

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS

ESCUELA DE GEOGRAFÍA

**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA
GEOGRÁFICA Y DESARROLLO SUSTENTABLE CON MENCIÓN EN
ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

**“Evaluación de los cambios en la cobertura vegetal en las Comunidades del
Territorio Awá en el Ecuador a través de sensores remotos”**

Autor: Fernando Mauricio Pavón Cevallos

Directora: MSc. Olga Mayorga

Quito, 2011

DEDICATORIA

Para la niña más dulce que cambio mi vida desde el primer minuto de su vida, Mi Martina

Y para mi amiga, compañera y amor de mi vida, Carlita

AGRADECIMIENTOS

A Olguita Mayorga, Directora de esta disertación, quien con su paciencia y sabiduría me supo guiar en el desarrollo de este trabajo.

A mis padres por el respaldo y amor que me han brindado toda la vida.

A mis hermanos, a pesar de no pasar mucho tiempo con ellos les tengo siempre en mi mente y en mi corazón.

A mi amado deporte, que fue el que me lleno de triunfos, alegrías.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	9
1. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Antecedentes y Justificación.....	10
1.2. Problema de estudio e hipótesis.....	14
1.3. Objetivos	15
1.3.1. <i>General:</i>	15
1.3.2. <i>Específicos:</i>	15
1.4. Marco Referencial, Teórico y Conceptual	16
1.4.1. <i>Marco Referencial:</i>	16
1.4.2. <i>Marco Teórico:</i>	17
1.4.3. <i>Marco Conceptual:</i>	18
1.5. Metodología	20
2. LA RESERVA ÉTNICA AWÁ: ASPECTOS BIOFÍSICOS Y SOCIALES DEL ÁREA DE ESTUDIO	24
2.1. Ubicación geográfica.....	24
2.2. Aspectos Biofísicos	24
2.3. Aspectos Socioculturales	26
2.4. Situación actual de los bosques en la Reserva Étnica Awá	28
2.4.1. <i>Aspectos Generales</i>	28
2.4.2. <i>Los bosques en la Reserva Étnica Awá.....</i>	33
3. PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES Y CLASIFICACIÓN NO SUPERVISADA PARA LA DETERMINACIÓN DE CAMBIOS EN LA COBERTURA VEGETAL DENTRO DE LA RESERVA ÉTNICA AWÁ	36
3.1. Delimitación del área de estudio.....	37
3.2. Requerimiento de Cartas Topográficas e Imágenes de Satélite	37
3.2.1. <i>Elaboración de la Cartografía Base</i>	37
3.2.2. <i>Análisis de la cobertura vegetal del área de estudio.....</i>	38
3.2.3. <i>Tratamiento de la Cartografía Base</i>	39
3.3. Tratamiento de las Imágenes de Satélite	46
3.4. Elaboración del Mapa de Cobertura mediante Clasificación Digital	52
3.4.1. <i>Fase de entrenamiento</i>	52
3.4.2. <i>Fase de asignación</i>	53
3.4.3. <i>Análisis de contingencias</i>	55
4. RESULTADOS	68
5. CONCLUSIONES	86
6. BIBLIOGRAFÍA:.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Utilidad de las Bandas Landsat en la Percepción Remota	22
Tabla 2: Ubicación de las Comunidades Awá en el Ecuador.....	27
Tabla 3: Puntos de Control	40
Tabla 4: Coberturas Obtenidas	42
Tabla 5: Áreas de Entrenamiento (1986).....	53
Tabla 6: Áreas de Entrenamiento (2000).....	54
Tabla 7: Áreas de Entrenamiento (2011).....	54
Tabla 8: Dinámica de la cobertura vegetal en las Comunidades del Territorio Awá en el Ecuador (km2)	85

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Porcentaje de Vegetación Remanente para cada Ecosistema en el Ecuador, 2001	30
Gráfico 2: Dinámica de la Comunidad Baboso	68
Gráfico 3: Dinámica de la Comunidad Guare	69
Gráfico 4: Dinámica de la Comunidad Palmira Toctumi	69
Gráfico 5: Dinámica de la Comunidad Río Verde Bajo.....	70
Gráfico 6: Dinámica de la Comunidad Balsareño	71
Gráfico 7: Dinámica de la Comunidad Guadalito	71
Gráfico 8: Dinámica de la Comunidad Gualpi Bajo.....	72
Gráfico 9: Dinámica de la Comunidad Ishpi	72
Gráfico 10: Dinámica de la Comunidad Pailón.....	73
Gráfico 11: Dinámica de la Comunidad Pambilar.....	73
Gráfico 12: Dinámica de la Comunidad San Marcos	74
Gráfico 13: Dinámica de la Comunidad Río Tigre.....	74
Gráfico 14: Dinámica de la Comunidad Mataje.....	75
Gráfico 15: Dinámica de la Comunidad Río Bogotá.....	76
Gráfico 16: Dinámica de la Comunidad Río Verde Medio	77
Gráfico 17: Dinámica de la Comunidad Tarabita.....	77
Gráfico 18: Dinámica de la Comunidad Gualpi Medio.....	78
Gráfico 19: Dinámica de la Comunidad La Unión.....	79
Gráfico 20: Dinámica de la Comunidad Ojala	79
Gráfico 21: Dinámica de la Comunidad Sabalera	80
Gráfico 22: Dinámica de la Comunidad La Guaña	80
Gráfico 23: Dinámica de la Comunidad Gualpi Alto	81
Gráfico 24: Evolución de las Diferentes Coberturas del Territorio Awá en el Ecuador	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Metodología	20
Figura 2: Hot spot de Biodiversidad.....	32
Figura 3: Metodología General	36
Figura 4: Mosaico Área de Estudio	41
Figura 5: Reglas Topológicas.....	44
Figura 6: Combinación 321 – 543 (1986)	47
Figura 7: Combinación 321 – 543 (2000)	47
Figura 8: Combinación 321 – 543 (2011)	48
Figura 9: 1er año de estudio: 19 de febrero 1986.....	49
Figura 10: Imagen de apoyo: 29 de septiembre 1997.....	49
Figura 11: 2do año de estudio: 18 de febrero 2000	50
Figura 12: Imagen de apoyo: 6 de febrero 2008 (SPOT)	50
Figura 13: Imagen de apoyo: 4 de marzo 2011	51
Figura 14: 3er año de estudio: 13 de abril 2011	51
Figura 15: Clasificación 1986	57
Figura 16: Clasificación 2000	57
Figura 17: Clasificación 2011	57
Figura 18: Clasificación 1986	59
Figura 19: Neighborhood 1	59
Figura 20: Neighborhood 2	60
Figura 21: Clump.....	60
Figura 22: Eliminate	61
Figura 23: Clasificación 2000	61
Figura 24: Neighborhood 1	62
Figura 25: Neighborhood 2	62
Figura 26: Clump.....	63
Figura 27: Eliminate	63
Figura 28: Clasificación 2011	64
Figura 29: Neighborhood 1	64
Figura 30: Neighborhood 2	65
Figura 31: Clump.....	65
Figura 32: Eliminate	66
Figura 33: Dinámica de las Comunidades del Territorio Awá en el Ecuador.....	82

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Mapa de Ubicación del Territorio Awá Ecuador

Anexo N° 2: Comunidades del Territorio Awá en Ecuador (MDT)

Anexo N° 3: Mapa Base de las Comunidades del Territorio Awá Ecuador

Anexo N° 4: Cobertura Vegetal de las Comunidades del Territorio Awá Ecuador (1986)

Anexo N° 5: Cobertura Vegetal de las Comunidades del Territorio Awá Ecuador (2000)

Anexo N° 6: Cobertura Vegetal de las Comunidades del Territorio Awá Ecuador (2011 Sin Corrección de Nubes)

Anexo N° 7: Cobertura Vegetal de las Comunidades del Territorio Awá Ecuador (2011)

Anexo N° 8: Cobertura Vegetal de la Comunidad Baboso del Territorio Awá en el Ecuador (1986-2011)

Anexo N° 9 Cobertura Vegetal de la Comunidad Guare Medio del Territorio Awá en el Ecuador (1986-2011)

Anexo N° 10: Cobertura Vegetal de la Comunidad Palmira Toctumi del Territorio Awá en el Ecuador (1986-2011)

Anexo N° 11: Cobertura Vegetal de la Comunidad Río Verde Bajo del Territorio Awá en el Ecuador (1986-2011)

Anexo N° 12: Cobertura Vegetal de la Comunidad Balsareño del Territorio Awá en el Ecuador (1986-2011)

Anexo N° 13: Cobertura Vegetal de la Comunidad Guadualito del Territorio Awá en el Ecuador (1986-2011)

Anexo N° 14: Cobertura Vegetal de la Comunidad Gualpi Bajo del Territorio Awá en el Ecuador (1986-2011)

Anexo N° 15: Cobertura Vegetal de la Comunidad Ishpi del Territorio Awá en el Ecuador (1986-2011)

Anexo N° 16: Cobertura Vegetal de la Comunidad Pailón del Territorio Awá en el Ecuador (1986-2011)

Anexo N° 17: Cobertura Vegetal de la Comunidad Pambilar del Territorio Awá en el Ecuador (1986-2011)

Anexo N° 18: Cobertura Vegetal de la Comunidad San Marcos del Territorio Awá en el Ecuador (1986-2011)

Anexo N° 19: Cobertura Vegetal de la Comunidad Río Tigre del Territorio Awá en el Ecuador (1986-2011)

Anexo N° 20: Cobertura Vegetal de la Comunidad Mataje del Territorio Awá en el Ecuador (1986-2011)

Anexo N° 21: Cobertura Vegetal de la Comunidad Río Bogotá del Territorio Awá en el Ecuador (1986-2011)

Anexo N° 22: Cobertura Vegetal de la Comunidad Río Verde Medio del Territorio Awá en el Ecuador (1986-2011)

Anexo N° 23: Cobertura Vegetal de la Comunidad Tarabita del Territorio Awá en el Ecuador (1986-2011)

Anexo N° 24: Cobertura Vegetal de la Comunidad Gualpi Medio del Territorio Awá en el Ecuador (1986-2011)

Anexo N° 25: Cobertura Vegetal de la Comunidad La Unión del Territorio Awá en el Ecuador (1986-2011)

Anexo N° 26: Cobertura Vegetal de la Comunidad Ojala del Territorio Awá en el Ecuador (1986-2011)

Anexo N° 27: Cobertura Vegetal de la Comunidad Sabalera del Territorio Awá en el Ecuador (1986-2011)

Anexo N° 28: Cobertura Vegetal de la Comunidad La Guaña del Territorio Awá en el Ecuador (1986-2011)

Anexo N° 29: Cobertura Vegetal de la Comunidad Gualpi Alto del Territorio Awá en el Ecuador (1986-2011)

Anexo N° 30: Dinámica de las Comunidades del Territorio Awá en Ecuador

RESUMEN

La Región Biogeográfica del Chocó, considerada como uno de los 10 “Hot spots” del planeta, se extiende a lo largo de la costa del Pacífico desde el sur de Panamá, Colombia y el norte de Ecuador. La Reserva Étnica Forestal Awá, está localizada justamente dentro de la Región del Chocó, y hoy con un área de alrededor de 120.000 hectáreas y una población de 3.500 habitantes repartidos en 22 comunidades; constituye una de las principales zonas para la conservación forestal. El estudio comprendió toda esta zona y su objetivo central fue comprender la dinámica de los cambios en la cobertura forestal de las Comunidades del Territorio Awá en el Ecuador, para conseguirlo se realizó el análisis de imágenes Landsat de los siguientes años: 1986, 2000 y 2011. El método que se aplicó fue la clasificación no supervisada, para este fin se estableció con anterioridad la leyenda temática, determinando cuatro clases: 1) Bosque Natural, 2) Bosque Natural Intervenido, 3) Suelo descubierto, 4) Sin información. Sobre cada imagen con la combinación de bandas escogida (543), se seleccionaron y delimitaron los grupos de píxeles que representen los patrones de las muestras (clases temáticas). Este análisis arrojó como resultado que los bosques en la Reserva Awá están disminuyendo en superficie, tal como ocurre en el resto del Chocó ecuatoriano aunque a un ritmo menor. Los resultados demuestran que existe un aumento de las clases Bosque Natural Intervenido y Suelo Descubierta, lo que contrasta con la reducción de la clase Bosque Natural sobre todo en el año 2011. La dinámica tendencial de reducción de bosque primario en el área correspondiente al Territorio Awá, se debe a la existencia de frentes pioneros muy activos, los cuales se relacionan con la actividad maderera y la generalización del monocultivo de palma africana (Sierra, 1999).

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes y Justificación

La influencia del territorio sobre los seres humanos es decisiva y determina en gran medida los modos de vida y costumbres de las comunidades; de hecho la disponibilidad de recursos que pueda proporcionar un territorio es fundamental para el desarrollo social, permitiendo la satisfacción de necesidades básicas, la generación de ingresos y el desarrollo de actividades económicas, fundamentales para asegurar la subsistencia de la población. En ese sentido y en términos de disponibilidad de recursos naturales, América Latina constituye una región privilegiada por la gran biodiversidad de la que dispone, ello consolida a este continente como una importante fuente de provisión de materias primas a nivel mundial y también como reservorio de la biodiversidad del planeta; dentro de este grupo de países privilegiados se encuentra lógicamente el Ecuador.

Norman Myers, ecologista británico, ha destacado la condición del Ecuador como uno de los países con la más elevada biodiversidad por hectárea en Sudamérica, todo en un pequeño territorio que representa apenas el 0,2% de la superficie terrestre total (Falconí, 2003). La influencia de corrientes marinas frías y cálidas y la presencia de la Cordillera de los Andes, le dan a nuestro país gran diversidad de climas y microclimas, lo que hace que el Ecuador disponga de una gran riqueza forestal, tanto en términos de extensión de los bosques, ya que a nivel nacional la superficie forestal total se calculó en 10.577 millones de hectáreas, correspondientes al 38% de la superficie total del país (FAO, 2003); como de los valores ecológicos que éstos encierran y los beneficios que producen. Sin embargo toda esta diversidad a nivel forestal, importante a nivel ambiental y económico, ha sido continuamente amenazada por acelerados y agresivos procesos de deforestación y degradación de los ecosistemas naturales. Se calcula que la tasa de deforestación del Ecuador alcanza el 1,2%, cifra significativamente superior si se la compara con las del resto de países de Sudamérica cuyas tasas de deforestación se ubican entre 0,1% y 0,8% (FAO, 2003).

En este contexto es inevitable que la riqueza forestal y su paulatina pérdida, repercutan en la población, sobre todo si se trata de asentamientos de población nativa cuya conexión y dependencia con el bosque es un elemento fundamental en su desarrollo y

modo de vida. Ejemplo de una enorme riqueza forestal asociada con un grave problema de deforestación, lo constituye la Región Biogeográfica del Chocó, la cual se extiende a lo largo de la costa del Pacífico desde el sur de Panamá, Colombia y el norte de Ecuador (Provincias de Esmeraldas, Manabí, Carchi, Imbabura y Pichincha) y cubre un áreas de unos 100.000 km² aproximadamente. Además de su considerable extensión, el Chocó también está caracterizado por su importante biodiversidad, de hecho se calcula que en esta zona hay unas 10.000 especies de plantas de las cuáles unas 2.500 son endémicas (RAMOS, 2002). Por otro lado, esta zona también destaca por su diversidad cultural ya que en el Chocó habitan pueblos ancestrales como los Awá, Chachi y Tsa'chila, y también comunidades afro ecuatorianas que mantienen formas de vida tradicional (RAMOS, 2002).

Particularmente en nuestro país, los bosques del Chocó se ven amenazados debido a la deforestación provocada principalmente por la explotación maderera y aunque en menor grado debido a la expansión de la frontera agrícola (monocultivo de palma africana), se trata de agentes de degradación de este ecosistema que en la mayor parte de ocasiones han contado con la complicidad o la inacción a nivel estatal. Esta problemática a nivel ambiental, configura a la vez un escenario con efectos adversos sobre las poblaciones nativas, poniendo en riesgo la permanencia y desarrollo de los pueblos y nacionalidades que habitan esta zona y que han visto amenazada su forma de vida tradicional. Ejemplo de ello es lo que ocurre con las comunidades Awá de nuestro país, las que desde varios siglos atrás ocuparon territorios selváticos del piedemonte andino colombiano en su vertiente hacia el Pacífico, en la región comprendida entre Altaquer, Kuaiquer y Ricaurte en el suroccidente colombiano (FCAE, 2002). Hacia principios de 1900 la consolidación del municipio de Ricaurte y la construcción de carreteras, aceleró el proceso de colonización de los territorios Awá, propiciando la inmigración de población Awá hacia la zona norte de Ecuador en las provincias de Carchi, Esmeraldas y alcanzando también terrenos de Imbabura (FCAE, 2002). Desde entonces los Awá iniciaron un proceso organizativo, apoyados desde 1982 por la Fundación Altrópico del Ecuador, el cual culminó con la conformación de la Federación de Centros Awá del Ecuador (FCAE, 2002) y la adjudicación de un territorio de 101.000 hectáreas que actualmente forman parte de la “Reserva Étnica Forestal Awá Kwaiker”, y que tiene una población de 3.500 personas y 22 centros legalmente constituidos (Carchi 13 comunidades, Imbabura 3 comunidades y Esmeraldas 6 comunidades). Estos territorios

aunque todavía en buen estado de conservación, actualmente enfrentan amenazas como la extracción ilegal de madera y los cultivos de palma africana, no solo dentro del territorio Awá sino también en su área de influencia, en la cual habitan otras etnias y grupos vecinos que también generan conflictos y ponen en riesgo la integridad del territorio Awá a nivel cultural y ambiental (FCAE, 2002).

En ese sentido la presente disertación busca mediante teledetección, la clasificación digital de imágenes y el análisis espacial, conocer cuáles han sido los cambios en la cobertura vegetal de las comunidades del Territorio Awá en el Ecuador desde el año 1986 hasta el año 2011; ello con el fin de comprender cuál es la influencia que tiene este grupo étnico sobre los bosques y si es que éstos han actuado como agentes de degradación del mismo o si por el contrario, su forma y estilos de vida han favorecido y permitido conservar de mejor manera la cobertura vegetal de estos espacios. Este estudio se justifica por las siguientes razones:

- ***El Choco ecuatoriano como un área altamente biodiversa y por ende un importante objetivo de conservación:*** La región del Chocó en la zona costera de Colombia y Ecuador, destaca a nivel biogeográfico por su alto endemismo y por su gran diversidad (Leyva, 1993). Por una parte el alto nivel de endemismo se debe a su aislamiento con el resto de tierras bajas de Sudamérica por la Cordillera de Los Andes, este alto endemismo se da sobre todo en plantas, aves y mariposas (Brown et al, 1994). De hecho, en el caso de las aves, esta parte del Chocó, ha sido señalada como la de más alta concentración de endemismo de toda América del Sur y del mundo. Por otro lado es destacable la inusual diversidad biológica de esta región, relacionada con los altos niveles de precipitación y la ausencia de temporadas secas (Gentry, 1986). Otro rasgo destacable del bosque pluvial del Chocó es que muchas especies, especialmente de plantas propias de las partes altas de los Andes, crecen sin problema en el Chocó casi al nivel del mar, lo que le da características particulares a este ecosistema. Por todo ello, el Chocó es de enorme interés tanto como área representativa del bosque lluvioso tropical bajo como por las impresionantes particularidades de su biota y constituye uno de los puntos más interesantes de la tierra desde el punto de vista de los “hot spots” evolutivos (Leyva, 1993) Así en medio de la preocupación creciente de los estados y organismos de conservación

a nivel internacional por la preservación de bosques y áreas naturales remanentes del planeta, el Chocó se convierte en una región de alta prioridad en términos de conservación en todo el mundo (Gentry, 1986). Particularmente en nuestro país, esos intentos se han concentrado en la delimitación de áreas protegidas con el fin de preservar en algo la riqueza del Chocó ecuatoriano, por ejemplo, la Reserva Ecológica Mache Chindul, la Reserva Ecológica Cotacachi-Cayapas, la Reserva Ecológica Cayapas-Mataje, la Reserva Étnica Awá, la Reserva El Chontal, el Bosque Protector los Cedros, entre otras; sin embargo la deforestación en la zona crece a un ritmo impresionante, por lo cual fortalecer el control y mejorar el manejo de estas reservas es fundamental para la conservación de este ecosistema único en el mundo.

- ***Los crecientes esfuerzos en las últimas décadas de las organizaciones Awá por fortalecer su presencia sobre sus territorios y con ello legitimar su posesión territorial***, mediante estrategias que preconizan el uso sustentable de los recursos forestales y la protección del bosque como recurso fundamental para la subsistencia y el desarrollo.
- ***El interés desde el Estado por la conservación ambiental, que en la actualidad es un eje fundamental de las políticas públicas y base para alcanzar el llamado Buen Vivir***. De hecho el propio Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013 elaborado por la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo plantea la necesidad de que desde el Estado se “garanticen los derechos de la naturaleza y se promueva un ambiente sano y sustentable” (Plan Nacional para el Buen Vivir, 2009-2013). La excesiva dependencia de la economía nacional sobre sus recursos primarios ha traído consigo una sobreexplotación de los recursos naturales y la acelerada conversión de los bosques, por ello tener información confiable sobre el estado de la cobertura forestal en puntos estratégicos como la zona del Chocó (zona de alta biodiversidad), es de gran importancia para el Estado, que puede tomar estudios como base para la toma de decisiones en la gestión y manejo de las áreas protegidas.

Por todo ello la información obtenida como producto de esta disertación, puede servir tanto a organizaciones de carácter ambiental, étnico y al propio Estado, como insumo técnico para posteriores procesos de intervención y manejo de estos territorios en pro de su conservación y de la protección a las comunidades Awá en el Ecuador; y es que es claro que no se puede hacer un uso adecuado de los recursos naturales si es que previamente no se conoce su estado y su dinámica. Es así que los resultados que se obtengan del presente trabajo, buscan convertirse en materia prima que consolide el proceso de planificación del uso y conservación de los recursos naturales de esta zona, considerando su importancia tanto desde el punto de vista ecológico como étnico y cultural.

1.2. Problema de estudio e hipótesis.

Uno de los principales problemas que presenta el Territorio Awá, está relacionado con la degradación de los bosques y la pérdida de cobertura vegetal debido a la deforestación y a la expansión de la frontera agrícola (crecimiento de la producción de palma africana y colonización) que viene ocurriendo en la zona del Chocó ecuatoriano en las últimas décadas. Aunque es importante decir que a diferencia de otras áreas del Chocó ecuatoriano, los territorios en posesión del pueblo Awá se han mantenido relativamente bien conservados, debido principalmente a la forma de vida propia de este grupo étnico, sustentable con el bosque. Sin embargo, las zonas aledañas a la Reserva Awá ocupadas por otros grupos humanos si presentan fuertes niveles de deforestación, situación que irremediamente también ha tenido su impacto sobre los bosques de la Reserva Awá y que amenaza la integridad cultural y ecológica de estos territorios; las múltiples presiones sobre esta zona provienen principalmente de territorios vecinos de campesinos y afroecuatorianos, que colindan en varios puntos con el territorio Awá. Por ello la presente investigación busca a través del análisis de imágenes de satélite en diferentes períodos de tiempo, tener un registro multitemporal de los cambios en la cobertura vegetal dentro de la Reserva Awá, a fin de tener datos que permitan cuantificar cual ha sido el impacto que sobre esta zona han tenido procesos como la deforestación, la explotación maderera y el avance de la frontera agrícola en un período de tiempo comprendido entre 1986-2011.

En base a estas consideraciones la hipótesis planteada en esta disertación es la siguiente:

La cobertura vegetal dentro de la Reserva Awá se habría visto reducida entre los años 1986-2011, ello debido a procesos de deforestación y avance de la frontera agrícola, que amenazan a la región del Chocó ecuatoriano. Esta reducción dentro de la reserva Awá sería sin embargo no muy significativa, debido a que la delimitación de la Reserva y su declaratoria como sitio de ocupación exclusivo para la Comunidad Awá, habría contribuido a la conservación de estos bosques.

1.3. Objetivos

1.3.1. General:

Determinar mediante el análisis digital de imágenes satelitales, cuáles han sido los cambios en la cobertura vegetal que se han presentado en las Comunidades de la Reserva Étnica Awá en los años 1986, 2000 y 2011.

1.3.2. Específicos:

- Realizar una clasificación supervisada, identificando zonas con cobertura vegetal y áreas intervenidas, mediante técnicas de percepción remota.
- Generar los mapas de cobertura vegetal de las Comunidades de la Reserva Étnica Awá en los años que corresponden a las imágenes analizadas.
- Realizar el análisis de los resultados encontrados y de los cambios registrados en la cobertura vegetal del territorio Awá en los siguientes años: 1986, 2000 y 2011, mediante técnicas de análisis espacial (álgebra de mapas) y la revisión bibliográfica.
- Generar gráficos que representen los cambios ocurridos en la cobertura vegetal de las comunidades del Territorio Awá durante los años 1986, 2000 y 2011.

