3807561	68	GRAVE
Bocas del Arauca	15897060	12478243	78	MEDIA
Casco Urbano	1433713	106786	7	CRITICA

ANEXO 03. Superficie de Cobertura boscosa para el año 1985 por la categoría de causas indirectas.

CATEGORÍA	BOSQUE BASAL DEL ORINOCO		BOSQUE FRAGMENTADO		TOTAL
	SUPERFICIE km ²	%	SUPERFICIE km ²	%	
ALTA	50,46399168	6,703350026	42,20822497	6,02566821	92,67221665
BAJA	186,8107453	24,81487834	198,7900378	28,3793695	385,6007831
MEDIA	84,84238466	11,26998048	82,61605775	11,7943115	167,4584424
MUY ALTA	12,43654141	1,651999523	16,70482604	2,38478968	29,14136745
MUY BAJA	418,263831	55,55979163	360,1546179	51,4158611	778,4184489
TOTAL	752,817494		700,4737645		1453,291258

ANEXO 04. Superficie de cobertura para el año de 1985 por la categoría de causas directas

CATEGORÍA	BOSQUE BASAL DEL ORINOCO		BOSQUE FRAGMENTADO		TOTAL
	SUPERFICIE Km ²	%	SUPERFICIE Km ²	%	
MUY BAJO	123,9482022	16,46454539	151,5070061	21,62920421	38,09374961
BAJO	331,5639598	44,04299353	304,7789089	43,51036583	87,55335936
MEDIO	68,38003887	9,083199545	75,85904653	10,82966954	19,91286908
ALTA	209,5724962	27,83836971	125,9095994	17,97490762	45,81327732
MUY ALTA	19,35415845	2,57089183	42,41968952	6,055852801	8,626744631
TOTAL	752,8188556		700,4742505		1453,293106

ANEXO 05. Grupo de profesionales que conformo el grupo decisor.

NOMBRE	PROFESIÓN
CESAR CORTES.	ING. FORESTAL.
ALBEN DÍAZ.	ING. AMBIENTAL.
LUÍS ORTEGA	TEC. AGROPECUARIO.
FRANCISCO MIJARES	ING. FORESTAL.