1.4. Marco Referencial, Teórico y Conceptual

1.4.1. Marco Referencial:

Algunos estudios en la zona que emplean técnicas de Percepción Remota dan cuenta del interés que despierta la Reserva Awá como objeto de estudio y análisis a nivel académico-científico. Rodrigo Sierra (1996) por ejemplo, profundizó en el tema de la deforestación en el noroccidente del Ecuador, utilizando para su análisis técnicas de percepción remota y procesamiento digital de imágenes satelitales, también son destacables las disertaciones realizadas en la PUCE que guardan relación con el tema, tales como la de Cristhian Rodas (2005) quien elaboró una “Propuesta para la Aplicación de los SIG en el manejo del recurso forestal dentro la Reserva Étnica Awá”. A estos trabajos en el campo académico, se suman además los hechos por la Federación Awá (FCAE) quienes se encuentran permanentemente preocupados por el estado actual de sus recursos naturales y por el desarrollo de sus comunidades. Sin embargo, los estudios realizados presentan ciertas limitaciones relacionadas con su alcance y nivel técnico: por un lado trabajos como los de Sierra aunque toman a la percepción remota como base de sus resultados y son de gran valor técnico, tienen una visión muy general y tratan el asunto de la deforestación del noroccidente ecuatoriano en su conjunto, sin hacer una mención especial al caso específico de la Reserva Awá.; y por otro lado estudios más localizados con respecto a nuestra área de estudio como los hechos por la Federación Awá, ponen énfasis en la problemática social con un uso de técnicas de análisis espacial y cuantificación de cobertura vegetal muy limitado. Por ello el propósito de esta disertación es contribuir a un análisis detallado de la cobertura vegetal dentro del territorio Awá mediante el uso de técnicas de análisis espacial como la Teledetección y el procesamiento digital de imágenes, convirtiéndose así en un complemento a los estudios que ya existen sobre el tema y en una herramienta efectiva y técnica de cuantificación del fenómeno de deforestación y pérdida de la cobertura vegetal dentro de la Reserva Étnica Awá. Es claro que el territorio Awá por su enorme biodiversidad y su fuerte componente étnico, se trata de un espacio con una profunda problemática y una compleja red de relaciones que involucran tanto a Organizaciones indígenas, Agencias de conservación, Ong’s, Instituciones científico-técnicas, empresas palmicultoras y madereras y el propio Estado Ecuatoriano, por lo que ante todo este estudio pretende ser un insumo técnico cuyos resultados aporten información valiosa

que permitan a los actores sociales y autoridades tomar decisiones acertadas en el manejo y conservación de esta reserva.

1.4.2. Marco Teórico:

Conocer con exactitud como las perturbaciones naturales o antrópicas influyen en los ecosistemas, es de suma importancia para los planificadores en la actualidad; para ello las imágenes de satélite y los modelos para su clasificación, se han convertido en una herramienta de gran utilidad, ya que permiten tener información territorial en diferentes períodos de tiempo, registrando los cambios que se han venido dando en el espacio (Rodríguez, 2005). Particularmente en el campo forestal, la urgencia de formular políticas de manejo para los bosques tropicales se ha visto limitada por la escasa información disponible, haciendo de esta técnica, una herramienta útil para comprender la evolución de la cobertura vegetal, sus cambios y dinámica de una forma medible y cuantificable, lo que sin duda es de gran ayuda para el manejo y gestión de los recursos naturales.

En términos de planificación y ordenamiento territorial, la presente disertación está enmarcada dentro del enfoque de la gobernanza ambiental, teoría que afirma la necesidad de tener parámetros cuantificables de evaluación del estado y la configuración del territorio para a partir de ellos poder organizarlo y manejarlo (Pineda, 2002).

En suma el objetivo de este trabajo, es tener parámetros cuantificables del estado y dinámica de la cobertura vegetal a través del procesamiento digital de imágenes en un período de tiempo determinado, con el fin de que estos resultados sean un insumo válido a la hora de implementar planes de control y manejo de estos territorios a nivel forestal. Por ello desde el punto de vista técnico, para el estudio de elementos cuya respuesta espectral varía con el tiempo, como ocurre con la cobertura vegetal, lo que se hizo fue un análisis o clasificación multitemporal, proceso que integró imágenes obtenidas en diferentes fechas y que tomó como base técnicas de Percepción Remota y más concretamente de Procesamiento Digital de Imágenes para el registro de los cambios que ha experimentado la cobertura vegetal en la zona de estudio. Posteriormente los resultados obtenidos fueron utilizados como materia de análisis e insumo básico para determinar la dinámica de la cobertura vegetal en la Reserva Awá.

Este trabajo de síntesis se realizó mediante técnicas de análisis espacial utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG).

1.4.3. Marco Conceptual:

En la presente disertación se realizan varios procedimientos técnicos relacionados con la teledetección, y es por eso que muchos de los términos utilizados pueden resultar desconocidos, por ello a continuación se detallan los principales a fin de facilitar la comprensión del presente trabajo:

Deforestación: “Proceso mediante el cual se tala los árboles del bosque, los cuales al caer arrastran a su vez los que se encuentran en los alrededores. Se la practica con fines de explotación comercial, industrial (madera) y doméstica (leña)”. (Sarmiento, 2001)

Recursos Naturales: “Todos los bienes de la naturaleza que permiten al hombre subsistir en el planeta o fuera de él; pueden ser recursos naturales renovables (agua, aire, bosques, fauna, etc.) y recursos naturales no renovables (petróleo, gas, carbón, recursos genéticos silvestres, minas, etc.)” (Sarmiento, 2001)

Vegetación: “Conjunto de plantas que ocupan una determinada zona o región; término usado para referirse a las plantas abundantes y dominantes del lugar”. (Sarmiento, 2001)

Clasificación Digital: Es el proceso por el que se asigna un píxel de una imagen multiespectral a una de las categorías de la leyenda, generalmente sobre la base de similitudes entre los valores numéricos que las definen. 2. Proceso de gran importancia en la interpretación de imágenes por el cual se asigna a cada uno de los pixeles un número de clase basado en la reflectancia en una o más bandas. (Chuvieco, 1995)

DTM: (Modelo Digital del Terreno) Modelo Digital similar al DEM, que incorpora al mismo otra serie de atributos, además del relieve. Sinónimo MDT.

Filtro: Proceso selectivo por el cual se eliminan ciertas frecuencias espectrales, con el fin de realzar determinadas características o elementos de una imagen. (Chuvieco, 1995)

GIS: (Sistema de Información Geográfica) Es una aplicación que permite preparar, presentar e interpretar hechos que tienen lugar en la superficie terrestre. 2. Sistema integrado de captura, almacenamiento, manipulación, análisis y visualización de

información relativa a intereses de naturaleza geográfica. Existen dos tipos básicos de GIS: raster y vectorial. (ESRI, 1990)

Imagen satelital: Representación visual de la información capturada por un sensor montado en un satélite artificial. (Chuvienco, 1995)

LANDSAT: Serie de satélites de observación. El satélite LANDSAT 7, lanzado en abril de 1999 lleva el nuevo sensor denominado ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus). (USGS, 2004)

Procesamiento Digital de Imágenes: Conjunto de técnicas que se aplican a las imágenes digitales con el objetivo de mejorar la calidad o facilitar la búsqueda de información. (Chuvienco, 1995)

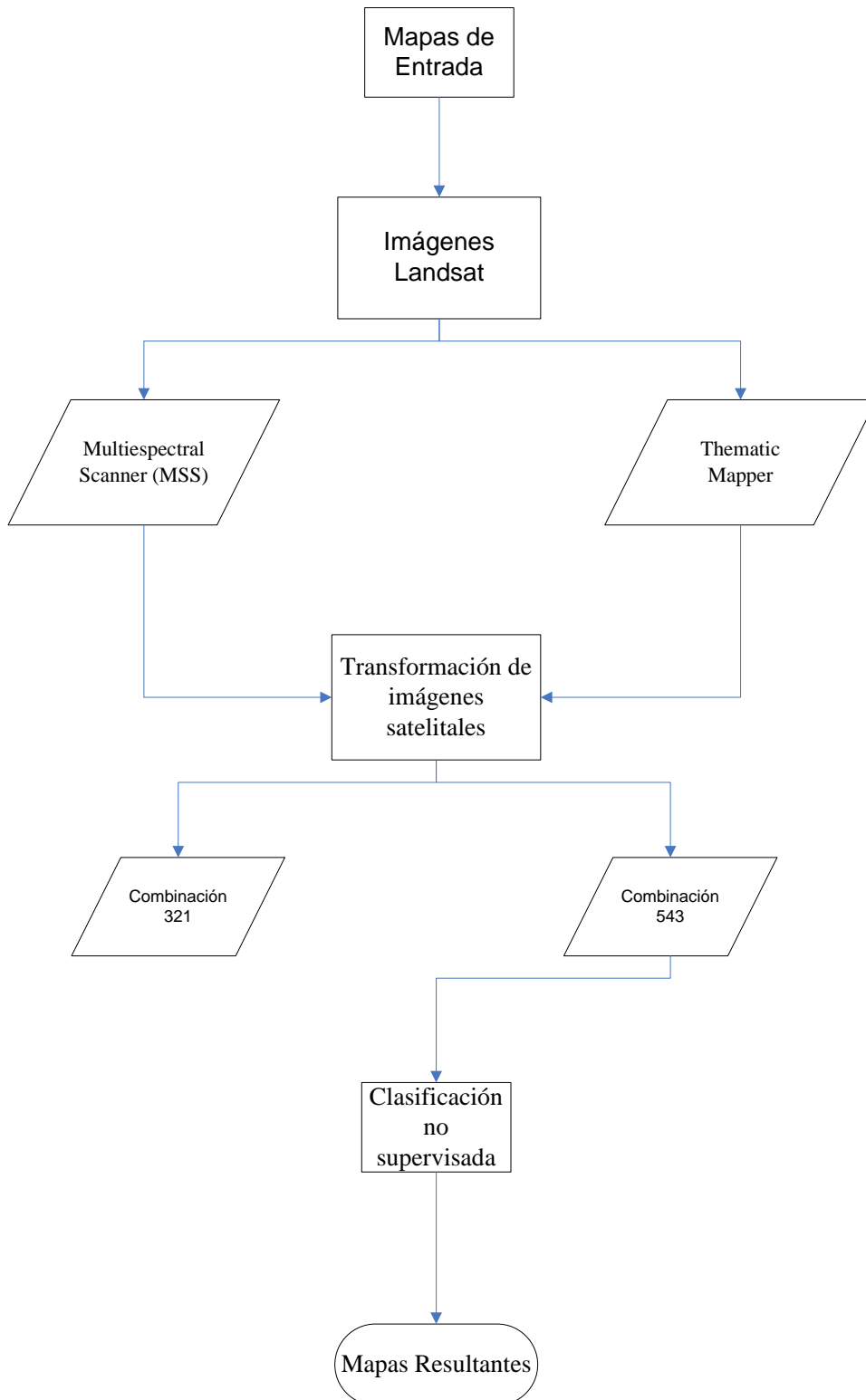
Realce de Imágenes: Procesos digitales que tienen como fin facilitar la mejora visual de una imagen de satélite mediante el aumento del contraste interno o la creación de nuevas bandas que ilustren mejor sobre sus características. 2. Resultado de aplicar una serie de operaciones para alterar o exagerar las diferencias de tonos en una imagen. Esta operación incluye el aumento de contraste, filtros, suavizados para una mejor localización de los elementos de interés, etc. (Chuvienco, 1995)

Teledetección: Técnica que permite obtener información sobre un objeto, área o fenómeno a través del análisis de los datos adquiridos por un instrumento que no está en contacto con el objeto, área o fenómeno bajo investigación. 3. Información recogida usando plataformas aerotransportadas o satélites. (Chuvienco, 1995)

TM: (Thematic Mapper) Equipo de barrido multiespectral de los Landsat 4 y 5, que cuenta con un total de 100 detectores. Su resolución espacial es de 30 m, su resolución espectral es de 7 bandas y su resolución radiométrica, de 8 bits. (USGS, 2004)

1.5. Metodología

Figura 1: Metodología



Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

Un buen manejo del recurso forestal depende en buena parte de un sistema de monitoreo efectivo, que permita la detección, cuantificación y seguimiento de los cambios ocurridos en los bosques a lo largo del tiempo, ya sean éstos por procesos de origen natural, antrópico o ambos. Estos cambios modifican la estructura y la extensión de los ecosistemas forestales, de allí la importancia de conocerlos y establecer su dinámica de la forma más precisa posible, a fin de tomar decisiones adecuadas con respecto al manejo y uso del recurso forestal (ITTO 2000). En la búsqueda de estos objetivos, las técnicas de percepción remota y el uso de sistemas de información geográfica (SIG), son una herramienta válida y de gran utilidad al momento de cuantificar y localizar los cambios que a través del tiempo se han venido dando sobre la cobertura forestal estudiada (Kajiwara et al 1990); y debido a ello son precisamente estas herramientas las que serán utilizadas en la presente disertación a fin de realizar un análisis del estado de los bosques en las comunidades del territorio Awá en el Ecuador en un período de tiempo determinado.

En general un modelo de SIG puede ser entendido como un proceso de combinación de dos o más mapas de entrada de cuyo análisis se obtiene un mapa resultante (Rodríguez, 2005). Y este principio básico es precisamente el que rige esta disertación, la cual se basa en el tratamiento y análisis de imágenes satelitales de la zona de estudio (mapas de entrada), a fin de obtener mapas resultantes que nos permitan tener una idea de cuál ha sido la dinámica de la cobertura vegetal en la Reserva Awá.

Imágenes Landsat: Las imágenes utilizadas en este estudio fueron las de los satélites Landsat. Los satélites Landsat constan de dos tipos de sensores; el Multiespectral Scanner (MSS) y el Thematic Mapper TM; los cuales funcionan a través de la radiación solar que reflejan los objetos en la superficie terrestre. Los datos de reflexión están relacionados o dependen de la estructura y composición de la vegetación. Esta información es enviada a la superficie terrestre donde estaciones receptoras analizan la información para luego distribuirla en forma de imágenes (Chuvienco, E. 1995). Las imágenes Landsat pueden ser presentadas tanto en formato de papel fotográfico como en formato digital, a partir de estas últimas se realiza el análisis digital. La representación digital de una imagen es un conjunto de números, con valores que van de 0 a 255; este conjunto de números está representado por puntos llamado “píxeles”. El valor de cada pixel es siempre un número entero y representa una superficie de terreno

de 30x30 m. En el caso de los satélites Landsat, estos pertenece al programa Landsat, financiado por el Gobierno de los Estados Unidos y operado por la NASA; su sensor es el denominado Thematic Mapper TM que opera en siete bandas espectrales diferentes. Estas bandas entre otras utilidades, sirven para el monitoreo de vegetación, con excepción de la banda 7 que se agregó para aplicaciones geológicas (Rodríguez, 2005). A continuación se presenta una tabla con la descripción de cada una de las bandas disponibles y sus aplicaciones:

Tabla 1: Utilidad de las Bandas Landsat en la Percepción Remota

Banda	Micrones	Utilidad sobresaliente en la Percepción remota
Banda 1	(0,45 a 0,52 - azul)	Cuerpos de agua, para diferenciar entre suelo y vegetación y para clasificar distintos cubrimientos boscosos.
Banda 2	(0,52 a 0,60 - verde)	Vigor de la vegetación sana, midiendo su pico de reflectancia (o radiancia) verde.
Banda 3	(0,63 a 0,69 - rojo)	Clasificación de la cubierta vegetal. También sirve en la diferenciación de las distintas rocas y para detectar limonita
Banda 4	(0,76 a 0,90 - infrarrojo cercano)	Contenido de biomasa, para la delimitación de cuerpos de agua y para la clasificación de las rocas.
Banda 5	(1,55 a 1,75 - infrarrojo medio)	Indicativa del contenido de humedad de la vegetación y del suelo. También sirve para discriminar entre nieve y nubes.
Banda 6	(10,40 a 12,50 - infrarrojo termal)	El infrarrojo termal es útil en el análisis del stress de la vegetación, en la determinación de la humedad del suelo y en el mapeo termal.
Banda 7	(2,08 a 2,35 - infrarrojo medio)	Discriminación de rocas y para el mapeo hidrotermal. Mide la cantidad de hidróxilos (OH) y la absorción de agua.

Fuente: Aerosat S.A 2004

Transformación de imágenes satelitales: Como ya se dijo anteriormente el sensor ubicado en el satélite, toma la energía irradiada por los elementos provenientes de la superficie terrestre y a nivel digital los convierte en un rango de valores numéricos enteros denominados pixeles comprendidos entre 0 y 255 niveles de grises (Clayton, F. et al., 2000). Para obtener la información de la superficie, es necesario el tratamiento de imágenes; se trata de un proceso de transformación de las mismas a través del cual se obtiene una gama de colores en base a la mezcla de tres principales: rojo, verde y azul

(RGB). La tonalidad de colores, está relacionada con el nivel digital de cada píxel, en un rango de 0 hasta 255 valores. (Chuvieco, E. 1995); de estos valores se extrae información sobre un tema en particular y se realiza la clasificación definitiva de la imagen analizada.

Clasificación Digital de Imágenes: La clasificación digital de imágenes es un proceso cuyo objetivo es obtener una nueva imagen en la que cada uno de los píxeles originales viene definido por un ND (Nivel Digital), que constituye el identificador de la clase a la que pertenece (Rodríguez, 2005). Estas clases pueden representar distintos tipos de información (variable nominal), o intervalos de una misma categoría (variable ordinal) (USGS, 2004). Por lo tanto, la clasificación en teledetección, consiste en clasificar N individuos procedentes de una muestra, en función de una serie de K variables (X_1, X_2, \dots, X_K). En este caso el conjunto de variables está compuesto por la información espectral y también por información textural (características de vecindad de un píxel) e información contextual (referente a la coherencia en la clasificación de píxeles vecinos).

La determinación de las clases puede hacerse básicamente mediante dos criterios:

1. Clasificación supervisada. Parte de un conjunto de clases conocido a priori a través del estudio en campo.

2. Clasificación no supervisada. No se establece ninguna clase a priori, en este caso es necesario determinar el número de clases que queremos establecer y dejar que las defina un procedimiento estadístico.

En el caso de la Clasificación No Supervisada, el agrupamiento de píxeles similares es realizado automáticamente, obteniéndose categorías arbitrarias que son utilizadas para la clasificación del área de estudio (Chuvieco E., 1995). En general la clasificación no supervisada da como resultado información que es una referencia lógica de lo que capta el sensor. Este método minimiza el tiempo de trabajo, ya que evita la visita al campo; sin embargo requiere del criterio adecuado del analista para asistir y complementar los resultados que han sido obtenidos en forma automática por el software (Rodríguez, 2005).

2. LA RESERVA ÉTNICA AWÁ: ASPECTOS BIOFÍSICOS Y SOCIALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1. Ubicación geográfica

El territorio Awá se ubica en el extremo noroccidental del país, en las estribaciones occidentales de la Cordillera de los Andes y a una altitud entre los 800 y 1.600 metros. Esta reserva abarca una superficie total de unas 120.0000 hectáreas, cubre las provincias de Carchi (cantón Tulcán, parroquias de Chical y Tobar Donoso), Esmeraldas (cantón San Lorenzo, parroquias de Mataje y Tulubi) e Imbabura (cantón Ibarra, parroquia de Urcuquí). La localización geográfica de la Reserva Étnica Awá es por naturaleza conflictiva, ello debido principalmente a los territorios que la limitan: al norte con la República de Colombia, al sur con tierras colonizadas a lo largo de la carretera Ibarra-San Lorenzo, al este con tierras de propiedad de asociaciones agrícolas que hacen un uso intensivo del espacio con estos fines, y finalmente al oeste, limitando con territorios en posesión de comunidades afroecuatorianas donde predomina la conversión del bosque en áreas de cultivo de palma africana y de explotación maderera (Rodas, 2005). Todo ello configura un escenario en donde los recursos naturales existentes dentro de la reserva, se encuentran fuertemente amenazados y a merced de las decisiones que desde las Comunidades que forman parte del Territorio Awá tomen en torno a su uso y manejo. Ver Anexo N° 1

2.2. Aspectos Biofísicos

La temperatura en la zona es variada, en las partes altas oscila entre 22.7 y 23.3 °C; mientras que en la zona baja, cercana a la costa, la temperatura se encuentra entre 25 y 27 °C (Rodas, 2005). La época de mayor precipitación se encuentra entre los meses de enero y mayo, y la de menor nivel de precipitación entre julio y septiembre (FCAE; 2001). En general en toda la reserva los niveles de pluviosidad varían de acuerdo con la altitud; así en la parte baja la influencia proviene de la Corriente del Niño, mientras que en las zonas más altas es la nubosidad desde la región amazónica empujada por los vientos alisios de la cordillera, la cual determina patrones de pluviosidad elevados.

Debido a las altas precipitaciones y a la topografía irregular que caracteriza a esta zona, la presencia de un buen número de ríos y quebradas es visible; formando una red de subcuencas que irrigan el territorio y coadyuvan a la proliferación de especies y a la gran biodiversidad de esta zona.

A nivel ecológico y de acuerdo con la clasificación de formaciones vegetales propuesta por Sierra (1999), el territorio Awá presenta los siguientes ecosistemas:

- **Bosque siempreverde montano bajo:** bosques ubicados en la cordillera Occidental, donde forman una franja angosta a lo largo de las estribaciones, desde Colombia hasta el valle de Girón-Paute, entre 1300 a 1800 m de altitud (Sierra, 1999). También puede encontrárselos en el norte y centro de la cordillera Oriental en una franja altitudinal más amplia (1300–2000 m). Poseen un estrato arbóreo que alcanza de 25 a 30 m de altura. Aquí, las epifitas se vuelven mucho más abundantes mientras que las lianas disminuyen tanto en diversidad como en abundancia. En la subregión sur, el estrato arbóreo está dominado por árboles de *Podocarpus* y el sotobosque está cubierto densamente por varias especies de *Chusquea*. En el Oriente, esta formación se encuentra en las laderas de la Cordillera Galeras, a manera de un bosque siempreverde denso, con tres estratos difíciles de separar.
- **Bosque siempreverde de tierras bajas:** son formaciones arbóreas con un dosel de más de 30 m., alcanzan hasta los 300 m. de altitud y están restringidos a la provincia de Esmeraldas y el norte de la provincia de Manabí (Sierra, 1999). Entre las especies características de esta formación están: *Oenocarpus bataua*, *Iriartea deltoidea*, *Phytelephas aequatorialis*, *Otoba parvifolia*, *Guarea kunthiana*, *Perebea xanthochyma*, *Caryodendron orinocense*, *Grias peruviana*, *Otoba glycyarpa* y *Protium amazonicum* (Muriel, 2008). Este ecosistema se encuentra fuertemente afectado por el avance de la frontera agrícola, particularmente la actividad ganadera y la palmicultura.

2.3. Aspectos Socioculturales

La Nacionalidad Awá

Desde varios siglos atrás, las comunidades Awá han ocupado territorios selváticos del piedemonte Andino Colombiano en su vertiente hacia el Pacífico (FCAE, 2002). La consolidación del municipio de Ricaurte en el 1900 y la construcción de carreteras hacia estas regiones aceleraron los procesos migratorios, que aupados por la denominada *guerra de los mil días entre conservadores y liberales*, propiciaron la ocupación Awá en la zona norte de Ecuador (Provincias de Carchi, Esmeraldas e Imbabura). Es así como la llegada de población Awá a nuestro país, se remonta hace casi un siglo, sin embargo es a partir de 1982 cuando el pueblo Awá consolida un proceso organizativo fuerte con el fin de lograr reivindicaciones a nivel territorial y de reconocimiento político por parte del Estado ecuatoriano (FCAE, 2002). Este proceso implicó que los Awá se movilizaran hasta Quito con el fin de lograr la defensa de su territorio; a partir de allí inicia una larga negociación en la que intervinieron tanto instancias estatales y religiosas como de cooperación internacional, cuyo resultado final fue la conformación la *Federación de Centros Awá del Ecuador* (FCAE) y la adjudicación de un territorio de 101.000 Hectáreas al que se lo denominó como “Reserva Étnica Forestal Awá Kwaiker”. La adjudicación de estos territorios a las comunidades Awá constituyó un proceso largo que involucró varias etapas:

- **1988:** reconocimiento por parte del Ministerio de Agricultura y Ganadería del territorio ancestral Awá.
- **1995:** nueva delimitación de los territorios ancestrales Awá por parte del INEFAN.
- **2006:** adjudicación por parte del Ministerio del Ambiente a la Federación de Centros Awá del Ecuador de 99.336,51 hectáreas correspondientes a las parroquias Tululbi y Mataje del Cantón San Lorenzo (Prov. de Esmeraldas) y las parroquias Chical, Tobar Donoso y Jijón y Caamaño de los cantones Tulcán y Mira (Prov. del Carchi) (Pineda, 2010).

En la actualidad la Nacionalidad Awá del Ecuador cuenta con una población total de 3.500 personas agrupadas en 21 comunidades reconocidas legalmente (FCAE, 2002):

Tabla 2: Ubicación de las Comunidades Awá en el Ecuador

No. de Comunidades Awá	Provincia donde se encuentran
13	Provincia del Carchi
3	Provincia de Imbabura
6	Provincia de Esmeraldas

Fuente: FCAE, 2002

Elaboración: F. Pavón 2011

El reconocimiento de su territorio, que desde el Estado consiguieron las comunidades Awá, constituyó un avance fundamental en el fortalecimiento de su proceso organizativo (Pineda, 2010); pero paralelo a ello se generaron nuevos desafíos relacionados principalmente con la defensa de dicho territorio frente a las amenazas externas que ponen en peligro la disponibilidad y permanencia de sus recursos naturales. Dichas amenazas están relacionadas con el repunte de la explotación maderera y el avance de la frontera agrícola tanto dentro del territorio Awá como en territorios circundantes, por lo cual la lucha de estas comunidades en defensa de su territorio, la han librado tanto con grandes compañías como con grupos étnicos vecinos (especialmente afroecuatorianos), lo cual ha puesto en riesgo la armonía de las relaciones comunitarias y ha acrecentado los conflictos entre grupos étnicos en la Región del Chocó. Los conflictos se presentan por la disputa territorial tanto con organizaciones de campesinos agrícolas de la zona de San Vicente y del Río Tigre como con comunidades afroecuatorianas (Asociación de Negros del Ecuador-ASONE); ya que según las comunidades Awá, estas organizaciones campesinas no han habitado ese territorio y lo quieren para hacer negocios y extraer la madera en virtud de sus conexiones con empresas madereras (Pineda, 2010).

Disposiciones estatales a través del Ministerio del Ambiente en el 2007 determinaron el co-manejo de una porción de terreno que incluía fragmentos del Territorio Awá (17. 493 Hectáreas), la lucha del pueblo Awá logró la revisión y restitución del territorio en litigio. Como es evidente, la relación de la organización Awá con el Estado ha sido tensa y ha se ha centrado sobre todo en la delimitación y el reconocimiento de la propiedad legítima de este territorio por parte de la etnia Awá (Pineda, 2010).

En este contexto la etnia Awá ha buscado legitimar la posesión efectiva de estos territorios a través de su organización con el apoyo de otras organizaciones como la Fundación Altrópico del Ecuador y también mediante el uso sustentable de los recursos naturales.

2.4. Situación actual de los bosques en la Reserva Étnica Awá

2.4.1. Aspectos Generales

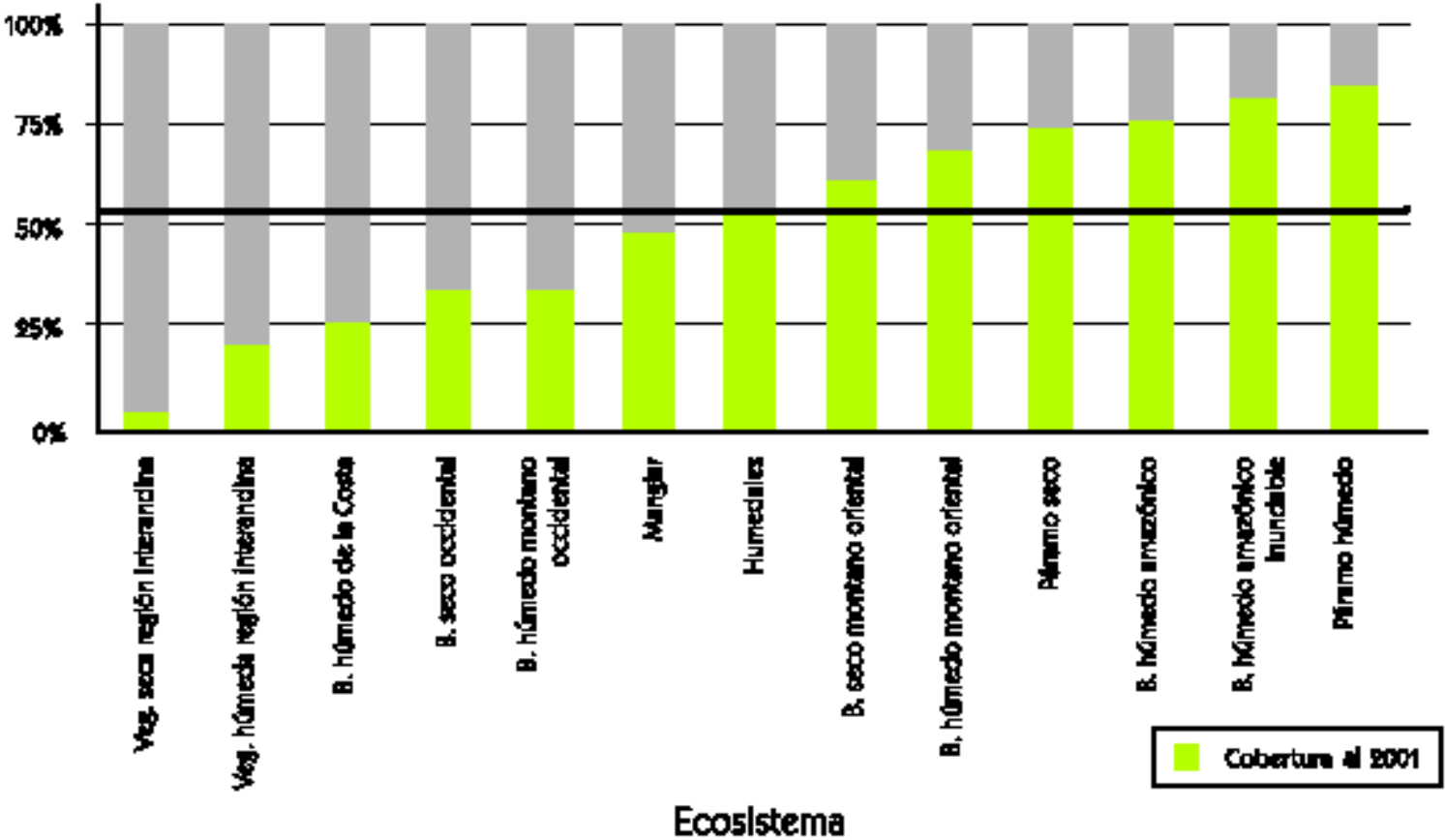
La Deforestación en el Ecuador

La condición de megadiverso del Ecuador tanto a nivel cultural como biológico, es un hecho irrefutable; de hecho nuestro país está entre las diecisiete naciones que albergan más de 70% de las especies terrestres y dulceacuícolas conocidas del mundo, ello en un pequeño territorio que representa menos del 0.2 % de la superficie total del planeta (Falconí, 2003). Myers destaca al Ecuador como uno de los países con la más elevada biodiversidad por hectárea en Sudamérica, pero también como uno de los más amenazados y con mayores obstáculos para la conservación (Falcón, 2003).

En términos generales nuestro país a nivel continental alberga 14 ecosistemas terrestres que contienen 46 formaciones vegetales (Sierra, 1999); dentro de este grupo encontramos formaciones de estribaciones montanas, vegetación interandina, páramos, ecosistemas costeros, como el manglar y bosques de tipo húmedo y seco, (II Informe Nacional De Los Objetivos De Desarrollo Del Milenio – Ecuador, 2007); siendo estos últimos de gran importancia para la conservación. La importancia de los bosques radica no solo en su extensión, sino también en su alto valor ecológico y en los beneficios y bienes que producen (Falconí, 2003). Sin embargo, el ritmo de pérdida de cobertura boscosa en el Ecuador ha sido intenso en los últimos años, la evaluación de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) señala que los bosques naturales disminuyeron de 16,6 x 10⁶ hectáreas en 1970 a 14,3 x 10⁶ hectáreas en 1980, decreciendo a 12 x 10⁶ en 1990 y 11,1 x 10⁶ hectáreas en 1995 (FAO, 2003). Asimismo, datos más recientes de la FAO indican que para el año 2000 la superficie forestal el Ecuador se distribuyó en 10.557 millones de hectáreas de bosque, que correspondía al 38,1% de la superficie terrestre del país (FAO, 2003). Finalmente en el 2001 la publicación *La Biodiversidad del Ecuador: Informe 2000*, señaló que la tasa promedio de deforestación anual en el Ecuador es del 2,4%; es decir una pérdida

anual de 340 000 hectáreas de bosque, principalmente en la provincia de Esmeraldas; considerada como una de las más altas en el contexto sudamericano. La pérdida de cobertura boscosa en el Ecuador, está relacionada con varios procesos, entre los que pueden citarse el crecimiento urbano, el avance de la frontera agrícola y la inexistencia de una política ambiental efectiva que regule el manejo del bosque (López, 1996). El siguiente gráfico muestra el porcentaje de vegetación remanente de cada ecosistema en el Ecuador:

Gráfico 1: Porcentaje de Vegetación Remanente para cada Ecosistema en el Ecuador, 2001



Fuente: Proyecto PROMSA/CDC & EcoCiencia (2005)

En general estos ecosistemas tienen una superficie menor al 50% de su condición potencial. Con menos del 75% de cobertura están los humedales, el bosque seco montano oriental, el bosque húmedo montano oriental y el páramo seco. Son los bosques húmedos amazónicos y los páramos húmedos los que tienen una superficie mayor al 75%. A nivel latinoamericano, la FAO estima que la cobertura boscosa ha pasado del 50,4% en 1990 al 48,0% en el 2001. La pérdida de cobertura forestal regional está en el orden de 46,7 millones de hectáreas, con una deforestación anual promedio del 0,5%, es decir, más del doble del promedio mundial. Ecuador está entre los países de la región con mayor pérdida de superficie natural y mayor tasa de deforestación. En torno a esta problemática, son varias las opciones que surgen como alternativas para la conservación de los bosques. Ospina (2000) en el documento “Política y estrategia nacional de biodiversidad: estudios y propuesta base”, indica que dentro de ellas están: el ‘cierre’ paulatino de la frontera de colonización, junto con la entrega de amplios territorios indígenas y la delimitación de un importante patrimonio de áreas naturales de conservación (Falconí, 2003). Uno de estos ejemplos es precisamente la consolidación del Territorio Awá y sus 22 comunidades.

Dinámica de los bosques del noroccidente, deforestación y avance de la frontera agrícola en el Chocó ecuatoriano.

Toda la biodiversidad de la que goza el territorio ecuatoriano, se debe entre otras cosas a la existencia de centros de alta diversidad biológica o también llamados hot spots¹, entre los que destacan los Andes Tropicales y el Área Biogeográfica del Chocó, que ocupa el quinto puesto dentro de los hot spot a nivel mundial y que es además donde se encuentra el Territorio Awá, objeto de estudio de la presente disertación.

¹ Los *hotspot* o “puntos calientes” de biodiversidad con prioridad de conservación se definen como regiones donde se concentra un mínimo de 1.500 especies de plantas vasculares endémicas —equivalente al 0,5 por ciento del total de plantas vasculares en el mundo—, una alta proporción de vertebrados endémicos, y en donde el hábitat original ha sido fuertemente impactado por las acciones del hombre (Myers y otros, 2000). A la fecha se han definido 34 *hotspot* que reúnen dichas características (Mittermeier y otros, 2004).

La Región del Chocó, contiene las áreas más extensas de bosque húmedo tropical de los geotrópicos, y tiene uno de los más altos niveles de diversidad y endemismo en el mundo. Sin embargo, el Chocó es en la actualidad uno de los mayores frentes de deforestación de Sudamérica y el Ecuador, donde apenas el 18% de cobertura boscosa original permanecía hasta 1996 (Sierra 1999). Por ello la zona del Chocó ecuatoriano es considerada como un frente muy activo de expansión de la frontera agrícola (Vélez, 2010).

En el caso del Chocó ecuatoriano, uno de los principales factores de la degradación forestal y la pérdida de cobertura boscosa, según estudios de World Wide Fund for Nature (WWF), es el comercio internacional de madera y el avance de la frontera agrícola, específicamente el monocultivo de palma africana (Sierra, 1996), el mismo estudio sugiere también que esta actividad ha llevado a la pérdida de 90% de la cobertura forestal en algunas zonas al interior del Chocó, las cuales han llegado a registrar tasas de deforestación de entre 2 y 3% anual.

2.4.2. Los bosques en la Reserva Étnica Awá

La Reserva Étnica y Forestal Awá está localizada entre las provincias de Esmeraldas y Carchi, abarcando un total aproximado de 120.000 ha. El territorio Awá está cubierto en un 65% por bosques primarios, la mayoría en buen estado de conservación. Las formaciones vegetales incluidas en esta reserva van desde el bosque húmedo tropical de tierras bajas, hasta el húmedo montano o nublado de las estribaciones andinas. En 1998 la Reserva Awá fue declarada como Bosque Protector y Reserva Étnica tanto por la biodiversidad en ecosistemas y especies que alberga, como por ser el área ocupación ancestral de los indígenas Awá en el Ecuador; por lo que forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y es desde el Estado considerada una zona prioritaria para la conservación. En los alrededores existen porciones remanentes de bosque subtropical y tropical, mientras que en las áreas de ocupación humana hay actividades agrícolas y ganaderas de subsistencia, así como extracción de madera y cacería en menor grado.

Debido a ello, aunque la reserva es extensa y los bosques se encuentran relativamente bien conservados, es indudable la existencia de fuertes amenazas para la biodiversidad

de este territorio, en particular en la zona baja. Una de ellas es la construcción de carreteras, las cuales pasan por áreas de bosque primario especialmente al oeste y sur del Territorio Awá, así la nueva infraestructura vial ha favorecido el desarrollo de la actividad maderera en la zona, y con ello la deforestación del bosque.

Así la extracción comercial de madera, actividad intensa en los bosques del Chocó ecuatoriano, y también la extracción selectiva a pequeña escala, actividad llevada a cabo por las propias comunidades residentes al interior de la reserva (Sierra, 1999), se ha convertido en una de las principales causas de la pérdida de los bosques. Las compañías madereras han abierto carreteras de extracción que terminan en el límite del territorio. Con las compañías madereras llegando cerca al territorio, empezaron los ofrecimientos de comprar madera. A pesar de ser ilegal, los intermediarios de las compañías empezaron a realizar negocios con algunas familias Awá, causando problemas organizativos en varias comunidades y a nivel de la FCAE.

Otro problema relacionado con la disminución de la cobertura vegetal en la zona, lo constituye sin duda la expansión de la frontera agropecuaria es otra actividad que tuvo un fuerte impacto, la cual se desarrolló principalmente por la apertura y adecuación de vías de acceso al área, con lo se generaron fuertes frentes de colonización que amenazan la integridad de este sitio. Este mismo hecho, paralelamente ha favorecido el ingreso de otros grupos indígenas, negros y mestizos, como producto del desplazamiento de sus anteriores áreas de ocupación, con lo cual se ha intensificado la presión sobre los recursos naturales y desde el punto de vista social han acrecentado los conflictos entre los indígenas Awá, dueños legítimos de la reserva, y los recién llegados que hacen uso de los recursos invadiendo tierras. Adicionalmente a estos hechos, otro aspecto que amenaza la conservación de los bosques de la Reserva Awá, es el desarrollo en las últimas décadas de la actividad agrícola a gran escala, caracterizada por la existencia de grandes plantaciones de palma africana; de hecho hoy en la Reserva existen varias concesiones para el establecimiento de plantaciones de palma africana especialmente en la parte baja.

A pesar de toda la problemática en torno al bosque y su conservación, existen algunas iniciativas de conservación que se están ejecutando dentro de la Reserva o que incluyen a esta, una de ellas es el Corredor de Conservación Chocó- Manabí, una iniciativa de

Conservación Internacional (CI); también son dignas de mención otras llevadas a cabo por el Ministerio del Ambiente que en conjunto con la parte Colombiana (Colombia también posee una Reserva del mismo nombre), han promovido acciones binacionales junto con la participación de la Federación de Centros Awá del Ecuador, World Wildlife Fund-Colombia y Fundación Altrópico, las cuales se enmarcan dentro del Proyecto Conservación y Manejo de la Biodiversidad en el Territorio Indígena Awá del Ecuador.

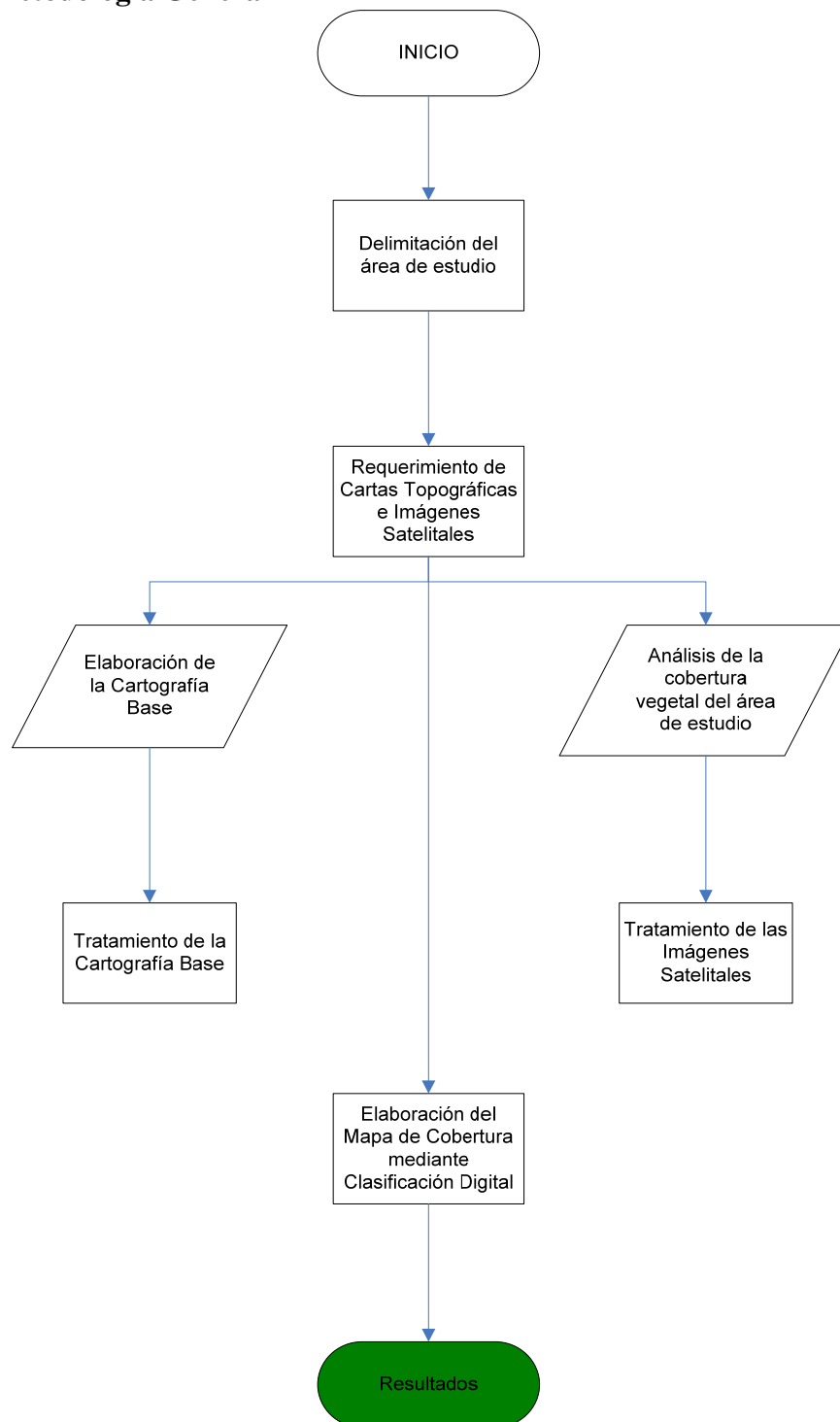
El Ministerio del Ambiente, encargado de vigilar el manejo y extracción forestal, ha tenido muchas dificultades en sus intentos de controlar a estas empresas y sus compradores formales e informales. Durante los últimos 2 años, la FCAE ha comenzado varios juicios penales contra diferentes empresas madereras por haber entrado ilegalmente a su territorio para extraer madera, y con la Comisión Cívica de Control de la Corrupción, se ha denunciado actos ilegales de algunos funcionarios del Ministerio del Ambiente.

Durante el proceso de planificación territorial, estas presiones de las empresas forestales fueron tomadas en cuenta por las comunidades en su análisis de la situación forestal y dieron pie a que la FCAE decidiera empezar con su propio proyecto de manejo forestal, con el objetivo de proporcionar ingresos sostenibles a sus comunidades, conservar sus bosques y contrarrestar las presiones de las empresas. Durante este proceso de análisis de la situación forestal y la definición de propuestas, las comunidades Awá establecieron 3 puntos básicos que han servido para el desarrollo del proyecto forestal: el proyecto tendría que ser administrado y dirigido por la FCAE; no se permitiría el uso de maquinaria pesada en la extracción de madera del Territorio Awá, y; los beneficios se repartirán equitativamente sobre la base de los acuerdos que establezcan las comunidades con la FCAE.

A base de estos tres puntos, los dirigentes de la FCAE desarrollaron una propuesta que fue presentada al Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) de Colombia en 1998. La FCAE, junto con cuatro comunidades involucradas en este primer proyecto piloto, escogió a ocho jóvenes de sus comunidades para formar el Equipo Forestal Awá (EFA) y empezar un entrenamiento como técnicos forestales. También se contrató un técnico forestal indígena para acompañarles y, con el apoyo de ALTRÓPICO, se contrató a un ingeniero forestal a tiempo completo para que trabaje con el EFA.

3. PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES Y CLASIFICACIÓN NO SUPERVISADA PARA LA DETERMINACIÓN DE CAMBIOS EN LA COBERTURA VEGETAL DENTRO DE LA RESERVA ÉTNICA AWÁ

Figura 3: Metodología General



Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

3.1. Delimitación del área de estudio

El Territorio Awá en el Ecuador está ubicado en 7 parroquias (Mataje, Tululbí, Alto Tambo, Tobar Donoso, El Chical, Lita y La Merced de Buenos Aires) que comprenden parte de las Provincias de Carchi, Esmeraldas e Imbabura, con una altitud de 212 msnm y ubicado geográficamente entre las coordenadas 17°31'30" - 17°7'30" de latitud sur y 64°47'10" - 64°31'05" de longitud oeste (Sistema Nacional de Información). En el Anexo N°1 se muestra el área de estudio, los mapas fueron trabajados en proyección UTM, esferoide internacional 1984 y el Datum correspondiente al WGS - 84.

3.2. Requerimiento de Cartas Topográficas e Imágenes de Satélite

3.2.1. Elaboración de la Cartografía Base

Para la elaboración de la cartografía base fue necesaria la adquisición de ocho cartas topográficas a escala 1:50.000; las cuales cubren en su totalidad el Territorio de las Comunidades Awá en el Ecuador. Las cartas utilizadas son:

- TULULBÍ (CORRIENTE LARGA)
- TOBAR DONOSO
- SANTA RITA
- RÍO CUMUMBÍ
- ALTO TAMBO
- LITA
- ESTRIBACIONES DE LANCHA
- JIJÓN Y CAMAÑO

3.2.2. Análisis de la cobertura vegetal del área de estudio

Para el análisis multitemporal de la cobertura vegetal de las comunidades del Territorio Awá en el Ecuador, se utilizaron Imágenes Landsat TM y Landsat ETM Path 010, Row 059, también con el apoyo del Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN) se obtuvo una imagen SPOT del año 2008, la cual no pudo ser utilizada para el análisis y clasificación de la cobertura vegetal, ya que cubría solo una pequeña parte del noroccidente del área de estudio, correspondiente a la zona de San Lorenzo. Sin embargo debido a su nivel de detalle y resolución de 5 metros, fue utilizada como referencia para la comprobación de la clasificación de la cobertura obtenida mediante el tratamiento de las imágenes Landsat. El Análisis multitemporal de la cobertura vegetal de las comunidades del Territorio Awá en el Ecuador fue realizado tomando en cuenta imágenes de tres años diferentes (1986, 2000 y 2011); sin embargo por la presencia de nubes en la zona fue necesaria la adquisición de imágenes fuera de estos años, con la finalidad de poder excluir la mayor cantidad de zonas sin información y obtener así una mejor visualización de la cobertura vegetal del área de estudio para su clasificación. A continuación se enumeran las imágenes que fueron descargadas y posteriormente procesadas con sus respectivas fechas de toma:

- Landsat 5 19 de febrero 1986
- Landsat 5 29 de septiembre 1997
- Landsat 7 18 de febrero 2000
- Spot 6 de febrero 2008
- Landsat 7 18 de febrero 2010
- Landsat 7 4 de marzo 2011
- Landsat 7 13 de abril 2011

Las imágenes fueron trabajadas para su tratamiento y clasificación mediante el Software Erdas Image 9.1 y posteriormente para su edición y diseño de la cartografía en ArcGIS 9.3.

3.2.3. Tratamiento de la Cartografía Base

Las Comunidades del Territorio Awá están ubicadas dentro ocho cartas topográficas a escala 1:50.000 como se mencionó anteriormente. El primer paso para poder transformar la información de análogo (cartas impresas) a digital (formato vector) fue el escaneo de las cartas topográficas; una vez escaneadas, el siguiente paso fue la georeferenciación de las mismas utilizando el software ArcGis 9.3 y su herramienta Georeferencing, tomando como puntos de control las coordenadas que se indican en la tabla N° 3. Con las cartas georeferenciadas, se creó un mosaico de todas aquellas que comprenden el área de estudio y con la imagen Landsat 7 del 13 de abril de 2011, se digitalizaron los límites de las Comunidades Awá, tomando como fuente la delimitación de la Federación de Centros Awá del Ecuador (FCAE).

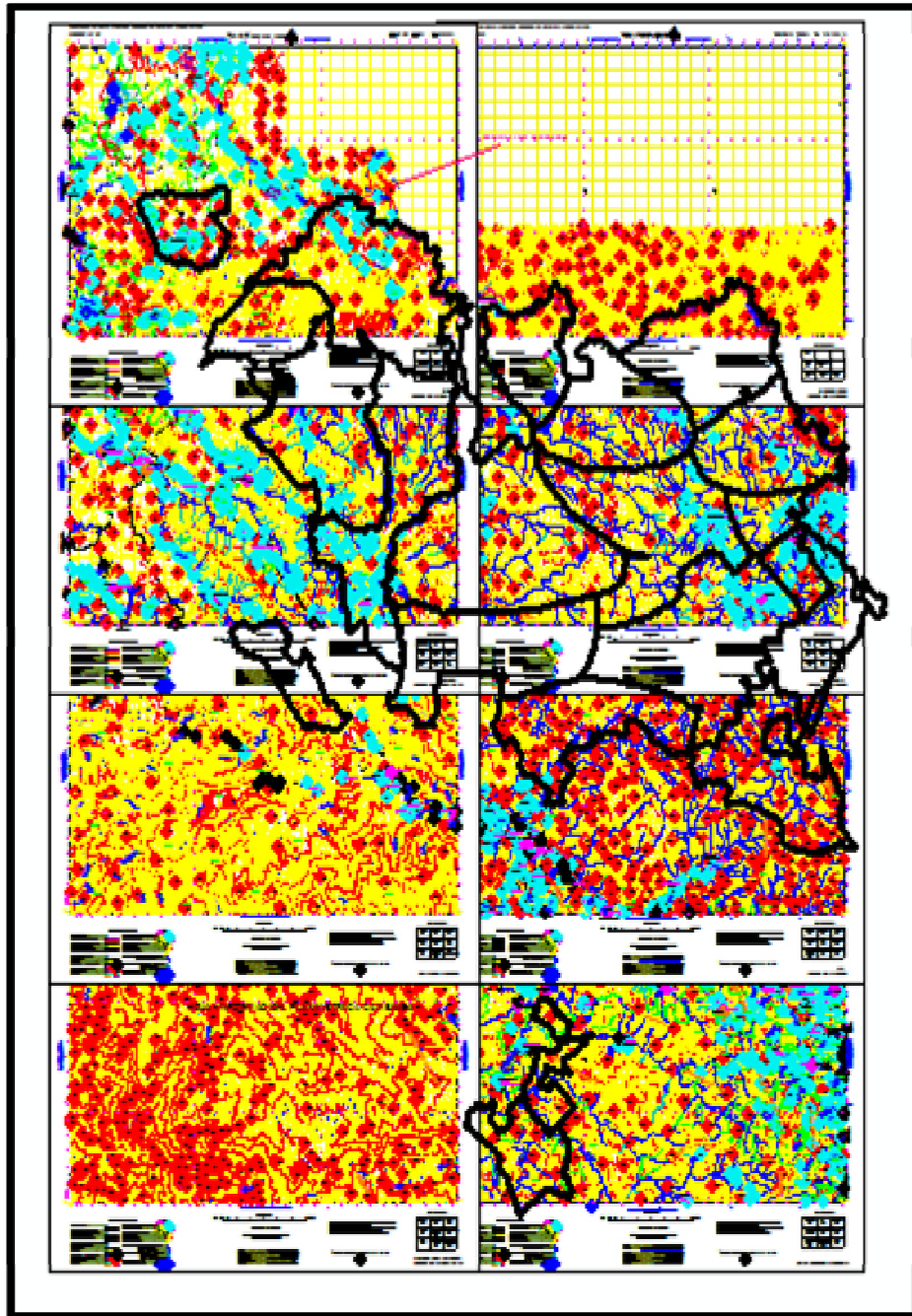
Tabla 3: Puntos de Control

Carta Topográfica 1:50.000	Coordenada X	Coordenada Y
TULULBÍ (CORRIENTE LARGA) ÑI-E2	752000	10147000
	776000	10147000
	752010	10130000
	777015	10130000
TOBAR DONOSO ÑI-F1	779000	10147000
	805000	10147000
	779000	10130000
	805000	10130000
SANTA RITA ÑI-F4	751000	10128000
	777000	10128000
	751000	10111000
	777000	10112000
RÍO CUMUMBÍ ÑI-F3	780000	10128000
	804000	10128000
	779000	10111000
	805000	10112000
ALTO TAMBO ÑII-A4	751000	10110000
	777000	10110000
	751000	10093000
	777353	10092700
LITA ÑII-B1	780000	10110000
	805000	10110000
	779000	10093000
	805000	10093000
ESTRIBACIONES DE LANCHA ÑII-A4	751000	10091000
	777000	10091000
	751000	10074000
	777000	10075000
JIJÓN Y CAMAÑO ÑII-B2	779000	10091000
	805000	10091000
	780000	10075000
	805000	10074000

Fuente: Instituto Geográfico Militar

Elaboración: F. Pavón 2011

Figura 4: Mosaico Área de Estudio



Fuente: Instituto Geográfico Militar

Elaboración: F. Pavón 2011

Con el área de estudio ya delimitada, se procedió a la digitalización de la cartografía base (coberturas vial, hidrográfica, centros poblados, entre otras), actualizada al 2011. Cabe mencionar que para la digitalización de la cartografía base, se tomaron como referencia las cartas topográficas escaneadas y digitalizadas del I.G.M. disponibles para el sector en estudio. A continuación se detallan en la Tabla N° 4 las coberturas que fueron obtenidas como producto de la digitalización, con sus respectivos campos y atributos creados.

Tabla 4: Coberturas Obtenidas

Geodatabase	Feature Dataset	Feature Class	Tipo	Campos de Atributos		
Territorio Awá	Límites	area_total_a	Polígono	COMUNIDAD / TEXTO / 80		
	Construcciones	casa_p	Punto	NAM / TEXTO / 80		
	Curvas	curvas_nivel_l	Línea	DESCRIPCIÓN / TEXTO / 250	TIPO / TEXTO / 20	VALOR / NUMÉRICO / FLOAT POINT
	Poblados	nombre_areas_p	Punto	DESCRIPCIÓN / TEXTO / 250	NAM / TEXTO / 80	
		poblados_p	Punto	DESCRIPCIÓN / TEXTO / 250	NAM / TEXTO / 80	
		zona_urbana_a	Polígono	DESCRIPCIÓN / TEXTO / 250	NAM / TEXTO / 80	
	Red Hidrográfica	rio_a	Polígono	DESCRIPCIÓN / TEXTO / 250	NAM / TEXTO / 80	
		rio_l	Línea	DESCRIPCIÓN / TEXTO / 250	NAM / TEXTO / 80	
	Red Vial	rodera_l	Línea	DESCRIPCIÓN / TEXTO / 250	NAM / TEXTO / 80	
		sendero_l	Línea	DESCRIPCIÓN / TEXTO / 250	NAM / TEXTO / 80	
via_l		Línea	DESCRIPCIÓN / TEXTO / 250	NAM / TEXTO / 80		

Fuente: Instituto Geográfico Militar

Elaboración: F. Pavón 2011

Las coberturas digitalizadas que forman parte de la cartografía base de las comunidades del Territorio Awá en el Ecuador fueron colocadas en una Geodatabase, utilizando el Arc Catalog; con la finalidad de realizar la corrección topológica de estas coberturas y garantizar que los elementos digitalizados no presenten errores tanto de geometría, topónimos y continuidad en cada elemento. Para dicha depuración las reglas topológicas que se tomaron en consideración fueron las siguientes:

Para elementos lineales:

- *Must Not Overlap.*
- *Must Not Intersect.*
- *Must Not Have Dangles.*
- *Must Not Have Pseudos.*
- *Must Not Self – Overlap.*
- *Must Not Self – Intersect.*
- *Must Be Single Part.*
- *Must Not Intersect Or Touch Interior.*

Para elementos poligonales:

- *Must Not Overlap.*
- *Must Not Have Gaps*

En la Figura N° 3 se puede apreciar todas las reglas topológicas que ArcGIS tiene para los tres tipos de elementos vectoriales (puntos, líneas o polígonos).

Figura 5: Reglas Topológicas

ArcGIS® Geodatabase Topology Rules

Topology in ESRI® ArcGIS® allows you to model spatial relationships between features based in a feature dataset. Topology rules allow you to define those relationships between features in a single feature class or subtype or between two feature classes or subtypes. Topology rules allow you to define the spatial relationships that meet the needs of your data model. Topology rules are violations of the rules that you can easily find and manage using the editing tools found in ArcMap®.

How to read these diagrams:

Topology rule name: The text next to the diagram is the name of the topology rule. The diagram shows the spatial relationship between features that the rule is designed to enforce. The text below the diagram is a general description of when to use this rule.

<p>Must not overlap</p> <p>Polygon</p> <p>Use this rule to make sure that polygons overlap neither polygons in the same feature class or subtypes.</p>	<p>Must not have gaps</p> <p>Polygon</p> <p>Use this rule when all of your polygons should have a continuous surface with no cracks or gaps.</p>	<p>Must be larger than cluster tolerance</p> <p>Line or Polygon</p> <p>This rule is applied to all line and polygon feature classes that participate in the topology.</p>	<p>Must not have pseudonodes</p> <p>Line</p> <p>Use this rule to check up data with inappropriately subdivided lines.</p>
<p>Contains point</p> <p>Polygon</p> <p>Use this rule to make sure that there is a unique correspondence between features of a polygon feature class and a point feature class.</p>	<p>Contains one point</p> <p>Polygon</p> <p>Use this rule to make sure that there is a unique correspondence between features of a polygon feature class and a point feature class.</p>	<p>Must not have dangles</p> <p>Line</p> <p>Use this rule when you want lines in a feature class or subtype to consist of one another.</p>	<p>Must not self overlap</p> <p>Line</p> <p>Use this rule when you want lines to touch at their ends without intersecting or overlapping themselves.</p>
<p>Must be covered by feature class of</p> <p>Polygon</p> <p>Use this rule when you want polygons in one feature class or subtype to be covered by all the polygons of another feature class or subtypes.</p>	<p>Boundary must be covered by</p> <p>Polygon</p> <p>Use this rule when you want polygon boundaries to be coincident with another feature class or subtypes.</p>	<p>Must not overlap</p> <p>Line</p> <p>Use this rule with lines that should never occupy the same space with other lines.</p>	<p>Must not self intersect</p> <p>Line</p> <p>Use this rule when you want lines to touch at their ends without intersecting or overlapping themselves.</p>
<p>Must not overlap with</p> <p>Polygon</p> <p>Use this rule when you want polygons from one feature class or subtype should not overlap polygons from another feature class or subtypes.</p>	<p>Must be covered by</p> <p>Polygon</p> <p>Use this rule when you want one set of polygons to be covered by some part of another single polygon in another feature class or subtypes.</p>	<p>Must not intersect</p> <p>Line</p> <p>Use this rule with lines whose segments should never cross or occupy the same space with lines in another feature class or subtypes.</p>	<p>Must be single part</p> <p>Line</p> <p>Use this rule when you want lines to be composed of a single series of connected segments.</p>
<p>Area boundary must be covered by boundary of</p> <p>Polygon</p> <p>Use this rule when the boundaries of polygons in one feature class or subtypes should align with the boundaries of polygons in another feature class or subtypes.</p>	<p>Must cover each other</p> <p>Polygon</p> <p>Use this rule when you want the polygons from two feature classes or subtypes to cover the same area.</p>	<p>Must not intersect with</p> <p>Line</p> <p>Use this rule with lines whose segments should never cross or occupy the same space with lines in another feature class or subtypes.</p>	<p>Must be covered by feature class of</p> <p>Line</p> <p>Use this rule when you want multiple groups of lines describing the same geometry.</p>
<p>Must be coincident with</p> <p>Point</p> <p>Use this rule when you want points from one feature class or subtype to be aligned with points from another feature class or subtypes.</p>	<p>Must be disjoint</p> <p>Point</p> <p>Use this rule when you want points within one feature class or subtype should never occupy the same space.</p>	<p>Must not intersect or touch interior</p> <p>Line</p> <p>Use this rule when you want lines to touch at their ends and not intersect or overlap.</p>	<p>Must be covered by boundary of</p> <p>Line</p> <p>Use this rule when you want to model lines that are coincident with the boundaries of polygons.</p>
<p>Must be covered by endpoint of</p> <p>Point</p> <p>Use this rule when you want to model points that are coincident with the ends of lines.</p>	<p>Point must be covered by line</p> <p>Point</p> <p>Use this rule when you want to model points that are coincident with lines.</p>	<p>Must not intersect or touch interior with</p> <p>Line</p> <p>Use this rule when you want lines to touch at their ends and not intersect or overlap with lines in another feature class or subtypes.</p>	<p>Must be inside</p> <p>Line</p> <p>Use this rule when you want lines to be contained within the boundaries of polygons.</p>
<p>Must be properly inside polygons</p> <p>Point</p> <p>Use this rule when you want points to be completely within the boundaries of polygons.</p>	<p>Must be covered by boundary of</p> <p>Point</p> <p>Use this rule when you want points to align with the boundaries of polygons.</p>	<p>Must not overlap with</p> <p>Line</p> <p>Use this rule to check that lines should never occupy the same space with lines in another feature class or subtypes.</p>	<p>Endpoint must be covered by</p> <p>Line</p> <p>Use this rule when you want to model the ends of lines to be coincident with lines in another feature class or subtypes.</p>

Fuente: ESRI, 2010

Con la cartografía base digitalizada y depurada se procedió a realizar el mapa base de las Comunidades del Territorio Awá en el Ecuador (Anexo N°2), la importancia de tener bien estructurada la cartografía base radica en que a partir de estas se realizará diferentes procedimientos que nos servirán para el análisis del territorio en estudio y de esta manera nos aseguramos la obtención de unos mejores resultados.

Empleando la cobertura de curvas de nivel (altimetría) con las correcciones a través del proceso antes descrito, se generó el Modelo Digital del Terreno (DTM). Para esta fase se utilizó la herramienta 3D Analyst del ArcGIS 9.3. Dentro del menú de la barra 3D Analyst, se desplegó la opción “CREATE TIN FROM FEATURES”, se tomó como referencia el valor de la curva de nivel con la finalidad de obtener la red irregular de triángulos. Los archivos TIN (Triangular Irregular Networks), son utilizados para representar superficies en tres dimensiones, la creación del TIN constituye un paso preliminar básico para la obtención de un raster. Un tipo de datos raster, es cualquier tipo de imagen digital representada en mallas, en un raster se divide el espacio en celdas o píxeles regulares, cada una de ellas representa un único valor. El píxel es la unidad mínima de información de una imagen (Chuvieco, 2005). Las fotografías aéreas o las imágenes de satélite, son una forma comúnmente utilizada de datos raster; sin embargo también pueden encontrarse otros conjuntos de datos raster tales como los Modelos Digitales del Terreno, producto que se desea conseguir a través del proceso de transformación de un vector, en este caso la cobertura de curvas de nivel a un archivo TIN.

Así una vez generado el TIN del territorio que ocupan las comunidades Awá en el Ecuador, se utilizó la opción “Convert tin to raster”; herramienta a través de la cual, finalmente se obtuvo el Modelo Digital del Terreno del área de estudio, que no es más que una matriz de filas y columnas en la que cada píxel tiene como atributo la altura que fue asignada a partir del TIN. En el Anexo N° 3 podemos observar el DTM del área de estudio.

3.3. Tratamiento de las Imágenes de Satélite

Para el tratamiento de las imágenes de satélite se utilizó el software ERDAS Imagine. Antes de comenzar a desplegar las bandas, fue necesario convertirlas al formato propio del software (.IMG), proceso que se denomina importación. Las bandas debido a su tamaño (50 Mb), tuvieron que ser bajadas desde el Internet comprimidas, con la ayuda de WINZIP todas las bandas que conforman una imagen Landsat fue descomprimida, para posteriormente iniciar el proceso de importación en el panel principal de ERDAS a través del módulo IMPORT.

Con las bandas una vez importadas, se procedió a unir las imágenes espectrales de la imagen Landsat en un archivo único. Para esto se seleccionó la herramienta layer stack. Según (Chuvieco, E. 2005), no es posible obtener datos de la superficie de la Tierra de la información que de primera mano las imágenes nos proporcionan. Para lograrlo, es necesario realizar un tratamiento adecuado a la imagen. Así, la combinación de bandas es un tipo de transformación para la imagen que ofrece una gama de colores en base a la mezcla de los tres principales RED, GREEN, BLUE; con lo cual la tonalidad de colores desde el más oscuro, es decir negro; hasta el más claro que corresponde al blanco, relacionados con el nivel digital de cada pixel, nos ofrecen información sobre la superficie de la Tierra. Tanto los tonos oscuros con valores menores como los tonos claros con valores mayores, se encuentran en un rango que va desde el 0 al 255.

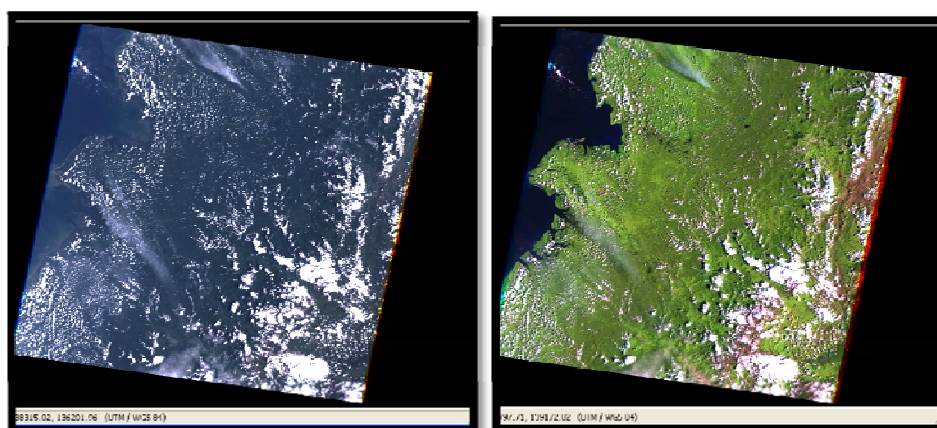
Las composiciones a color se realizan a partir de tres bandas espectrales ubicando estas en tres cañones de color del sistema de despliegue (Red, Green y Blue – RGB). Se trata de colores aditivos. Cuanto mayor es la cantidad de rojo, verde y azul, más se aproxima el color resultante al blanco. (Chuvieco, E.1995).

El objetivo de las composiciones de color es realzar algún tipo de objeto o fenómeno dentro la imagen respecto a los demás, en función de las propiedades espectrales de diferentes tipos de coberturas. (Chuvieco, E.1995).

La primera combinación que se usó para el Estudio Multitemporal de las Comunidades del Territorio Awá en el Ecuador fue de color natural 3 (rojo), 2 (verde) 1 (azul), que constituye la combinación más próxima a la percepción de la Tierra con nuestros ojos. (Chuvieco, E.1995). La siguiente combinación fue en falso color 5 (Infrarrojo cercano), 4 (Infrarrojo cercano), 3 (Rojo). Esta combinación permite garantizar mejor la discriminación de las cubiertas vegetales. (Roy, P. 2000)

A continuación se pueden observar las diferentes combinaciones que se crearon para los años (Figura N° 6: 1986, Figura N° 7: 2000 y Figura N° 8: 2011) de estudio del Territorio de las Comunidades Awá en el Ecuador. Se realizó un análisis simultáneo de las imágenes con sus respectivas combinaciones con la finalidad de facilitar la interpretación visual del área de estudio.

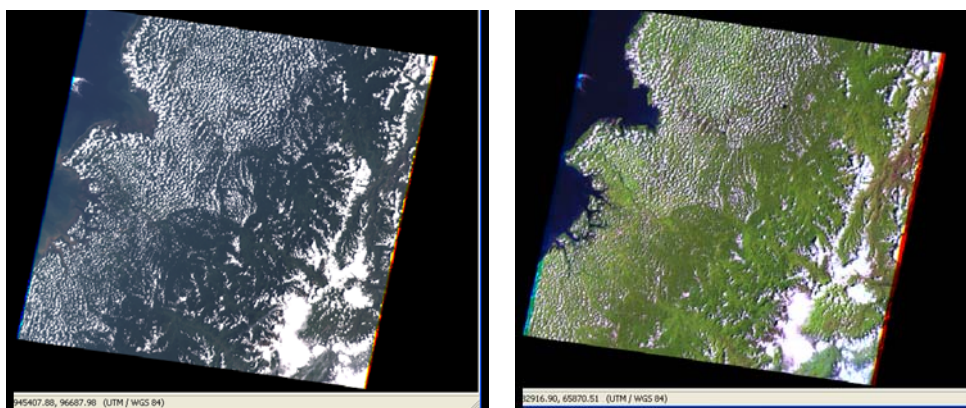
Figura 6: Combinación 321 – 543 (1986)



Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

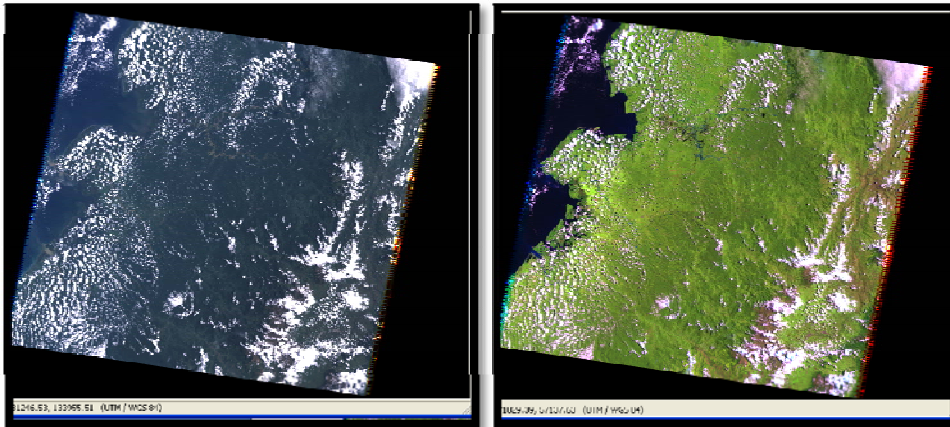
Figura 7: Combinación 321 – 543 (2000)



Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

Figura 8: Combinación 321 – 543 (2011)



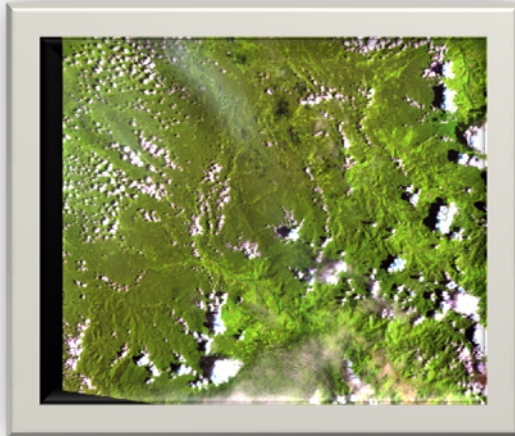
Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

Una vez escogida las combinaciones de bandas se realizó el recorte de la imagen utilizando el mosaico del área en estudio, para posteriormente realizar la clasificación en los tres años de análisis de la cobertura vegetal de la zona de estudio (1986, 2000 y 2011).

Como ya se mencionó anteriormente, debido a la presencia de nubes en los años 1986, 2000 y 2011, fue necesario utilizar imágenes de otros años; esto con la finalidad de tener una idea clara de la información que estamos perdiendo en las zonas sin información (nubes, sombras). Cabe indicar que al no tener imágenes con menor porcentaje de nubes cercanas al período de estudio, se procedió a la utilización de las imágenes secundarias para los dos primeros años (1986 y 2000), pero únicamente para la visualización y comprobación del cambio en la cobertura vegetal, sin que este procedimiento afecte la clasificación, puesto que esta información no se utilizó en la clasificación final de los años en cuestión, solo fue un medio de verificación. Para el tercer año de análisis (2011), al ser la diferencia de casi dos meses entre las imágenes adquiridas, y no presentar cambios severos tanto de tiempo como de cobertura vegetal, se procedió a reemplazar parte de la información que no se disponía por motivos de nubes o sombras de la imagen del 4 de marzo a la imagen del 13 de abril que es la imagen que se clasificó. A continuación se puede observar el corte del área de estudio con las imágenes que se utilizaron para visualización y comprobación de los cambios en la cobertura y las imágenes que fueron clasificadas, que serán descritas en el siguiente paso.

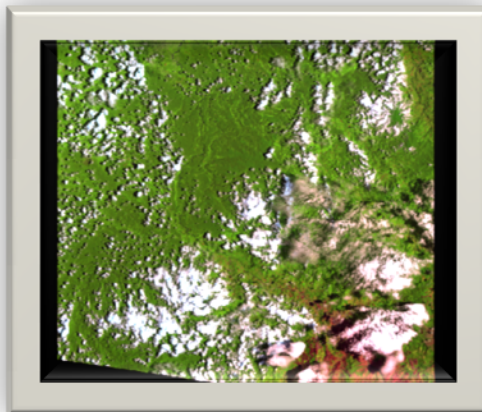
Figura 9: 1er año de estudio: 19 de febrero 1986



Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

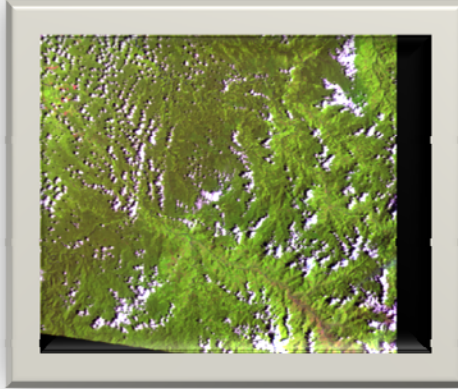
Figura 10: Imagen de apoyo: 29 de septiembre 1997



Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

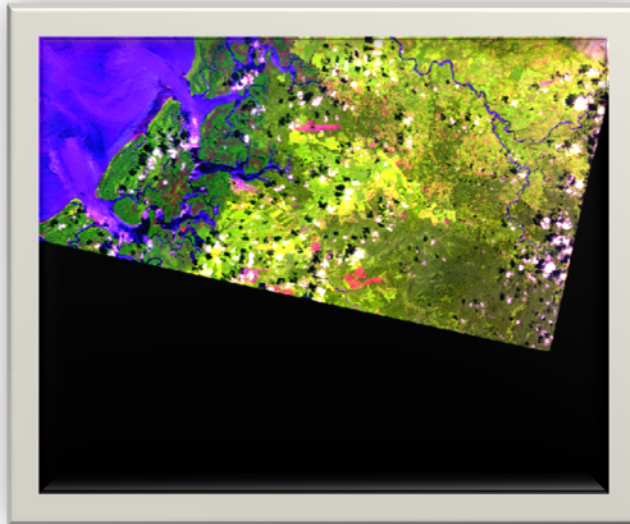
Figura 11: 2do año de estudio: 18 de febrero 2000



Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

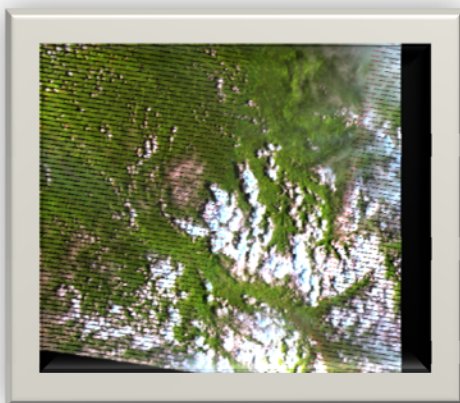
Figura 12: Imagen de apoyo: 6 de febrero 2008 (SPOT)



Fuente: CLIRSEN

Elaboración: F. Pavón, 2011

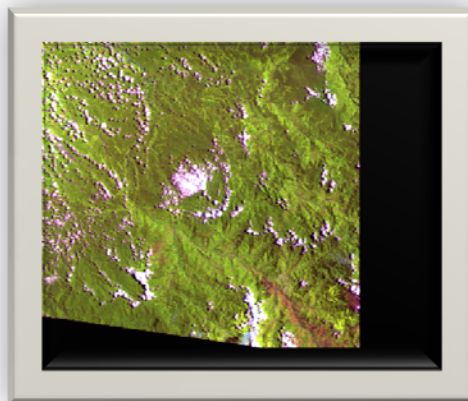
Figura 13: Imagen de apoyo: 4 de marzo 2011



Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

Figura 14: 3er año de estudio: 13 de abril 2011



Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

3.4. Elaboración del Mapa de Cobertura mediante Clasificación Digital

Según (Chuvieco, E.1995), la clasificación digital comprende el proceso de conversión de una imagen continua a otra categorizada temáticamente, esto a partir de la agrupación de los niveles digitales (pixel) espectralmente similares. El método que se aplicó para la presente disertación fue la clasificación no supervisada, para este fin se estableció con anterioridad la leyenda temática para la clasificación, donde se determinaron cuatro clases: 1) Bosque Natural, 2) Bosque Natural Intervenido, 3) Suelo descubierto, 4) Sin información. Sobre cada imagen con la combinación de bandas escogida (543), se seleccionaron y delimitaron los grupos de píxeles que representen los patrones de las muestras (clases temáticas). Cabe recalcar que para este proceso es importante que la muestra sea homogénea, pero al mismo tiempo es necesaria la variabilidad espectral de cada clase temática. Con base en ello, se tomaron entre 20 y 30 clases temáticas aproximadamente, la diferencia en las tomas se debe a los tonos entre cada imagen y principalmente a las nubes, puesto que no fue posible tomar en el mismo sitio las áreas de entrenamiento.

Como anteriormente se ha mencionado, al tener definida la leyenda temática, permite al intérprete delimitar sobre la imagen unas áreas suficientemente representativas de cada una de las categorías que componen la leyenda (Chuvieco, 1996).

3.4.1. Fase de entrenamiento

Para la clasificación digital se utilizaron áreas cuya pertenencia a cada una de las clases es conocida y previamente establecida en la leyenda, a ellas se las conoce como áreas de entrenamiento. El vector de medias y la matriz de covarianzas de los píxeles de las áreas de entrenamiento, son los que definen las características de cada clase y que en la fase de asignación son utilizados para la clasificación digital del resto de la escena.

Es importante indicar que las áreas de entrenamiento deben estar conformadas por píxeles puros que representen únicamente las clases que se desean caracterizar, así se puede obtener un vector de medias y una matriz de covarianzas representativa para cada clase, aspecto de fundamental importancia en el proceso de clasificación digital.

Otro aspecto que es importante tomar en consideración, es lo variable que puede ser una cubierta debido a factores como la pendiente, el tipo de suelo o su grado de humedad.

Por ello se recomienda utilizar varias áreas de entrenamiento por clase, para así disminuir el riesgo de particularizar excesivamente las características de la misma y con ello impedir una clasificación digital efectiva.




















3.4.2. Fase de asignación

En esta fase lo que se busca es asignar a cada uno de los píxeles de la imagen una clase determinada. Este proceso se lo realiza en función de los niveles digitales (ND) que tiene cada píxel en relación con cada una de las bandas. Como resultado de esta fase, se obtiene una nueva imagen cuyos niveles digitales sean una expresión de cada clase temática a la que han sido asignados los píxeles de la imagen original.

Para la creación de las áreas de entrenamiento desde el menú principal de ERDAS se activó el módulo CLASSIFIER con la opción SIGNATURE EDITOR. Una vez abierta la ventana de Signature editor con la herramienta de SEED GROWING con una tolerancia de los valores del área y distancia de 1000 y 20 respectivamente se procedió a la toma de las muestras en cada año de estudio.

A continuación en las tablas N°. 5, 6 y 7 podemos observar las áreas de entrenamiento tomadas para los diferentes años y que serán los parámetros en la clasificación.

Tabla 5: Áreas de Entrenamiento (1986)

Class #	>	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
1	>	BOSQUE 1		0.000	0.392	0.000	1	1	1000	1.000	X	X	X	X	
2		BOSQUE 2		0.000	0.392	0.000	2	2	1000	1.000	X	X	X	X	
3		BOSQUE 3		0.000	0.392	0.000	3	3	1000	1.000	X	X	X	X	
4		NUBES 1		1.000	1.000	1.000	4	4	18	1.000	X	X	X	X	
5		VEGETACIÓN 1		0.498	1.000	0.000	5	5	495	1.000	X	X	X	X	
6		SUELO 1		1.000	0.000	0.000	6	6	42	1.000	X	X	X	X	
7		NUBES 2		1.000	1.000	1.000	7	7	12	1.000	X	X	X	X	
8		SUELO 2		1.000	0.000	0.000	8	8	21	1.000	X	X	X	X	
9		VEGETACIÓN 2		0.000	1.000	0.000	9	9	1000	1.000	X	X	X	X	
10		VEGETACIÓN 3		0.000	1.000	0.000	10	10	1000	1.000	X	X	X	X	
11		SUELO 3		1.000	0.000	0.000	11	11	61	1.000	X	X	X	X	
12		NUBES 3		1.000	1.000	1.000	12	12	1	1.000	X		X	X	
13		NUBES 4		1.000	1.000	1.000	13	13	62	1.000	X	X	X	X	
14		BOSQUE 4		0.000	0.392	0.000	14	14	1000	1.000	X	X	X	X	
15		VEGETACIÓN 4		0.000	1.000	0.000	15	15	1000	1.000	X	X	X	X	
16		NUBES 5		1.000	1.000	1.000	16	16	1000	1.000	X	X	X	X	
17		BOSQUE 5		0.000	0.392	0.000	17	17	1000	1.000	X	X	X	X	
18		NUBES 6		1.000	1.000	1.000	18	18	30	1.000	X	X	X	X	
19		VEGETACIÓN 5		0.000	1.000	0.000	19	19	746	1.000	X	X	X	X	
20		SUELO 4		1.000	0.000	0.000	20	20	91	1.000	X	X	X	X	

Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

Tabla 6: Áreas de Entrenamiento (2000)

Class #	>	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
1	>	BOSQUE 1		0.515	0.608	0.433	1	1	1000	1.000	X	X	X	X	
2		BOSQUE 2		0.523	0.597	0.433	2	2	1000	1.000	X	X	X	X	
3		NUBES 1		1.000	1.000	1.000	3	3	152	1.000	X	X	X	X	
4		SOMBRAS 1		0.110	0.000	0.376	4	4	137	1.000	X	X	X	X	
5		VEGETACIÓN 1		0.590	0.764	0.453	5	5	1000	1.000	X	X	X	X	
6		BOSQUE 3		0.383	0.369	0.409	6	6	1000	1.000	X	X	X	X	
7		VEGETACIÓN 2		0.523	0.584	0.429	7	7	1000	1.000	X	X	X	X	
8		NUBES 2		1.000	0.796	1.000	8	8	640	1.000	X	X	X	X	
9		BOSQUE 4		0.372	0.391	0.408	9	9	1000	1.000	X	X	X	X	
10		BOSQUE 5		0.379	0.354	0.407	10	10	1000	1.000	X	X	X	X	
11		VEGETACIÓN 3		0.449	0.464	0.411	11	11	1000	1.000	X	X	X	X	
12		VEGETACIÓN 4		0.647	0.810	0.436	12	12	257	1.000	X	X	X	X	
13		SUELO DESCUBIERTO 1		0.837	0.216	0.574	13	13	18	1.000	X	X	X	X	
14		BOSQUE 5		0.364	0.335	0.409	14	14	1000	1.000	X	X	X	X	
15		SUELO DESCUBIERTO 2		0.521	0.465	0.454	15	15	1000	1.000	X	X	X	X	
16		NUBES 3		0.938	0.687	1.000	16	16	226	1.000	X	X	X	X	
17		VEGETACIÓN 5		0.429	0.488	0.411	17	17	1000	1.000	X	X	X	X	
18		VEGETACIÓN 6		0.487	0.612	0.417	18	18	1000	1.000	X	X	X	X	
19		SUELO DESCUBIERTO 3		0.607	0.346	0.508	19	19	870	1.000	X	X	X	X	
20		BOSQUE 6		0.338	0.339	0.399	20	20	1000	1.000	X	X	X	X	
21		VEGETACIÓN 7		0.484	0.595	0.421	21	21	1000	1.000	X	X	X	X	
22		SUELO DESCUBIERTO 4		0.513	0.492	0.452	22	22	1000	1.000	X	X	X	X	
23		BOSQUE 7		0.439	0.453	0.414	23	23	1000	1.000	X	X	X	X	
24		VEGETACIÓN 8		0.528	0.655	0.424	24	24	686	1.000	X	X	X	X	
25		NUBES 4		1.000	0.904	1.000	25	25	8	1.000	X	X	X	X	
26		BOSQUE 8		0.397	0.434	0.412	26	26	1000	1.000	X	X	X	X	
27		VEGETACIÓN 9		0.562	0.758	0.424	27	27	649	1.000	X	X	X	X	
28		SOMBRAS 2		0.098	0.000	0.371	28	28	595	1.000	X	X	X	X	
29		NUBES 5		1.000	1.000	1.000	29	29	82	1.000	X	X	X	X	
30		BOSQUE 9		0.422	0.497	0.413	30	30	1000	1.000	X	X	X	X	
31		BOSQUE 10		0.377	0.417	0.409	31	31	1000	1.000	X	X	X	X	
32		VEGETACIÓN 10		0.438	0.549	0.418	32	32	1000	1.000	X	X	X	X	

Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

Tabla 7: Áreas de Entrenamiento (2011)

Class #	>	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
1	>	BOSQUE 1		0.515	0.608	0.433	1	1	1000	1.000	X	X	X	X	
2		BOSQUE 2		0.523	0.597	0.433	2	2	1000	1.000	X	X	X	X	
3		NUBES 1		1.000	1.000	1.000	3	3	152	1.000	X	X	X	X	
4		SOMBRAS 1		0.110	0.000	0.376	4	4	137	1.000	X	X	X	X	
5		VEGETACIÓN 1		0.590	0.764	0.453	5	5	1000	1.000	X	X	X	X	
6		BOSQUE 3		0.383	0.369	0.409	6	6	1000	1.000	X	X	X	X	
7		VEGETACIÓN 2		0.523	0.584	0.429	7	7	1000	1.000	X	X	X	X	
8		NUBES 2		1.000	0.796	1.000	8	8	640	1.000	X	X	X	X	
9		BOSQUE 4		0.372	0.391	0.408	9	9	1000	1.000	X	X	X	X	
10		BOSQUE 5		0.379	0.354	0.407	10	10	1000	1.000	X	X	X	X	
11		VEGETACIÓN 3		0.449	0.464	0.411	11	11	1000	1.000	X	X	X	X	
12		VEGETACIÓN 4		0.647	0.810	0.436	12	12	257	1.000	X	X	X	X	
13		SUELO DESCUBIERTO 1		0.837	0.216	0.574	13	13	18	1.000	X	X	X	X	
14		BOSQUE 5		0.364	0.335	0.409	14	14	1000	1.000	X	X	X	X	
15		SUELO DESCUBIERTO 2		0.521	0.465	0.454	15	15	1000	1.000	X	X	X	X	
16		NUBES 3		0.938	0.687	1.000	16	16	226	1.000	X	X	X	X	
17		VEGETACIÓN 5		0.429	0.488	0.411	17	17	1000	1.000	X	X	X	X	
18		VEGETACIÓN 6		0.487	0.612	0.417	18	18	1000	1.000	X	X	X	X	
19		SUELO DESCUBIERTO 3		0.607	0.346	0.508	19	19	870	1.000	X	X	X	X	
20		BOSQUE 6		0.338	0.339	0.399	20	20	1000	1.000	X	X	X	X	
21		VEGETACIÓN 7		0.484	0.595	0.421	21	21	1000	1.000	X	X	X	X	
22		SUELO DESCUBIERTO 4		0.513	0.492	0.452	22	22	1000	1.000	X	X	X	X	
23		BOSQUE 7		0.439	0.453	0.414	23	23	1000	1.000	X	X	X	X	
24		VEGETACIÓN 8		0.528	0.655	0.424	24	24	686	1.000	X	X	X	X	
25		NUBES 4		1.000	0.904	1.000	25	25	8	1.000	X	X	X	X	
26		BOSQUE 8		0.397	0.434	0.412	26	26	1000	1.000	X	X	X	X	
27		VEGETACIÓN 9		0.562	0.758	0.424	27	27	649	1.000	X	X	X	X	
28		SOMBRAS 2		0.098	0.000	0.371	28	28	595	1.000	X	X	X	X	
29		NUBES 5		1.000	1.000	1.000	29	29	82	1.000	X	X	X	X	
30		BOSQUE 9		0.422	0.497	0.413	30	30	1000	1.000	X	X	X	X	
31		BOSQUE 10		0.377	0.417	0.409	31	31	1000	1.000	X	X	X	X	
32		VEGETACIÓN 10		0.438	0.549	0.418	32	32	1000	1.000	X	X	X	X	

Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

3.4.3. Análisis de contingencias

La utilidad Contingency Matrix permite evaluar las firmas que se han creado a partir de las áreas de entrenamiento (AOIs) antes mencionadas de las diferentes imágenes en estudio. Esta utilidad clasifica únicamente los píxeles en la muestra de entrenamiento AOI de la imagen basada en las firmas espectrales (Erdas, 2006). Usualmente se espera que los píxeles de una AOI sean clasificados de la misma clase de entrenamiento. Sin embargo, los píxeles de una muestra de entrenamiento AOI únicamente dan peso a las estadísticas de la firma. Ellos generalmente no son tan homogéneos como para que cada píxel realmente sea asignado a la clase esperada.

La utilidad Contingency Matrix fue ejecutada para todas las firmas correspondientes a cada uno de los años que se realizó la clasificación (1986, 2000 y 2011). Como resultado la Matriz arrojó resultados de porcentajes que permitió ver cuántos píxeles de cada muestra de entrenamiento AOI fueron asignados a cada clase. En teoría cada muestra tomada debería pertenecer a su clase de firma correspondiente (Erdas, 2006), pero como en la toma de áreas de entrenamiento se clasificó en diferentes tipos como por ejemplo Bosque 1, Bosque 2, Bosque X, se puede observar que los rangos de las tomas se sobreponen entre las mismas clases y que al final serán unificadas.

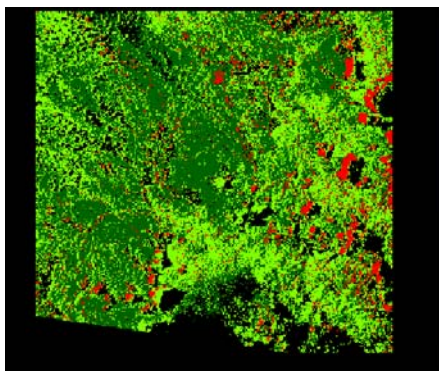
Para la ejecución de esta herramienta de Erdas, se procedió a seleccionar todas las áreas de entrenamiento para cada año. Desde en el menú principal de Signature editor se desplegó la ventana de contingency. Dentro de esta herramienta el algoritmo que se utilizó para la clasificación fue la de espacio característico (Feature Space).

Los datos arrojados por la matriz de contingencia se los puede apreciar por completos en el Anexo A, B, y C correspondientes a los años 1986, 2000 y 2011.

Con las de entrenamiento bien identificadas en los tres años, se procedió a la utilización de la herramienta de “supervised classification” del módulo “classifier”. Con la herramienta mencionada, se ingresó como imagen de entrada el corte realizado con la combinación RGB 543 de cada año con sus respectivas áreas de entrenamiento (AOI). El algoritmo que se utilizó para la agrupación de las clases temáticas fue el de “maximun likelihood”.

Para la evaluación de la exactitud temática de la clasificación en Erdas se realizó mediante el método de análisis visual con superposición de la imagen clasificada sobre la imagen de referencia en los tres años. Fue necesario dicha supervisión con la finalidad de que si se encontraba errores en la clasificación poder corregirlos o agruparlos en el caso de que estén dentro del mismo nivel digital. A continuación en la Figura N° 15, 16, 17 podemos ver la clasificación resultante para cada año de estudio.

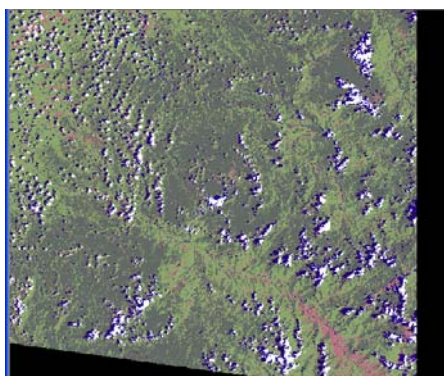
Figura 15: Clasificación 1986



Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

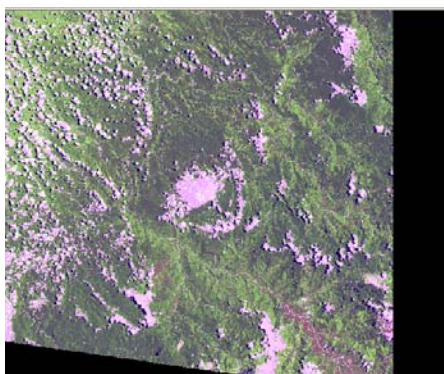
Figura 16: Clasificación 2000



Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

Figura 17: Clasificación 2011



Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

Una vez comprobada la clasificación fue necesario aplicar filtros debido a que el resultado de este tipo de clasificaciones presenta una dispersión de píxeles sueltos y de pequeños grupos de píxeles, lo que resultaría inconveniente a la hora de presentar un mapeo definitivo y homogéneo con la finalidad de eliminar las regiones inferiores a la unidad de mapeo (10.000 m²) para la escala final de los mapas (1:100.000). Ver figura N° 18, 23, 28.

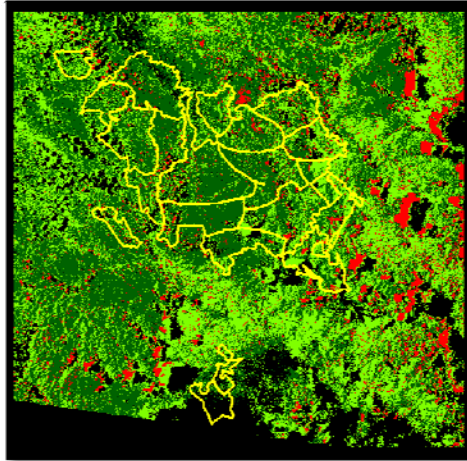
Para este proceso fue necesario aplicar dos suavizados a los polígonos resultantes de la clasificación (Neighborhood) agrupándolos a los polígonos adyacentes con una matriz de 3x3 píxeles. Para aplicar el filtro mencionado se desplego desde Interpreter/GIS Analysis/Neighborhood. Como el Input file se colocó la imagen resultado de la clasificación en los tres años de estudio, para no alterar los datos se ignoró los ceros en las estadísticas. Ver figura N° 19, 20, 24, 25, 29, 30.

Posteriormente se aplicaron las funciones “clump” (Erdas, 1996), que identifica pequeños grupos de píxeles dentro de una clase homogénea. Ver figura N° 21, 26, 31.

Finalmente la función “eliminate” (Erdas, 1996), que permite determinar un tamaño mínimo de grupos de píxeles de la misma categoría y eliminar aquellos que no lo alcancen, uniéndolos a los polígonos más grandes. De esta manera se obtuvo una cobertura “ráster” definitiva de clasificación supervisada con características mejoradas respecto de la original. Ver figura N° 22, 27, 32.

Tratamiento 1986:

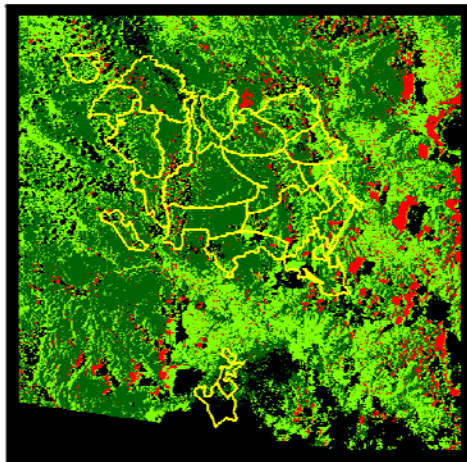
Figura 18: Clasificación 1986



Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

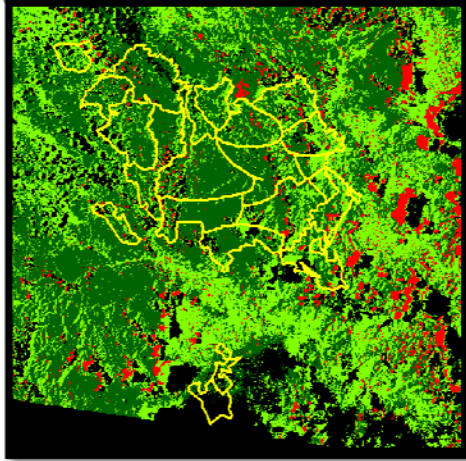
Figura 19: Neighborhood 1



Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

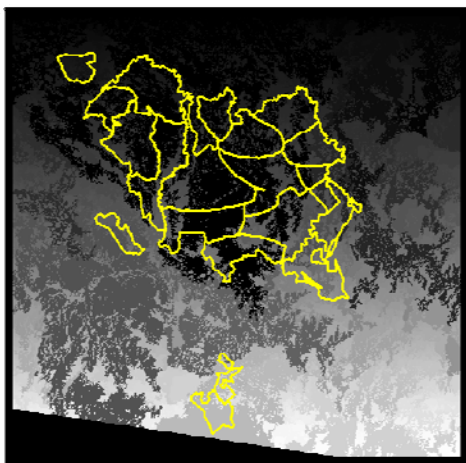
Figura 20: Neighborhood 2



Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

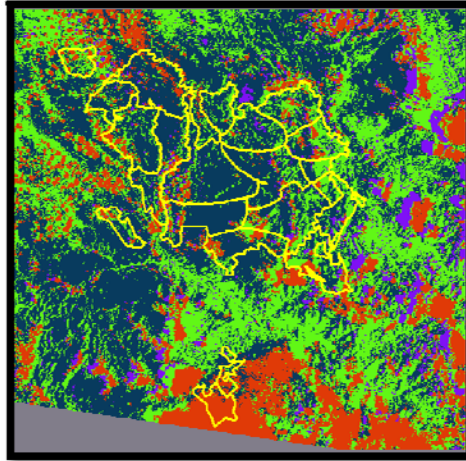
Figura 21: Clump



Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

Figura 22: Eliminate

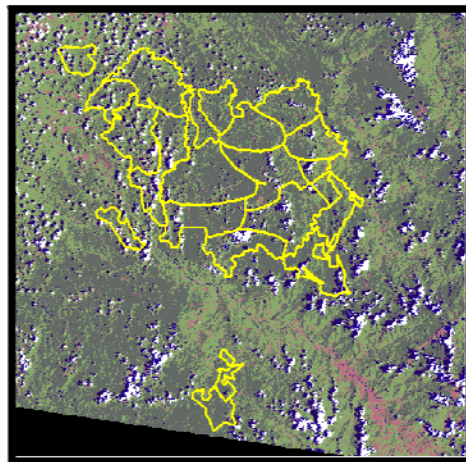


Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

Tratamiento 2000:

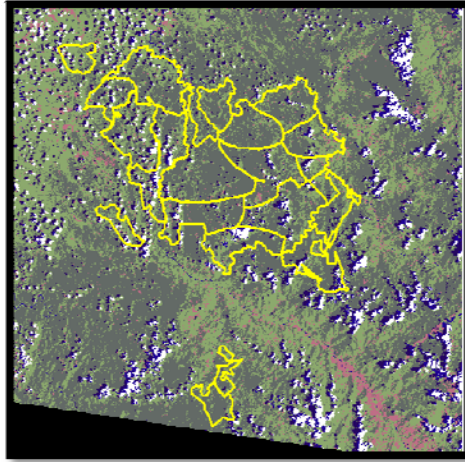
Figura 23: Clasificación 2000



Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

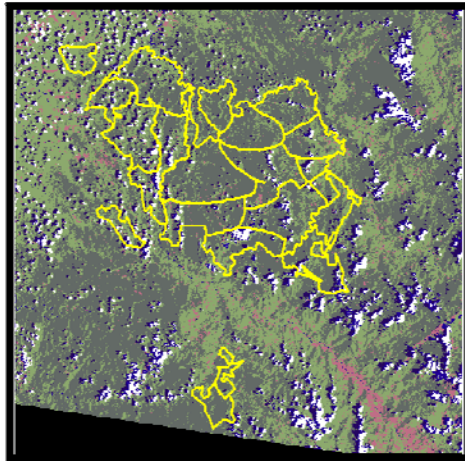
Figura 24: Neighborhood 1



Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

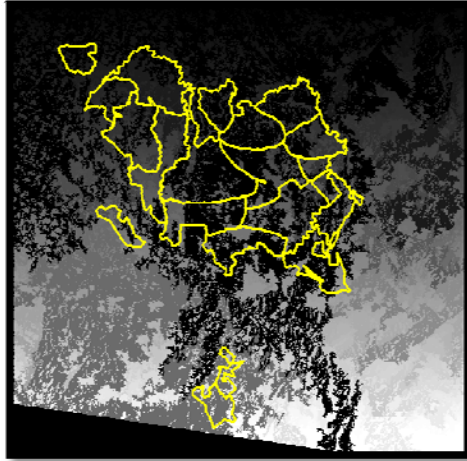
Figura 25: Neighborhood 2



Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

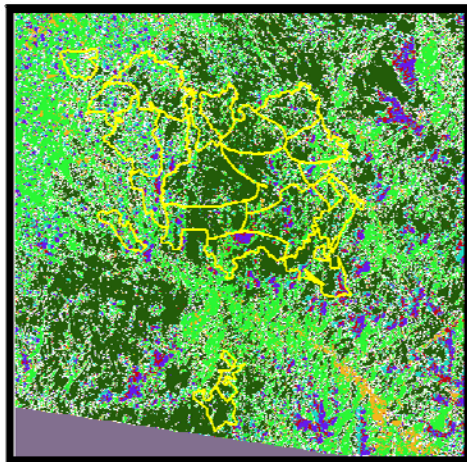
Figura 26: Clump



Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

Figura 27: Eliminate

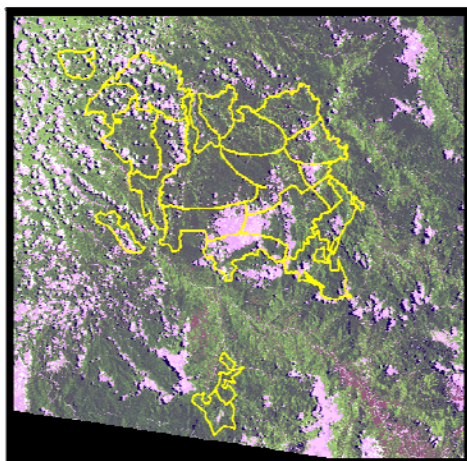


Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

Tratamiento 2011:

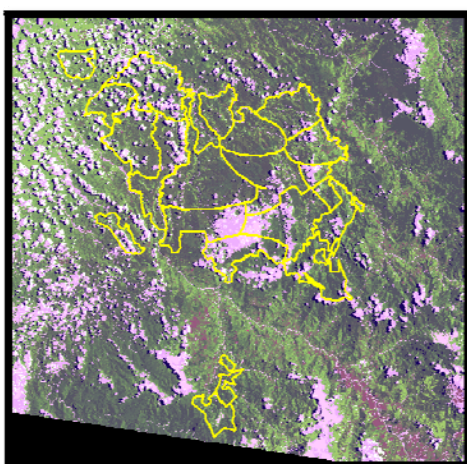
Figura 28: Clasificación 2011



Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

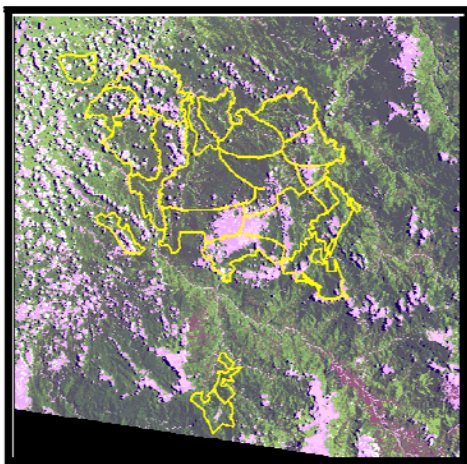
Figura 29: Neighborhood 1



Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

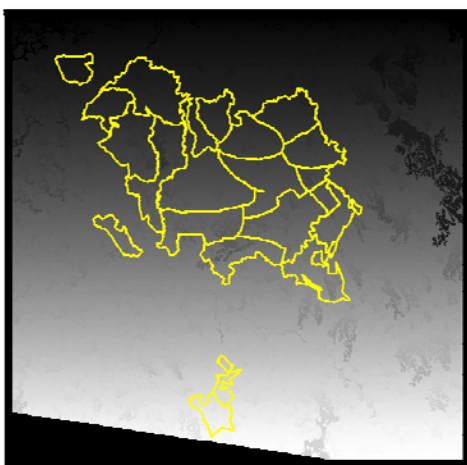
Figura 30: Neighborhood 2



Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

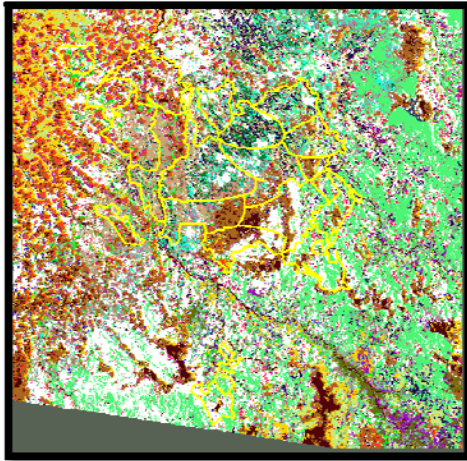
Figura 31: Clump



Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

Figura 32: Eliminate



Fuente: GLOVIS

Elaboración: F. Pavón, 2011

Las imágenes resultantes de la clasificación con los filtros aplicados en el Software Erdas fueron desplegadas en ArcGIS. Al ser un programa que soporta tanto datos alfanuméricos (vector) como imagen (raster) se pudo observar que a pesar de aplicar los filtros para el mejoramiento de las diferentes imágenes quedaban pixeles que no eran representativos para la escala que se trabajó. De esta manera, se procedió a aplicar un Majority Filer, ubicado en el ArcTool Box, en la herramienta Spatial Analyst Tool, Generalization.

Aplicando la herramienta Raster to Polygon se procedió a transformar el raster a formato .shp, tomando como entrada el archivo con Majority Filter para los años en estudio. Una vez generalizado el archivo vector (polígono) de las diferentes clasificaciones se procedió a seleccionar las áreas menores o iguales a 10.000 metros cuadrados, esto con la finalidad de aplicar la herramienta de eliminate, con este procedimiento se aseguró de que las áreas menores a una hectárea no sean representadas en los mapas finales.

Una vez terminado el proceso de corrección, tanto de imágenes como de los archivos vector resultantes de las clasificaciones, se procedió a la edición y diseño de los mapas que fueron impresos en tamaño A3, en los Anexos 4, 5, 6 y 7 se pueden observar las clasificaciones de las Comunidades del Territorio Awá en el Ecuador en los años 1986, 2000 y 2011.

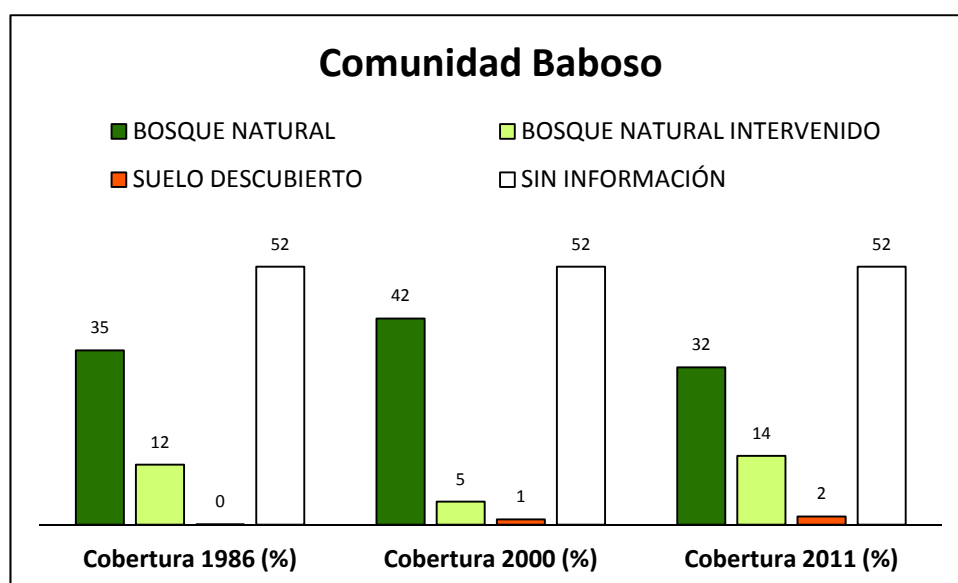
Para el análisis multitemporal de la cobertura vegetal de las comunidades del Territorio Awá en el Ecuador fue necesario unificar las áreas sin información (nubes, sombras). Para el primer año se tiene una superficie de 134,49 km², en el año 2000 en cambio la superficie perdida es de 43,30 km², mientras que para el último año de análisis se tiene una superficie de 123,56 km². Al unificar la superficie de la cobertura sin información se pudo ver los cambios en cada comunidad de las áreas de interés (Bosque Natural, Bosque intervenido y suelo descubierto) para tener un adecuado análisis sin que afecte en las estadísticas y evitar que tenga un cambio brusco por la falta de información en alguno de los años. Para lograr lo mencionado, fue necesario extraer la información correspondiente a nubes y sombras (Sin Información) de los años en estudio, con la finalidad de poder tener un solo archivo unificado para la clase sin información que contendrá la información perdida en los años 1986, 2000 y 2011. Una vez extraídas, se procedió a generar un shapefile que contenga la información de nubes y sombras utilizando la herramienta Merge del Data Management Tools. Al archivo final se le hizo una generalización, evitando tener duplicados de nubes. Una vez aplicado el “dissolve”, se obtuvo un archivo único, que es igual para los diferentes años con una superficie de 256,14 km², correspondientes al 22% del total del Territorio Awá. Se obtuvieron archivos .shp tanto de coberturas sin información como de la clasificación de la cobertura vegetal de los diferentes años, a estos archivos se les pasó nueva regla topológica entre coberturas denominada “Must Not Overlap with”. Este proceso permitió extraer la información de la cobertura de clasificación en los diferentes años con la cobertura de información no disponible unificada. Una vez extraída el área que fue utilizada en el análisis de la información perdida por motivos de nubes o sombras se procedió a realizar un “spatial join” con la cobertura del Territorio Awá; con esta herramienta se logró tener la información correspondiente a cada año de estudio con el mismo porcentaje de información perdida en cada una de las Comunidades que comprenden el Territorio Awá en el Ecuador.

4. RESULTADOS

Antes de hacer un análisis de los resultados, cabe hacer la siguiente consideración: para el análisis multitemporal de la cobertura vegetal de cada una de las comunidades del Territorio Awá en el Ecuador como se mencionó en el capítulo anterior, se procedió a unificar el porcentaje de información no disponible con la finalidad de que los datos no alteren las estadísticas y el porcentaje, con esto se logró que la clase sin información de cada una de las comunidades sea la misma en los diferentes años de estudio (1986, 2000, 2011).

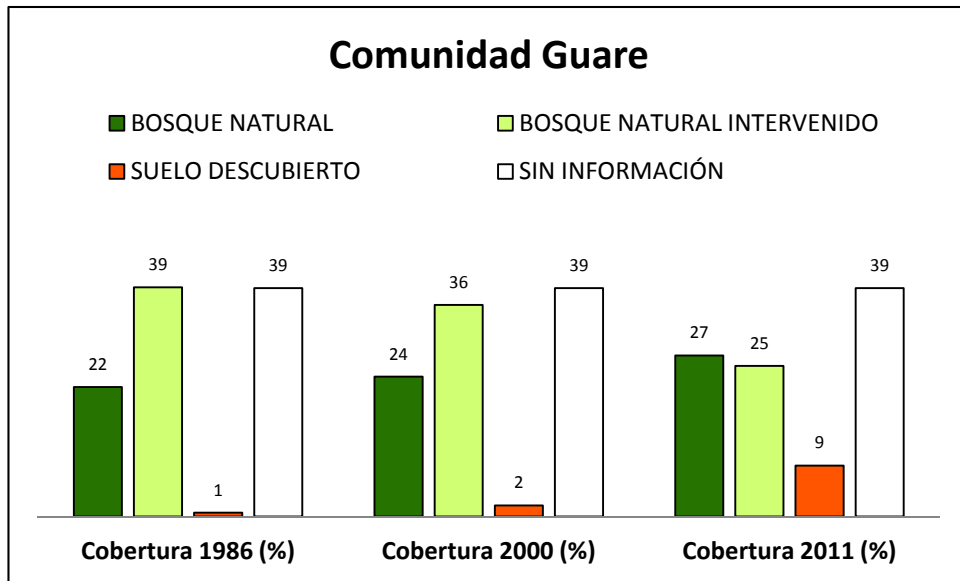
Para la determinación de tendencias se realizó un análisis de cada una de las comunidades que conforman el Territorio Awá, 22 en total; sin embargo en cuatro de ellas debido a la presencia de cobertura sin información mayor al 40%, no se pudo obtener datos confiables sobre la cobertura de bosque y su evolución en el tiempo. Estas cuatro comunidades son: Baboso (Gráfico N° 2, Anexo N° 8), Guare (Gráfico N° 3, Anexo N° 9), Palmira Toctumi (Gráfico N° 4, Anexo N° 10) y Río Verde Bajo (Gráfico N° 5, Anexo N° 11); las cuales aunque fueron consideradas en la elaboración de mapas y gráficos de la Reserva Awá en su conjunto, sin embargo en la determinación final de resultados por comunidad no han sido tomadas en cuenta.

Gráfico 2: Dinámica de la Comunidad Baboso



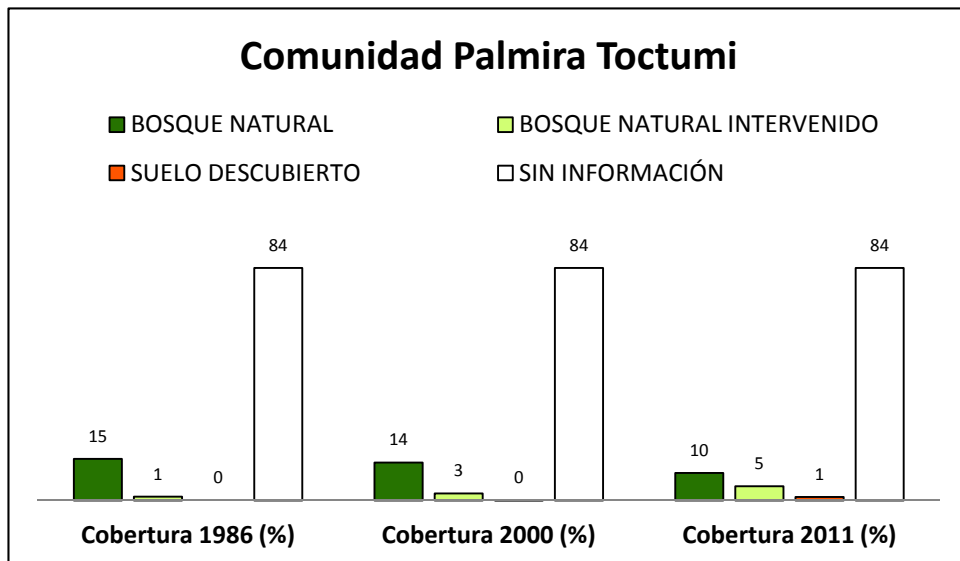
Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

Gráfico 3: Dinámica de la Comunidad Guare



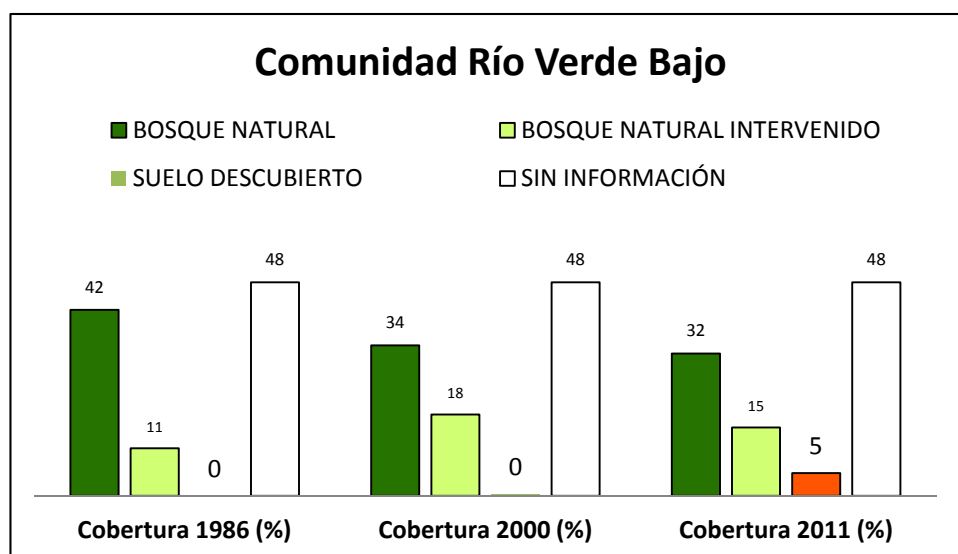
Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

Gráfico 4: Dinámica de la Comunidad Palmira Toctumi



Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

Gráfico 5: Dinámica de la Comunidad Río Verde Bajo

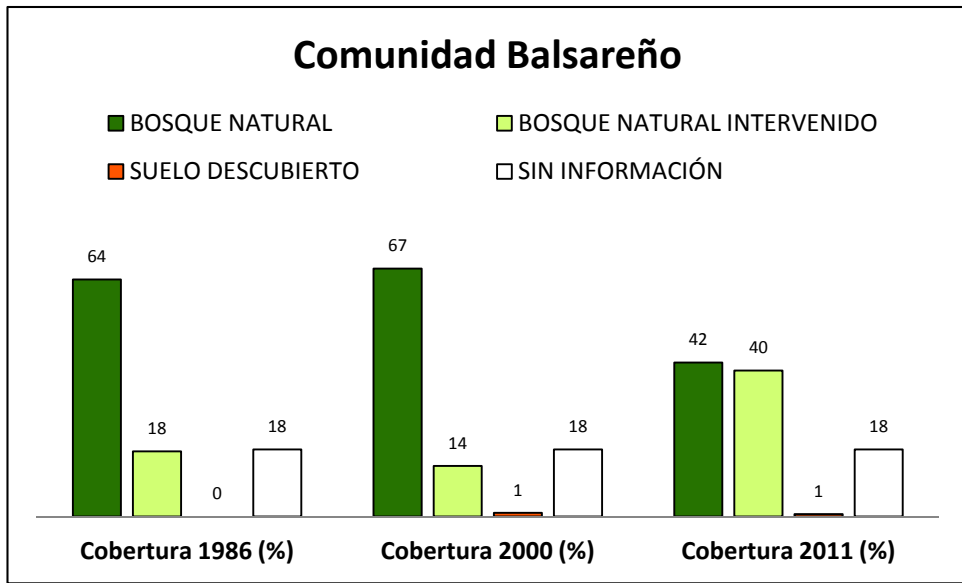


Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

El análisis y resultados de las 18 comunidades que si presentaron información suficiente, se detalla a continuación:

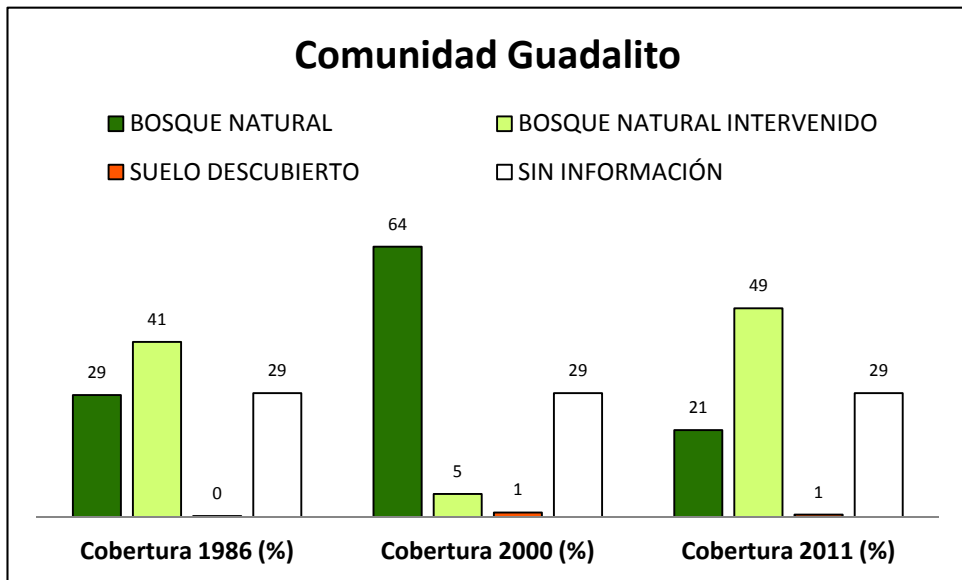
- Comunidades donde la clase Bosque Natural incrementa su superficie en el 2000, pero en el 2011 se reduce***, se trata de la mayoría de las comunidades analizadas, las cuales se ubican en los límites de la Reserva. Su condición de fronterizas las hace muy susceptibles a factores externos que pueden afectar al bosque, de allí que en los últimos años se haya registrado un descenso en la superficie de bosques, ya que estas zonas son proclives a la deforestación debido principalmente a actividades de extracción de madera que se realizan cerca de los límites de la reserva; además y de acuerdo con datos del Censo Awá (FCAE, 2002), todas las comunidades que pertenecen a este grupo agrupan a más del 40% de la población total de la Reserva, lo que añade a estas una mayor presión sobre los recursos naturales. Estas comunidades son: Balsareño (Gráfico N° 6, Anexo N° 12), Guadualito (Gráfico N° 7, Anexo N° 13), Gualpi Bajo (Gráfico N° 8, Anexo N° 14), Ishpi (Gráfico N° 9, Anexo N° 15), Pailón (Gráfico N° 10, Anexo N° 16), Pambilar (Gráfico N° 11, Anexo N° 17), San Marcos (Gráfico N° 12, Anexo N° 18) y Río Tigre (Gráfico N° 13, Anexo N° 19).

Gráfico 6: Dinámica de la Comunidad Balsareño



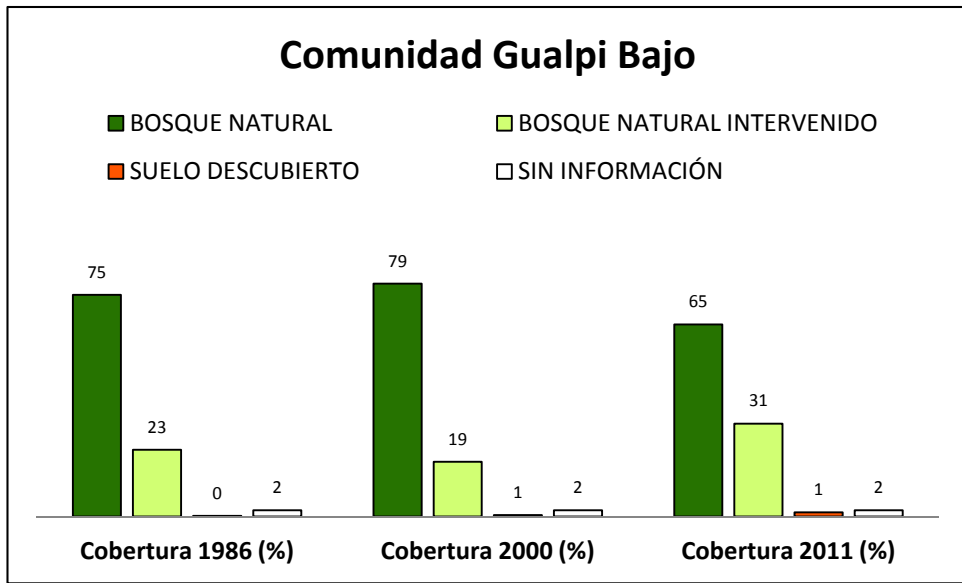
Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

Gráfico 7: Dinámica de la Comunidad Guadalito



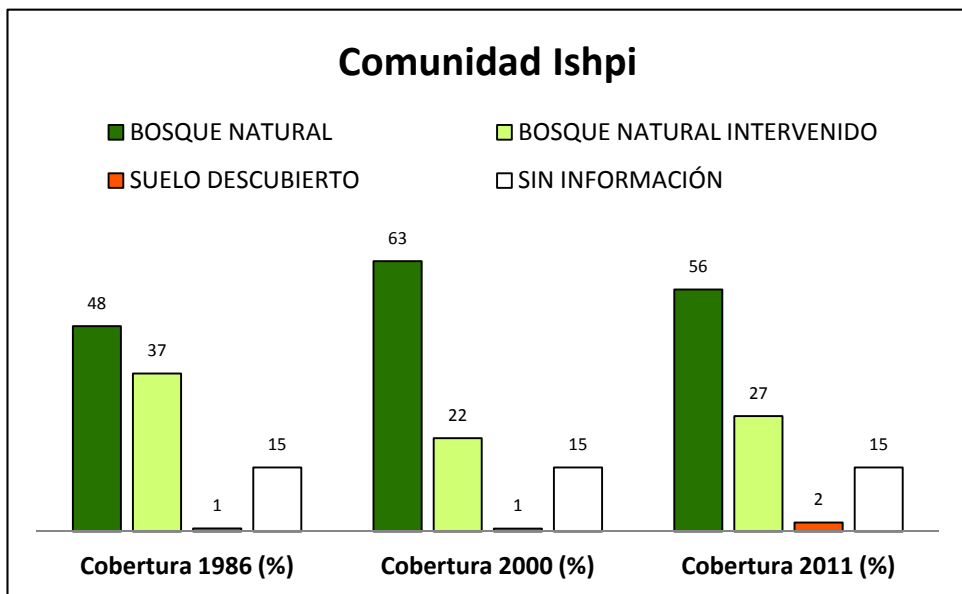
Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

Gráfico 8: Dinámica de la Comunidad Gualpi Bajo



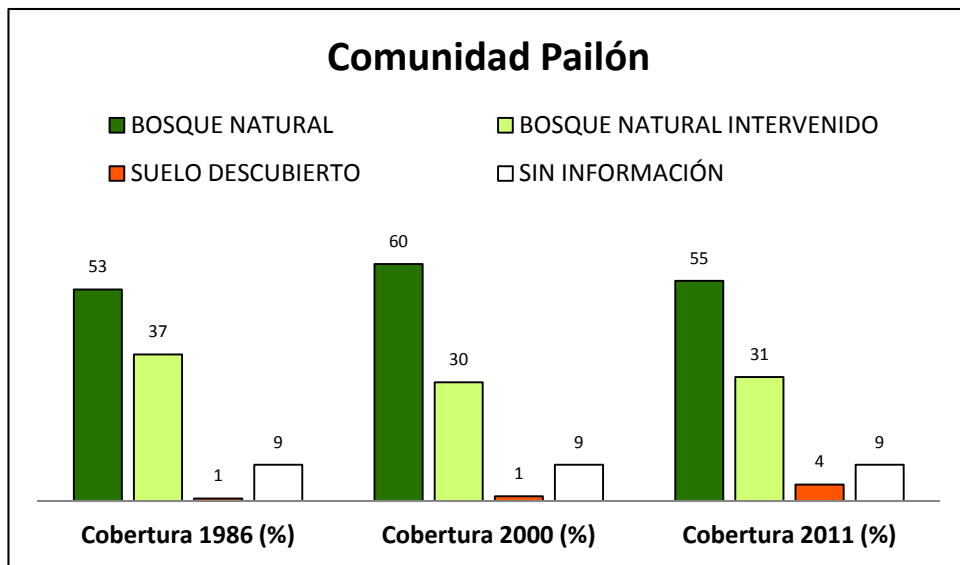
Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

Gráfico 9: Dinámica de la Comunidad Ishpi



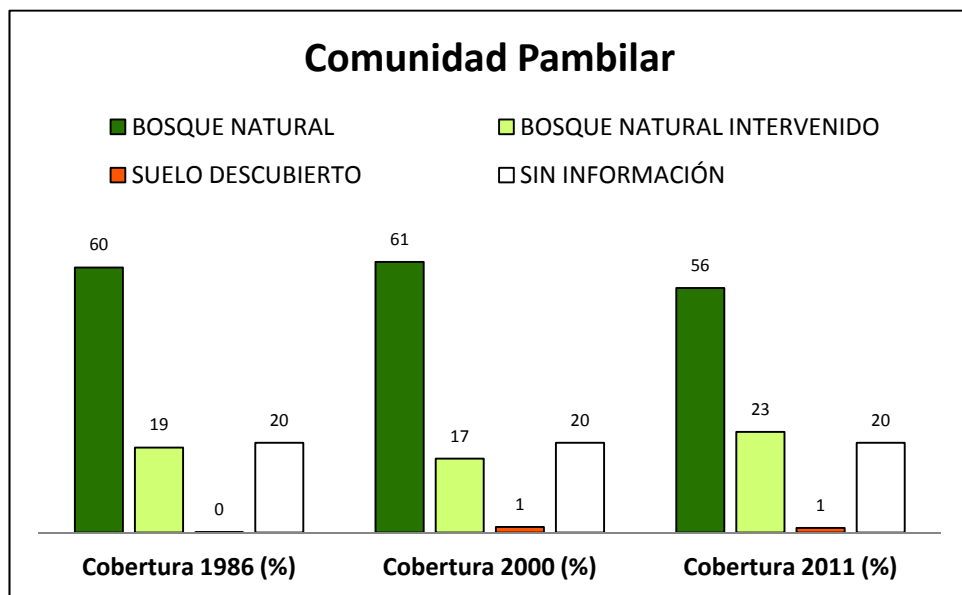
Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

Gráfico 10: Dinámica de la Comunidad Pailón



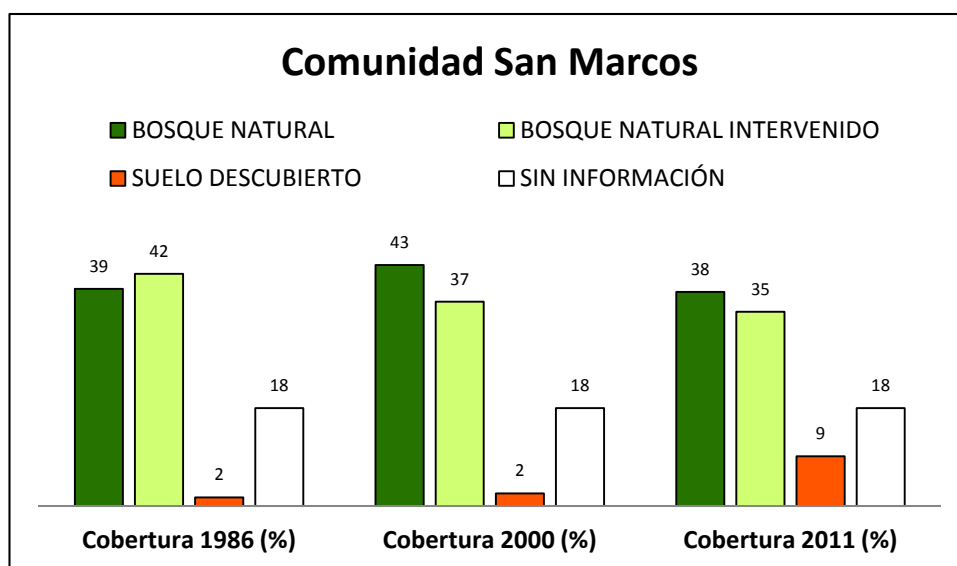
Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

Gráfico 11: Dinámica de la Comunidad Pambilar



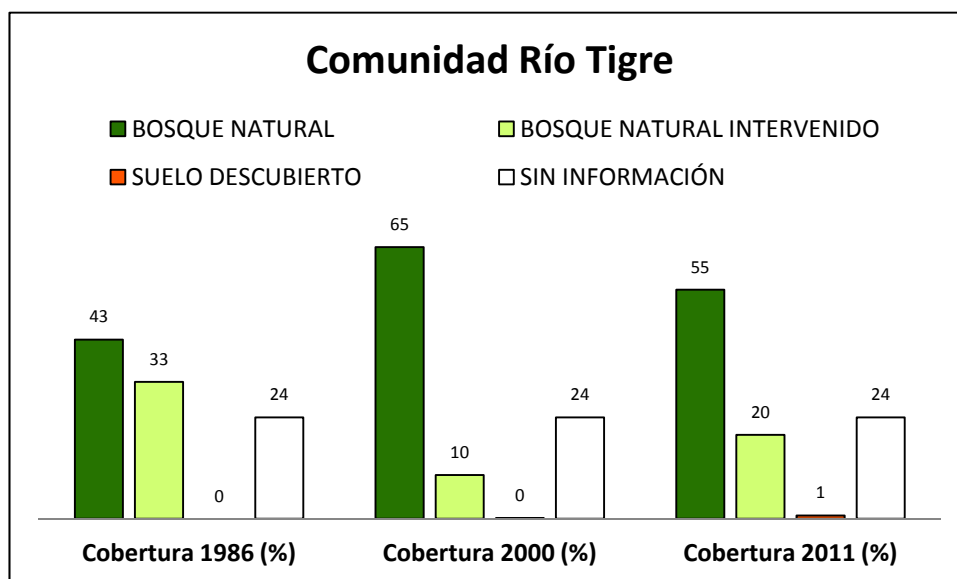
Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

Gráfico 12: Dinámica de la Comunidad San Marcos



Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

Gráfico 13: Dinámica de la Comunidad Río Tigre

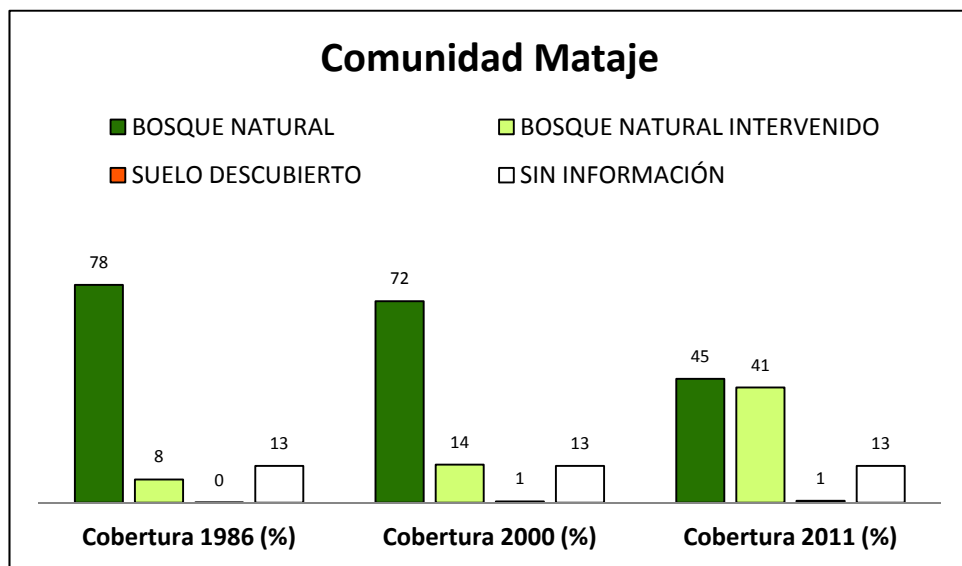


Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

- **Comunidades donde la clase Bosque Natural se reduce tanto en el 2000 como en el 2011:** en este caso las comunidades Mataje (Gráfico N° 14, Anexo N° 20): y Río Bogotá (Gráfico N° 15, Anexo N° 21) presentan esta dinámica. La Comunidad Mataje, ubicada en el Cantón San Lorenzo (Provincia de Esmeraldas), por estar ubicada a aproximadamente 3 Km. de la frontera con

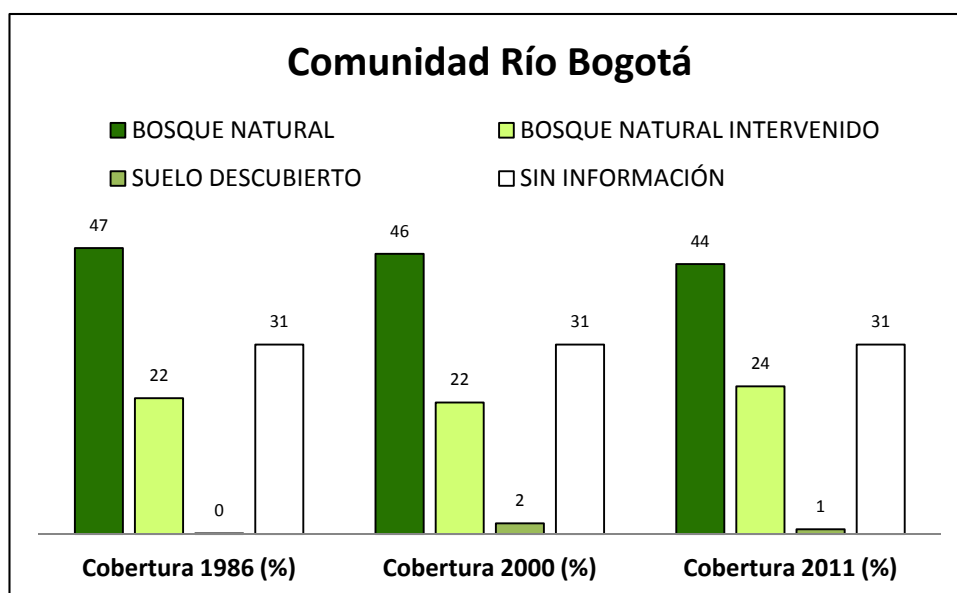
Colombia, se encuentra expuesta a un ritmo de degradación del bosque muy similar a lo que ocurre con el Chocó en el lado colombiano, donde la destrucción de los bosques es un problema recurrente, sobre todo por el cambio del uso del suelo a actividades agrícolas, muchas de ellas ilícitas. Mientras que en el caso de la Comunidad Río Bogotá, la principal causa del deterioro progresivo de la cobertura natural es la fragmentación, es decir que por el hecho de ser una comunidad que aunque forma parte del Territorio Awá, se encuentra aislada del resto de comunidades (ver mapa de resultados), en este caso al tratarse de un pequeño parche de vegetación, es más vulnerable a la afectación actividades antropogénicas, particularmente la explotación maderera, el cambio de uso de suelo y el avance de la frontera agrícola.

Gráfico 14: Dinámica de la Comunidad Mataje



Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

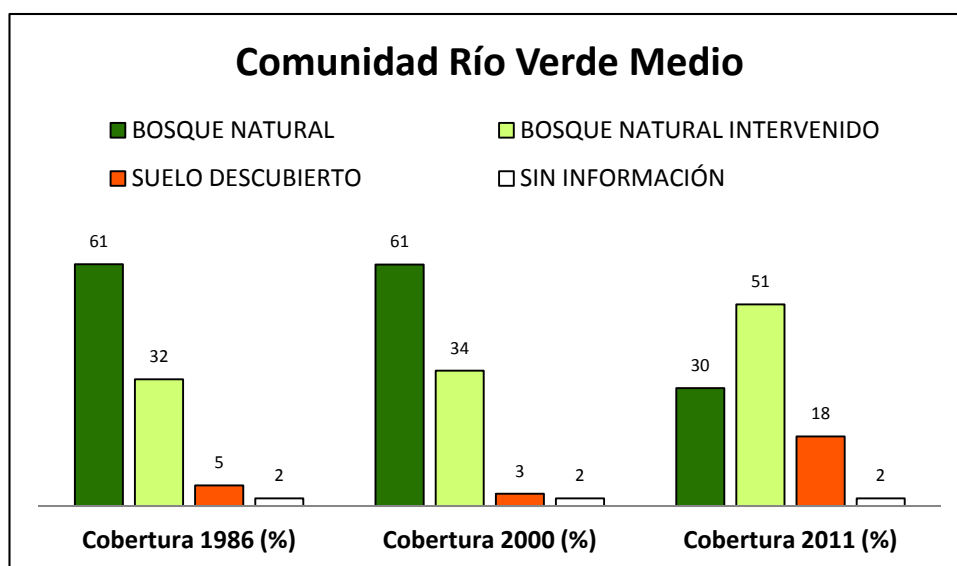
Gráfico 15: Dinámica de la Comunidad Río Bogotá



Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

- ***Comunidades donde la clase Bosque Natural se mantiene sin variación en el 2000, pero en el 2011 se reduce:*** se trata de la Comunidad Río Verde Medio (Gráfico N° 16, Anexo N° 22), se encuentran ubicadas al Sur de la Reserva Awá, área caracterizada por altos niveles de deforestación debido a la existencia de grandes vías de primer orden que facilitan la comercialización de la madera. Asimismo por tratarse de un área que se encuentra aislada del resto de la Reserva y por ser significativamente más pequeña, es proclive a reducirse y verse afectada por las dinámicas externas de deforestación y extracción de recursos forestales de los territorios aledaños.

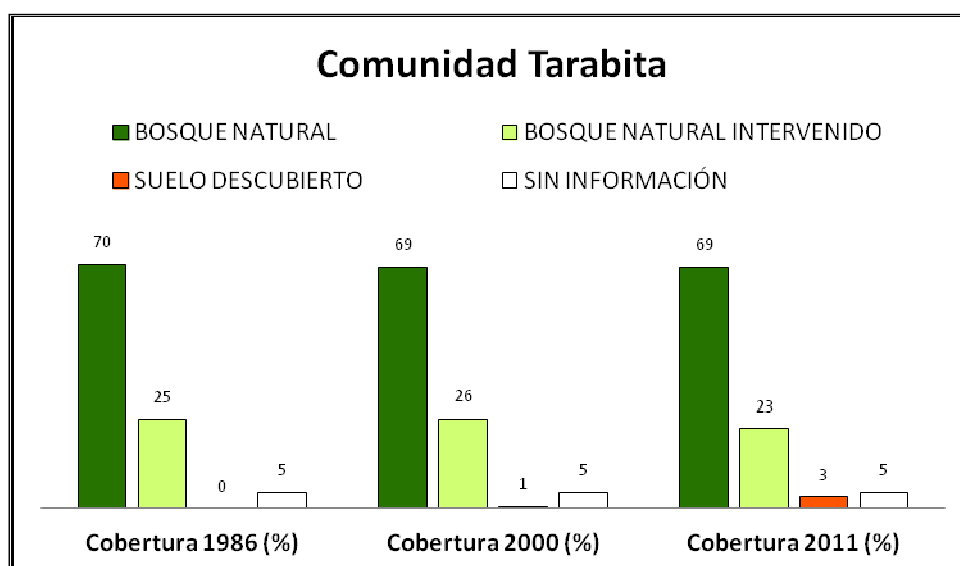
Gráfico 16: Dinámica de la Comunidad Río Verde Medio



Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

- **Comunidades donde la clase Bosque Natural en el 2000 se reduce, pero que en el 2011 no presenta variación:** la Comunidad Tarabita (Gráfico N° 17, Anexo N° 23) presenta esta dinámica. Se encuentra ubicada en el centro de la Reserva, y por ello no está influida por agentes externos, lo que ha permitido que el bosque se mantenga sin variaciones en los últimos años.

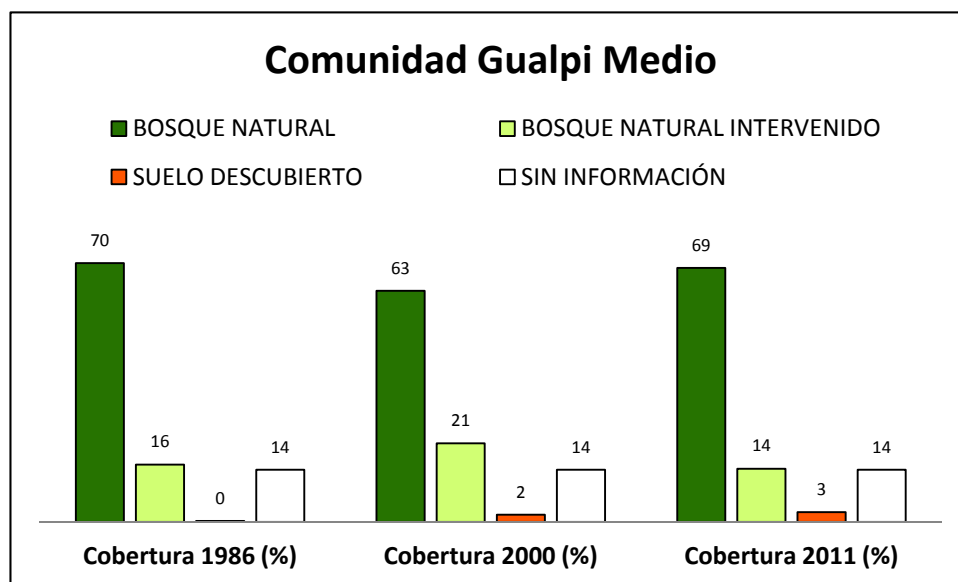
Gráfico 17: Dinámica de la Comunidad Tarabita



Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

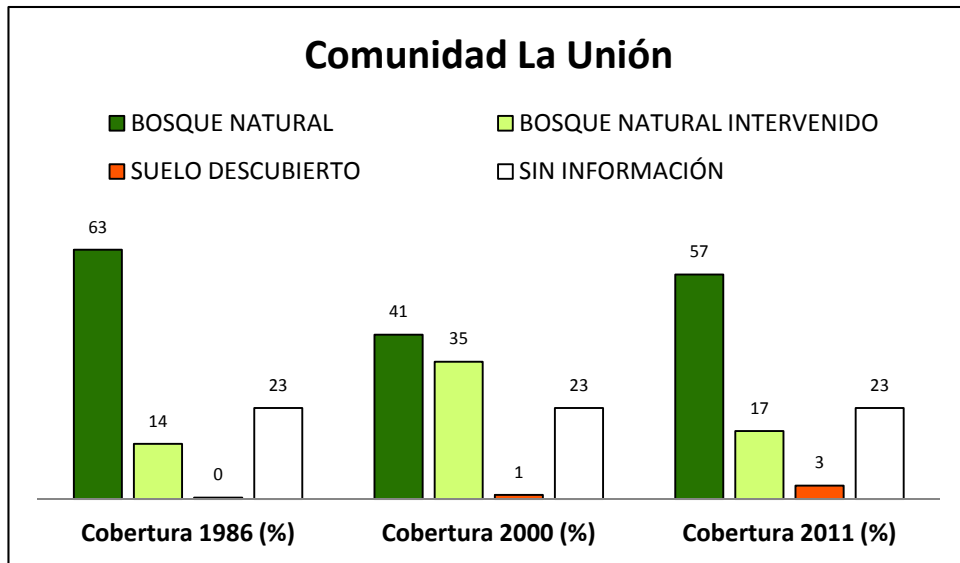
- **Comunidades donde la clase Bosque Natural se redujo en el 2000 pero que en el 2011 presentó un incremento:** en este caso el bosque presentó una reducción en su superficie en el año 2000, pero en los últimos años, a diferencia del resto de casos, ha presentado una recuperación. Ello puede deberse a su ubicación, alejadas de vías de acceso y en pleno corazón de la Reserva Awá, lo que ha mantenido estos bosques relativamente aislados de la influencia externa. Estas comunidades son: Gualpi Medio (Gráfico N° 18, Anexo N° 24), La Unión (Gráfico N° 19, Anexo N° 25), Ojala (Gráfico N° 20, Anexo N° 26) y Sabalera (Gráfico N° 21, Anexo N° 27).

Gráfico 18: Dinámica de la Comunidad Gualpi Medio



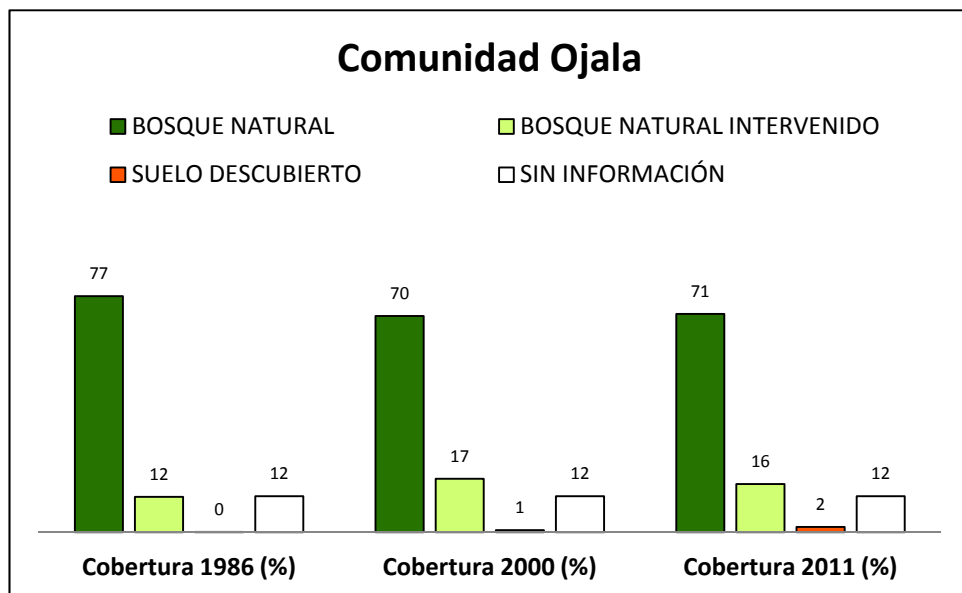
Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

Gráfico 19: Dinámica de la Comunidad La Unión



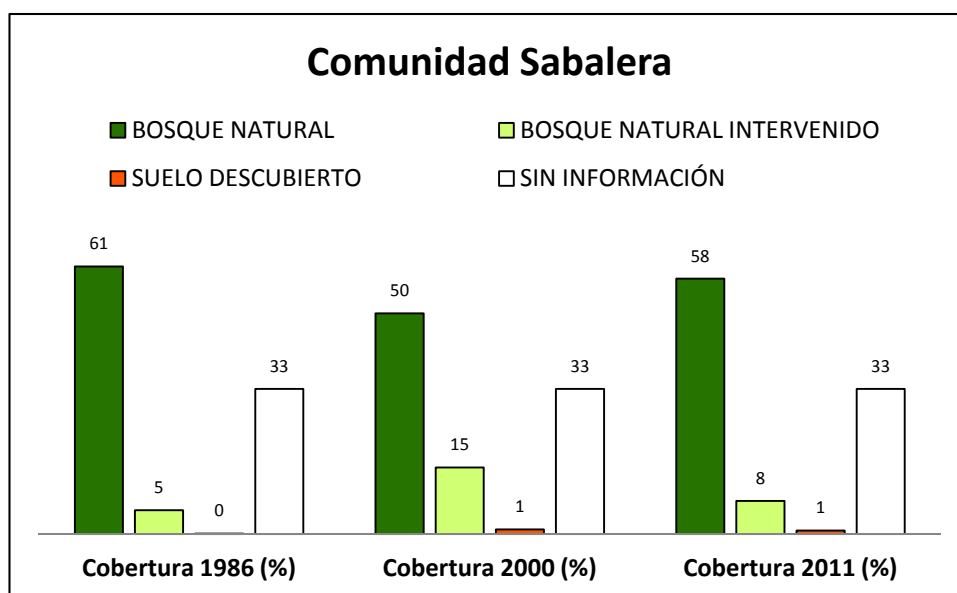
Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

Gráfico 20: Dinámica de la Comunidad Ojala



Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

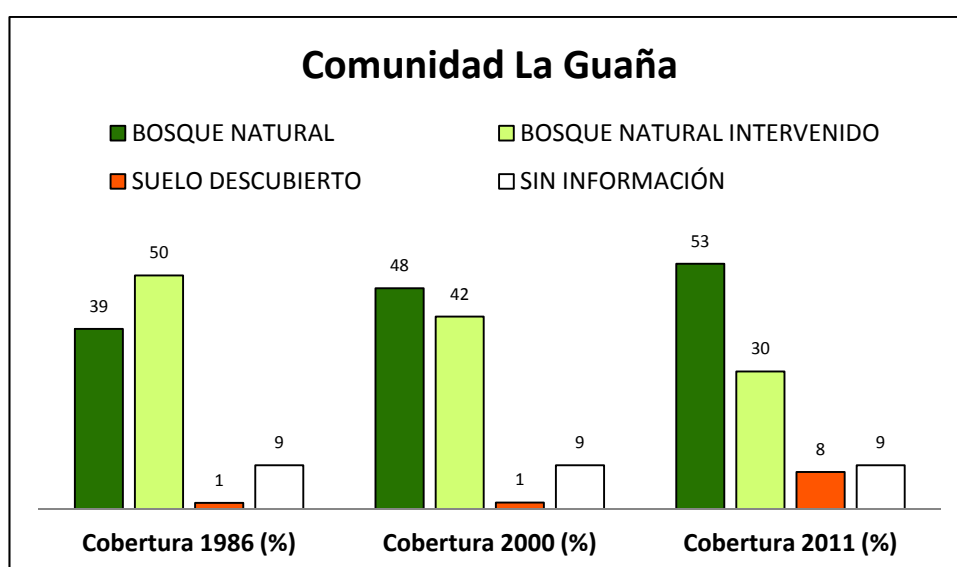
Gráfico 21: Dinámica de la Comunidad Sabalera



Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

- **Comunidades donde la clase Bosque Natural se incrementó en el 2000 y en el 2011:** este es el caso de la Comunidad La Guaña (Gráfico N° 22, Anexo N°28), ubicada en una zona que colinda con otras áreas de bosque natural no intervenido y con escasa influencia de agentes externos que puedan comprometer la conservación de la vegetación; debido a ello se ha mantenido en buenas condiciones y presenta una tendencia de incremento de la superficie boscosa en los dos períodos analizados.

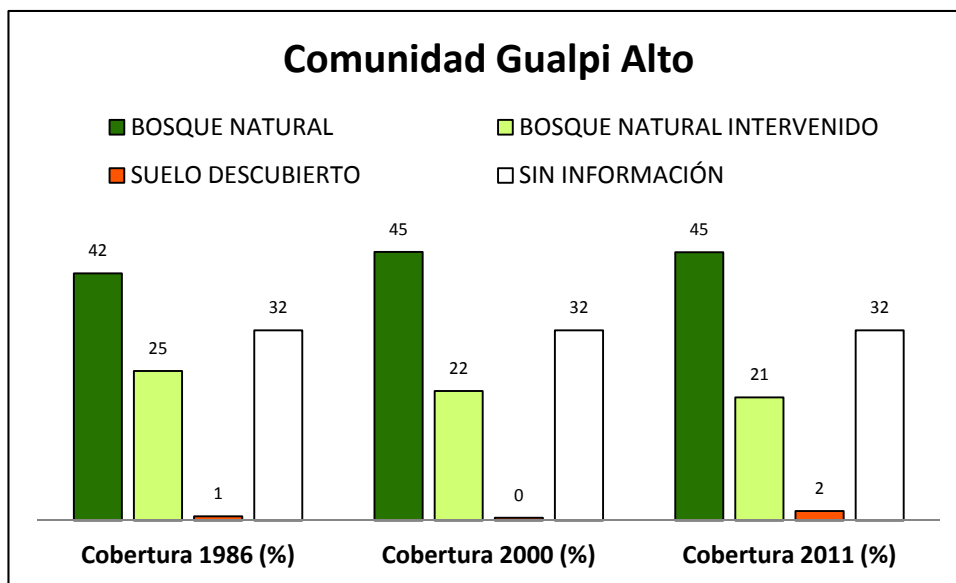
Gráfico 22: Dinámica de la Comunidad La Guaña



Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

- **Comunidades donde la clase Bosque natural se incrementó en el 2000 y que no presenta variaciones en el 2011:** se trata de la Comunidad Gualpi Alto (Gráfico N° 23, Anexo N° 29), ubicada junto a la Comunidad La Guaña (la cual presenta en el estudio una recuperación total del bosque), en este caso por no ser una comunidad fronteriza y ubicarse en una de las zonas mejor conservadas de todo la Reserva, sus bosques se han mantenido en buen estado de conservación.

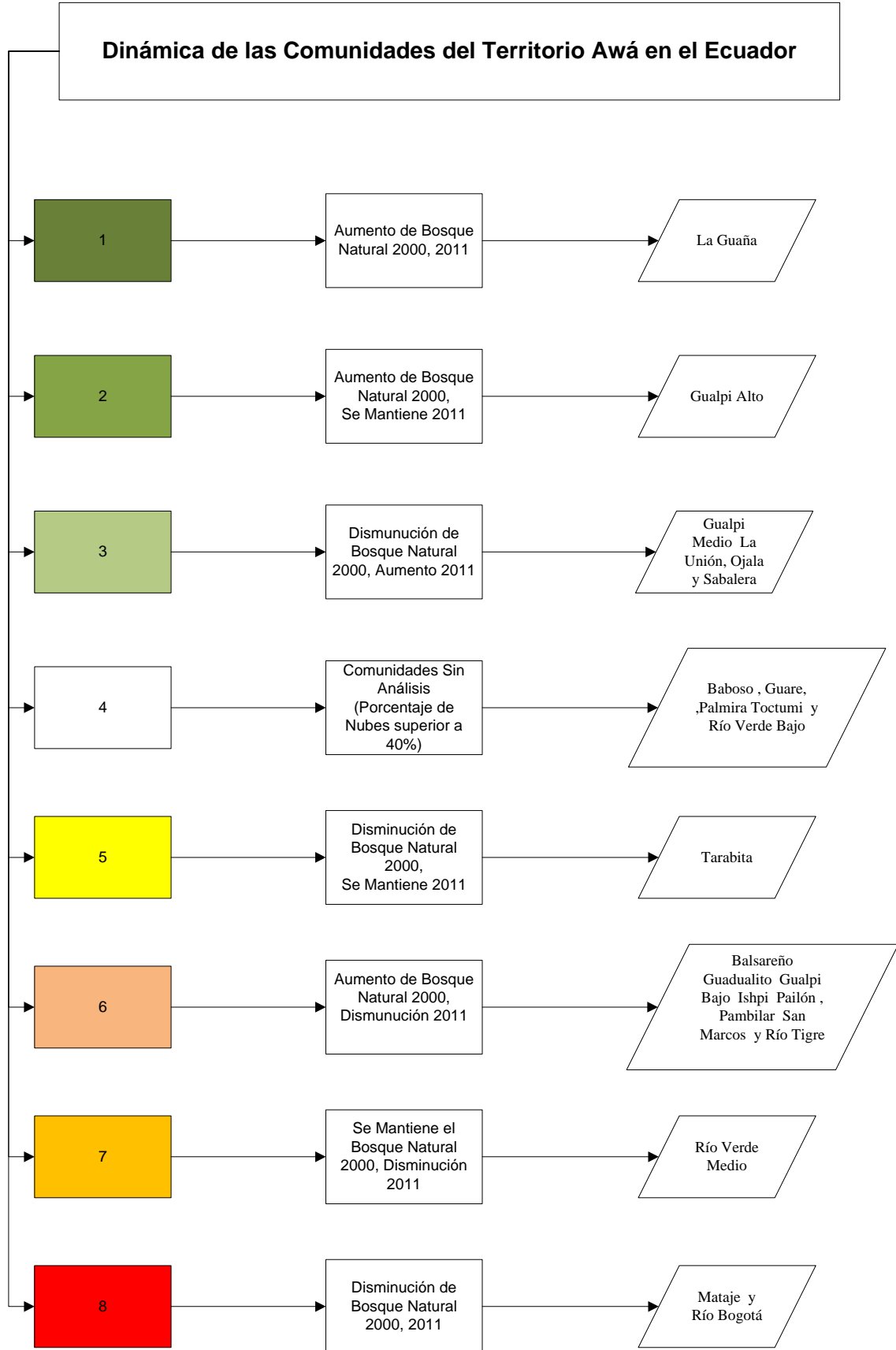
Gráfico 23: Dinámica de la Comunidad Gualpi Alto



Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

En resumen, se puede observar en la figura N° 33 las 8 tendencias que presentan las diferentes Comunidades del Territorio Awá en el Ecuador, mientras que en el Anexo N° 30 podemos visualizar espacialmente como están distribuidas las Comunidades y clasificadas por la dinámica que han presentado en el transcurso del período 1986 – 2011.

Figura 33: Dinámica de las Comunidades del Territorio Awá en el Ecuador



Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

De este análisis realizado por comunidad, podemos establecer que los resultados obtenidos sobre la cobertura de bosque y su evolución en el Territorio Awá y sus 22 comunidades, siguen dos tendencias que se puede visualizar en el siguiente gráfico:

Gráfico 24: Evolución de las Diferentes Coberturas del Territorio Awá en el Ecuador



Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

- *Un incremento y recuperación de la clase Bosque Natural (vegetación natural no intervenida) durante el período 1986-2000.* A principios de la década de los 80, el pueblo Awá sintió la presión que sobre sus territorios empezaban a ejercer actividades económicas como la minería, la extracción de madera y en general la colonización de los bosques. Debido a ello los Awá iniciaron un fuerte proceso de organización, que derivó en el reconocimiento en 1988 por parte del Ministerio de Agricultura y Ganadería, del Territorio Ancestral Awá, conformado por 22 comunidades o centros. La delimitación del Territorio Awá tuvo gran influencia en los primeros años de su conformación, en la conservación y protección del bosque; de allí que en el período 1986-2000 se registre en general una recuperación del bosque de alrededor de 2 km². La etnia Awá basa su modo de vida en el uso sustentable del bosque, el predominio de actividades como la caza y la agricultura de subsistencia, ambas de bajo impacto para la cobertura vegetal, permitiendo así en una primera instancia que el bosque incrementará su superficie y se recuperara considerablemente, con lo cual el

establecimiento de la Reserva Awá en sus primeros años fue un mecanismo altamente efectivo de conservación de los bosques en el Chocó ecuatoriano.

- ***La reducción de la clase Bosque Natural durante el período siguiente 2000-2011:*** Para el período 2000-2011 se puede visualizar gráficamente el descenso de Bosque Natural de 54 Km². El suelo descubierto para el año 2011 aumenta a 27 Km². Nótese que la clase Bosque Natural en el 2011 pasa a ser Bosque Intervenido y Suelo descubierto, ello a pesar de que la Reserva Awá todavía se mantiene como un área protegida y aún las leyes que amparan su existencia siguen vigentes. Sin embargo la delimitación de esta área protegida que en un principio significó la recuperación del bosque, con el tiempo se ha convertido en una herramienta cada vez más débil para la conservación del bosque, ello principalmente porque la problemática social en torno a las poblaciones cercanas a la Reserva y a la propia etnia Awá aún no se han solucionado, situación que propicia un uso intensivo de los bosques y la acelerada conversión del uso del suelo hacia actividades comerciales, especialmente la extracción de la madera. Es más y contrario a lo que se podría pensar, el mayor impacto sobre esta zona no es la extracción de madera a gran escala, sino la hecha por las propias comunidades y colonos de la zona, los cuales practican una extracción maderera de pequeña escala, actividad de subsistencia y donde prima la informalidad, lo cual impide adecuadas regulaciones por parte del Estado y que debido a ello tiene un impacto significativo sobre los bosques y su manejo. Se calcula que alrededor del 70% de la población ocupada en actividades madereras en la zona, trabaja bajo esta modalidad (Sierra, 1999), lo que genera graves problemas en toda la Región del Chocó, incluyendo la Reserva Awá que no ha podido escapar de estos impactos; aunque es claro decir que la forma de vida y costumbres del pueblo Awá, han permitido que el ritmo de deforestación sea mucho más lento al interior de la Reserva y con mejores niveles de conservación si se lo compara con el resto de la zona, por ello es que en los resultados obtenidos pudieron encontrarse comunidades dentro del territorio, sobre todo las más alejadas, que incluso han incrementado su área de bosque natural, es decir en donde el bosque primario se ha recuperado.

A continuación se presenta un cuadro que resume la dinámica de la cobertura vegetal en cada una de las Comunidades del Territorio Awá:

Tabla 8: Dinámica de la cobertura vegetal en las Comunidades del Territorio Awá en el Ecuador (km2)

Comunidad Tipo de Cobertura	LA GUAÑA			GUALPI ALTO			GUALPI MEDIO			LA UNIÓN			OJALA			SABALERA		
	1986	2000	2011	1986	2000	2011	1986	2000	2011	1986	2000	2011	1986	2000	2011	1986	2000	2011
BOSQUE NATURAL	5,45	6,69	7,43	40,01	43,47	43,42	60,16	53,75	59,05	51,48	33,95	46,36	103,27	94,59	95,50	44,38	36,59	42,34
BOSQUE NATURAL INTERVENIDO	7,07	5,83	4,16	24,21	20,98	19,93	13,32	18,29	12,38	11,41	28,36	14,05	15,49	23,39	21,08	3,97	11,05	5,50
SUELO DESCUBIERTO	0,18	0,20	1,12	0,69	0,45	1,55	0,26	1,69	2,30	0,31	0,88	2,79	0,15	0,94	2,33	0,08	0,79	0,59
SIN INFORMACIÓN	1,33	1,33	1,33	30,79	30,79	30,79	12,16	12,16	12,16	18,80	18,80	18,80	15,79	15,79	15,79	24,06	24,06	24,06
TOTAL	14,04	14,04	14,04	95,69	95,69	95,69	85,89	85,89	85,89	82,00	82,00	82,00	134,70	134,70	134,70	72,50	72,50	72,50

Comunidad Tipo de Cobertura	BABOSO			GUARE			PALMIRA TOCTUMI			RÍO VERDE BAJO			TARABITA			BALSAREÑO		
	1986	2000	2011	1986	2000	2011	1986	2000	2011	1986	2000	2011	1986	2000	2011	1986	2000	2011
BOSQUE NATURAL	20,45	24,20	18,47	3,54	3,83	4,41	4,17	3,80	2,76	5,10	4,12	3,90	25,04	24,79	24,78	23,17	24,23	15,04
BOSQUE NATURAL INTERVENIDO	7,05	2,71	8,07	6,27	5,79	4,12	0,38	0,72	1,44	1,30	2,23	1,88	9,11	9,14	8,17	6,38	4,95	14,26
SUELO DESCUBIERTO	0,02	0,62	0,97	0,11	0,31	1,39	0,00	0,04	0,35	0,00	0,05	0,63	0,00	0,21	1,19	0,00	0,37	0,24
SIN INFORMACIÓN	30,28	30,28	30,28	6,25	6,25	6,25	23,27	23,27	23,27	5,85	5,85	5,85	1,64	1,64	1,64	6,56	6,56	6,56
TOTAL	57,80	57,80	57,80	16,17	16,17	16,17	27,82	27,82	27,82	12,25	12,25	12,25	35,78	35,78	35,78	36,10	36,10	36,10

Comunidad Tipo de Cobertura	GUADUALITO			GUALPI BAJO			ISHPI			PAILÓN			PAMBILAR			RÍO TIGRE		
	1986	2000	2011	1986	2000	2011	1986	2000	2011	1986	2000	2011	1986	2000	2011	1986	2000	2011
BOSQUE NATURAL	6,97	15,45	4,97	45,38	47,67	39,30	28,52	37,54	33,62	21,43	24,01	22,30	48,82	49,84	45,06	26,00	39,43	33,25
BOSQUE NATURAL INTERVENIDO	10,01	1,32	11,93	13,66	11,21	19,02	21,96	12,96	16,03	14,85	12,03	12,56	15,66	13,62	18,56	19,88	6,35	12,17
SUELO DESCUBIERTO	0,06	0,26	0,14	0,15	0,31	0,87	0,44	0,41	1,26	0,27	0,50	1,68	0,00	1,03	0,87	0,00	0,10	0,46
SIN INFORMACIÓN	7,08	7,08	7,08	1,29	1,29	1,29	8,91	8,91	8,91	3,68	3,68	3,68	16,55	16,55	16,55	14,71	14,71	14,71
TOTAL	24,12	24,12	24,12	60,48	60,48	60,48	59,82	59,82	59,82	40,22	40,22	40,22	81,04	81,04	81,04	60,60	60,60	60,60

Comunidad Tipo de Cobertura	SAN MARCOS			RÍO VERDE MEDIO			MATAJE			RÍO BOGOTÁ		
	1986	2000	2011	1986	2000	2011	1986	2000	2011	1986	2000	2011
BOSQUE NATURAL	19,78	21,95	19,50	2,14	2,14	1,05	67,82	62,74	38,59	10,03	9,83	9,47
BOSQUE NATURAL INTERVENIDO	21,16	18,62	17,69	1,12	1,20	1,79	7,25	11,89	35,87	4,76	4,62	5,18
SUELO DESCUBIERTO	0,79	1,16	4,53	0,18	0,11	0,62	0,01	0,45	0,61	0,03	0,38	0,17
SIN INFORMACIÓN	8,93	8,93	8,93	0,07	0,07	0,07	11,50	11,50	11,50	6,65	6,65	6,65
TOTAL	50,66	50,66	50,66	3,52	3,52	3,52	86,57	86,57	86,57	21,46	21,46	21,46

Dinámica:

Aumento de Bosque Natural 2000, 2001
Aumento de Bosque Natural 2000, Se Mantiene 2011
Disminución de Bosque Natural 2000, Aumento 2011
Comunidades Sin Análisis (Nubes 40%)
Disminución de Bosque Natural 2000, Se Mantiene 2011
Aumento de Bosque Natural 2000, Disminución 2011
Se Mantiene el Bosque Natural 2000, Disminución 2011
Disminución de Bosque Natural 2000, 2011

Diseño y concepción: F. Pavón, 2011

5. CONCLUSIONES

En el desarrollo de la presente investigación se ha hecho un análisis mediante imágenes de satélite y técnicas de percepción remota de la cobertura vegetal del Territorio Awá en los años 1986, 2000 y 2011; estos procesos han permitido determinar la dinámica del bosque y su estado actual, aspecto que puede ser de gran utilidad con fines de planificación y manejo de la Reserva tanto para instituciones públicas como para las propias comunidades Awá y con el cual se cumple el principal objetivo de esta disertación.

Un aspecto que se constata en esta investigación es la validez que sin duda tiene la delimitación de áreas protegidas como mecanismo de conservación ambiental, los resultados que derivaron del análisis multitemporal realizado, dejan claro que aunque en algunos casos existe pérdida, disminución o intervención sobre la vegetación natural, en general los bosques al interior de la Reserva Awá, se han mantenido en buenas condiciones e incluso en algunas zonas como la Comunidad La Guaña han incrementado su superficie. Ahora bien es claro que para la conservación no basta solamente con establecer áreas protegidas o territorios de posesión exclusiva de ciertos grupos étnicos, estas medidas por si solas no solucionan los problemas a nivel ambiental, ya que son las propias comunidades que viven dentro o en los alrededores de las áreas de conservación, las que con sus costumbres y condiciones de vida, van a determinar el nivel de efectividad que tiene el establecimiento de áreas de conservación por parte del Estado. Es decir que se trata de una labor conjunta tanto de autoridades como de las propias comunidades, ambos comprometidos con la protección del bosque y sus recursos, la que finalmente permite su conservación y permanencia en el tiempo. De hecho la Federación de Centros Awá del Ecuador desde su creación en la década de los 80, ha establecido como objetivo principal para su desarrollo la necesidad de hacer un uso responsable y sustentable del bosque, lo cual refleja el compromiso que existe desde las propias comunidades por conservar los recursos naturales, lo que sin duda explica el porque los bosques del área de estudio se han mantenido en buen estado y con un nivel de deforestación muy inferior al de zonas aledañas adjudicadas a otros grupos étnicos tales como los afroecuatorianos. Los hechos descritos anteriormente validan la hipótesis planteada, al quedar demostrado que los bosques en la Reserva Awá han presentado un ritmo de

degradación relativamente bajo, debido precisamente al establecimiento de la Reserva y al tipo de organización y forma de vida de los Awá, legítimos dueños de estos territorios.

Otro aspecto que pone sobre la mesa este trabajo, es la validez de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la Teledetección como herramientas técnicas de determinación del estado y dinámica de la cobertura vegetal de un área determinada. Muchos de los estudios socioambientales que se realizan enfatizan en las causas económicas y sociales, que conducen a la extracción irracional de recursos y consecuentemente a la degradación ambiental dentro de un territorio, sin embargo quedan incompletos al no lograr determinar cuánto, en donde y a qué ritmo se han degradado los ecosistemas. En ese sentido las herramientas antes mencionadas constituyen un complemento ideal para analizar los problemas ambientales, ya que permiten una cuantificación real del fenómeno y su ubicación espacial, lo cual ligado a análisis bibliográficos e in situ, permiten tener una nueva y mejor perspectiva de los fenómenos así como también establecer de mejor manera planes de manejo y recuperación de los bosques, llegando a determinar por ejemplo zonas de prioridad para la conservación, áreas de amortiguamiento, frentes de expansión de actividades económicas, entre otras. Por todo ello hoy por hoy tanto los SIG como las técnicas de percepción remota (Teledetección) son fundamentales para la planificación de las áreas protegidas y deberían convertirse en herramientas infaltables al interior de entidades de gobierno y organizaciones dedicadas a la conservación y manejo sustentable de los recursos naturales.

Finalmente un aspecto que cabe mencionar es aquel que guarda relación con la utilidad de estudios de este tipo. En este caso la evaluación y análisis que se hizo de la cobertura vegetal en las Comunidades del Territorio Awá, puede servir de base para la elaboración de planes de manejo y para la zonificación del Territorio Awá, sin embargo esto debe realizarse conjuntamente con otros estudios de carácter local que también tomen en cuenta aspectos socioculturales, económicos y de biodiversidad de la zona. Debido a ello la presente disertación únicamente pretendió ser un compendio de los procedimientos y pasos que deben seguirse para un proceso de clasificación digital y lo que busca es transmitir la importancia y la enorme utilidad que los Sistemas de Información Geográfica y la Teledetección tienen en los procesos de conservación y manejo sustentable de los bosque y áreas protegidas; por ello al final de este trabajo no se establecen aplicaciones prácticas de la clasificación digital

realizada ya que se parte de la premisa que para ello es necesario profundizar en otros temas tales como la zonificación, procesos participativos con las comunidades, ordenamiento territorial, entre otros; lo cual puede ser tema de estudios futuros. Con ello se deja la puerta abierta para que nuevos trabajos respecto al tema se realicen, tomando como base los resultados obtenidos en la presente disertación.

6. BIBLIOGRAFÍA:

LIBROS Y REVISTAS:

- * Chuvieco, E. (1995). "Fundamentos de Teledetección Espacial". 3º edición, Editorial Rialp, Madrid. pp. 568
- * Clayton, F. (2000). Remote sensing-based geostatistical modeling of forest canopy structure.
- * Brown, L., R. Sierra, S. DiGiacinto, and W. Smith. 1994. Urban system evolution in frontier settings. *Geographical Review* 84 (3): 249–65.
- * ERDAS Imagine (2006). "Manual en línea. Versión 9.1. Leica Geosystems Geospatial Imaging", LLC.
- * ESRI (1990). "Understanding GIS. The ARC/INFO Method", ESRI, Redlands, Ca.
- * Federación de Centros Awá (2002). "La historia del pueblo Awá". FCAE- Altrópico. Quito.
- * Gentry, A. (1986). Species richness and floristic composition of Chocó region plant communities. *Caldasia*, 15, pp. 71–91.
- * ITTO, 2000. Desarrollo e instalación de un Sistema de Control de Recursos Forestales (FORMS) utilizando el Modelo de Densidad del Dosel Forestal (DDF) elaborado a través del proyecto PD 66/99 Rev.1 F) 48p.
- * Kajiwara, K.; Tateishi, R. (1990). Integration of Satellite Data and Geographic Data of Global Land Cover Analysis. Proceedings, ISPRS Commission.
- * Leyva, P. (1993). "Colombia Pacífico. Tomo II". Fondo para la Protección del Medio Ambiente "Jose Celestino Mutis". Santa Fe de Bogota.
- * Rodríguez, A. (2005). La densidad de dosel forestal, como una nueva alternativa para la estratificación de los bosques en el Valle del Sacta. Bolivia

* Sierra, R. (1996).- La deforestación en el Noroccidente del Ecuador: 1983- 1993. Quito, Ecociencia.

* Sierra, R. y Stallings, J. (1998): The Dynamics and Social Organization of Tropical Deforestation in Northwest Ecuador, 1983-1995. Human Ecology 26 (1). Atlanta. 125

* Sierra, R. (1999). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF ECOCIENCIA. Quito.

* Sarmiento, F. (2001). Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica. Ediciones Abya-Yala, CLACS-UGA, CEPEIGE, AMA. Quito.

TESIS / MONOGRAFÍAS UNIVERSITARIAS:

* PINEDA, J. (2010). Gobernanza, participación y territorio. Los Awá del Ecuador y su proceso organizativo. FLACSO. Quito.

* RODAS, C. (2005). “Propuesta ara la aplicación de la información cartográfica territorial de la reserva étnica Awá, por medio de las herramientas de los Sistemas de Información Geográfica para el manejo del Recurso Forestal”. PUCE. Quito.

* Vélez, C. (2010). “Aproximación a la dinámica espacial de la frontera agrícola en el Ecuador”. PUCE. Quito.

PAGINAS WEB:

* Falconí, F. (2003). “Evaluación de la política de manejo forestal en el Ecuador: propuesta de incentivos económicos”. FLACSO. Quito. En: <http://www.consortio.org/CIES/html/pdfs/Forestal/ecu1.pdf>

* Federación de Centros Awa del Ecuador/Proyecto Caiman (2004). INFORME DE MERCADO SISTEMAS AGROFORESTALES-POTENCIAL FORESTAL SUB CUENCA RIO SAN JUAN. Quito. En: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADE701.pdf

* Ministerio del Ambiente del Ecuador (2007). Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas. Proyecto GEF Ecuador: Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP-GEF). Quito. En:

<http://www.conservation.org.ec/publicaciones/imagenes/Plan%20de%20manejo%20RECC.pdf>

* Ortiz, R. y Sánchez, S. (2000). “Análisis Multitemporal del Territorio Awá Colombia, mediante la utilización de imágenes de satélite TM 5 y ETM 7”. Rev. 11/06/2010. En: http://proceedings.esri.com/library/userconf/latinproc01/medio_ambiente/analisis_multitemporal_colombia.pdf

* Pineda, J. (2002). “Organización territorio y conservación. Las comunidades Awá de Ecuador y Colombia frente al manejo del territorio, un caso comparativo”. Rev. 11/06/2010. En: http://www.flacsoandes.org/web/imagesFTP/10172.Prooyecto_JPineda_01.pdf

* Ramos, I. (2002). “Ecuador: palma africana y madereras en la Bio-región del Chocó”. Rev. 11/06/2010. En: <http://www.wrm.org.uy/boletin/66/Ecuador.html>

* Roy, P. (2000). Biophysical Spectral Response modelling Approach for Forest Density Stratification. En: <http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/1996/ts5/index.shtml>.

PUBLICACIONES INSTITUCIONALES:

* FAO, 2003. Estado de la Información Forestal en el Ecuador. Quito

* Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo SENPLADES. Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013: Construyendo un Estado Plurinacional e Intercultural. Quito,

2009. En: <http://plan.senplades.gov.ec>

INSTITUCIONES:

Federación de Centros Awá del Ecuador-FCAE <http://www.federacionawa.org/> Varias consultas.

IMÁGENES:

Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos
CLIRSEN.

* USGS, 2004 (U.S. Geological Survey) Estudio Geológico Norte-americano EROS Data
Center, Sioux Falls. En: http://edc.usgs.gov/guides/images/landsat_tm/orbit.

ANEXOS: