



**Universidad de Los Andes.
Facultad de Ciencias.
Departamento de Biología.**

**Sistema agroecológico Piaroa en la Reserva Forestal Sipapo.
Un enfoque ecológico del paisaje.**

**Autor. Rafael Leonardo Ruíz Díaz.
Tutor. MSc. Eulogio José Chacón Moreno
Financiado: SAF-Amazonas - Fonacit 97003188**

Mérida julio de 2005.

ÍNDICE

Resumen.	I
Abstract.	II
CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN.	01
Introducción.	01
Sistema agrícola Piaroa y Ecología del Paisaje.	01
1.2 Hipótesis.	04
1.3 Objetivos.	05
1.3.1 Objetivo general.	05
1.3.2 Objetivos específicos.	05
1.4 Estructura del trabajo especial de grado.	05
CAPITULO 2 MARCO TEÓRICO.	
2 Marco teórico.	07
2.1 Planteamiento del problema.	07
2.1.1 Ambiente Amazónico y población indígena.	07
2.1.2 Situación socio-económica y crecimiento poblacional de la etnia Piaroa.	11
2.1.3 Aspectos ambientales de la etnia Piaroa.	13
2.1.4 Estudios ambientales previos en la zona.	16
2.2 Enfoque teórico.	19
2.2.1 Paisaje Ecológico.	19
2.2.2 Unidades ecológicas de paisaje (UEP).	21
2.2.3 Agroecosistemas.	22
2.2.4 La sucesión ecológica.	23
2.2.5 Conucos.	24
2.3 Enfoque metodológico.	27
2.3.1 Sensores Remotos.	27
2.3.2 Sistemas de información geográfica (SIG).	30
CAPITULO 3 METODOLOGÍA	33
3.1 Ubicación del área de estudio.	33
3.2 Comunidades en estudio.	35
3.2.1 Coromoto de Cuao.	36
3.2.2 Pendare.	36
3.2.3 Raudal del Danto.	36
3.2.4 Raudalito Picure.	36
3.2.5 Caño Veneno.	37
3.3 Aspectos Ambientales del área de estudio.	37
3.3.1 Geología.	37
3.3.2 Fisiografía.	37
3.3.3 Clima.	38
3.3.4 Hidrografía y drenaje.	38
3.4 Reconocimiento Ecológico.	38
3.4.1 Definición de Unidades ecológicas de paisaje	39

3.4.1.1 Características de la imagen de satélite.	40
3.4.1.2 Georreferenciación de la imagen.	41
3.4.1.3 Procesamiento y clasificación de la imagen.	42
3.4.2 Reconocimiento ecológico de campo	44
3.4.2.1 Integración de datos de campo y datos espaciales.	46
3.4.2.2 Manejo de datos.	46
3.5 Análisis espacial	46
3.6 Modelo de secuencia de avance de conucos.	48
CAPITULO 4 UNIDADES ECOLÓGICAS DE PAISAJE (UEP).	50
4.1 Clasificación de la imagen.	50
4.1.1 Diferenciación espectral.	50
4.1.2 Clasificación supervisada.	57
4.2 Definición de Unidades Ecológicas de Paisaje (UEP).	59
4.2.1 Definición de Unidades de Paisaje Naturales	60
4.2.2 Definición de Unidades de Paisaje por influencia antrópica.	61
4.3 Características morfológicas y de composición vegetal de las distintas fases de los conucos.	64
4.3.1 Fase de los conucos.	65
4.4 Análisis de las Unidades Ecológicas de Paisaje.	67
CAPITULO 5 ANÁLISIS DE LOS PATRONES ESPACIALES DE LAS UEP.	70
5.1 Distribución espacial de UEP para 1998.	70
5.2 Resultados Espaciales.	71
5.2.1 Patrones de distribución espacial.	71
CAPITULO 6 ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE CAMBIOS Y MODELOS DE OCUPACIÓN DEL PAISAJE.	93
6.1 Análisis de secuencia de avance de conucos.	93
6.2 Evolución de la ocupación de la superficie.	97
6.3 Conclusiones del análisis de los procesos de cambios y modelos de ocupación del paisaje	101
CAPITULO 7 DISCUSIONES Y CONCLUSIONES GENERALES.	
7.1 Discusiones generales.	104
7.2 Conclusiones generales.	108
Referencias	109

INDICE DE TABLAS, FIGURAS Y GRÁFICOS.

Figura 2.1 Gráfico que indica los valores de la longitud de onda de la luz reflejada por determinados elementos en la superficie de la tierra y adicionalmente se muestra la reflectancia que puede ser captada y analizada de cada una de las bandas de una imagen SPOT.	28
Figura3.1 Ubicación geográfica del área de estudio en relación con Venezuela, se observa la localización de las 5 comunidades Piaroas dentro de la reserva forestal Sipapo. Al extremo occidental se observa el Río Orinoco	34
Figura 3.2 Imagen en Falso color del área de estudio en la reserva forestal Sipapo, Edo Amazonas, Venezuela.(imagen en falso color procesada con la combinación de las bandas 3 , 2, 1 de imagen SPOT 5, Ubicación de las comunidades estudiadas, localización específica de cada comunidad y área aproximada ocupada por cada una de las comunidades.	35
Figura 4.1 Gráfico de cajas para la banda espectral 1, imagen SPOT5 que permiten identificar y diferenciar a través de estos las distintas Unidades Ecológicas del Paisaje en el área de la Reserva Forestal Sipapo en el Estado Amazonas – Venezuela.	51
Figura 4.2 Gráfico de cajas para la banda espectral 2, imagen SPOT5 que permiten identificar y diferenciar a través de estos las distintas Unidades Ecológicas del Paisaje en el área de la Reserva Forestal Sipapo en el Estado Amazonas – Venezuela.	52
Figura 4.3 Gráfico de cajas para la banda espectral 3, imagen SPOT5 que permiten identificar y diferenciar a través de estos las distintas Unidades Ecológicas del Paisaje en el área de la Reserva Forestal Sipapo en el Estado Amazonas – Venezuela.	53
Figura 4.4 Gráfico de cajas para la banda espectral 4, imagen SPOT5 que permiten identificar y diferenciar a través de estos las distintas Unidades Ecológicas del Paisaje en el área de la Reserva Forestal Sipapo en el Estado Amazonas – Venezuela.	54
Tabla 4.1 Test de Homogeneidad de Varianzas de cada una de las bandas.	55
Tabla 4.2 Valores promedio y desviación estándar de cada banda espectral en cada una de las UEP en la reserva forestal Sipapo en el estado Amazonas Venezuela.	56
Tabla 4.3 Grupos UEP separables en cada una de las bandas espectrales.	57
Figura 4.5 Ventana del programa ILWIS en el proceso de clasificación supervisada de la imagen donde se observa cada una de las selecciones de píxel para cada una de las unidades ecológicas.	58
Figura 4.6 Sample Set que permite apreciar los grupos de las distintas UEP de en el área de la Reserva Forestal Sipapo en el Estado Amazonas – Venezuela.	59

Tabla 4.4 Descripción de las unidades ecológicas de paisajes (UEP) naturales para las cinco comunidades Piaroas de la zona de la reserva forestal Sipapo en el estado Amazonas, Venezuela.	60
Tabla 4.5 Descripción de las Unidades ecológicas de paisajes derivadas de la influencia antrópica para las 5 comunidades Piaroas de la zona de la reserva forestal Sipapo en el estado Amazonas Venezuela.	61
Figura 4.7 Imagen en falso color, procesada con las bandas 3, 4 y 2 de una imagen SPOT 5, donde se indica las características del área sabanas y comunidades de la zona de la reserva forestal Sipapo en el estado Amazonas, Venezuela.	62
Figura 4.8 Imagen en falso color, procesada con las bandas 3, 4 y 2 de una imagen SPOT 5, donde se indica las características del área Ríos, Selva Natural y vegetación sobre lajas de la zona de la reserva forestal Sipapo en el estado Amazonas, Venezuela.	63
Figura 4.9 Imagen en falso color, procesada con las bandas 3, 4 y 2 de una imagen SPOT 5, donde se indica las características de las diferentes fases de conucos y de selva.	64
Figura 5.1 Imagen en falso color, procesada con las bandas 3, 2 y 1 de una imagen SPOT 5, esta imagen obtenida por el satélite el 10 de diciembre de 1998 donde se indica área de estudio y el área aproximada de 5 comunidades Piaroas de la zona de la reserva forestal Sipapo en el estado Amazonas, Venezuela.	70
Tabla 5.1: Total de superficie ocupada por cada uno de los tipos de cobertura en cada comunidad estudiada de la reserva forestal Sipapo y su valor relativo porcentual. (Superficie estimada en hectáreas.)	72
Tabla 5.2: Superficie en hectáreas y valor relativo de la cobertura ocupada por cada tipo de estadio de desarrollo ó etapa de regeneración de los sistemas de cultivo (conucos) en cada una de las comunidades estudiadas.	72
Tabla 5.3: Número de polígonos y porcentual como medida del número de conucos encontrados en cada área de estudio.	73
Figura 5.2 Proporción de distribución de áreas en la comunidad de Raudalito Picure.	74
Figura 5.3 Mapa de las Unidades Ecológicas de Paisaje de la comunidad Raudalito Picure, señalando las coordenadas UTM en las esquinas en la reserva forestal Sipapo, Estado Amazonas, Venezuela. Imagen procesada de una imagen SPOT 5, tomada por el satélite en diciembre de 1998.	75
Figura 5.4 Proporción de distribución de áreas en la comunidad de Caño Veneno	77
Figura 5.5 Mapa de las Unidades Ecológicas de Paisaje de la comunidad de Caño Veneno, señalando las coordenadas UTM en las esquinas en la reserva forestal Sipapo, Estado Amazonas, Venezuela. Imagen procesada de una imagen SPOT 5, tomada por el satélite en diciembre de 1998.	78

Figura 5.6 Proporción de distribución de áreas en la comunidad de Raudal del Danto.	80
Figura 5.7 Mapa de las Unidades Ecológicas de Paisaje de la comunidad de Raudal del Danto, señalando las coordenadas UTM en las esquinas en la reserva forestal Sipapo, Estado Amazonas, Venezuela. Imagen procesada de una imagen SPOT 5, tomada por el satélite en diciembre de 1998.	81
Figura 5.8 Proporción de distribución de áreas en la comunidad de Pendare.	84
Figura 5.9 Mapa de las Unidades Ecológicas de Paisaje de la comunidad de Pendare, señalando las coordenadas UTM en las esquinas en la reserva forestal Sipapo, Estado Amazonas, Venezuela. Imagen procesada de una imagen SPOT 5, tomada por el satélite en diciembre de 1998.	85
Figura 5.10 Proporción de distribución de áreas en la comunidad de Coromoto de Cuao.	88
Figura 5.11 Mapa de las Unidades Ecológicas de Paisaje de la comunidad de Coromoto de Cuao, señalando las coordenadas UTM en las esquinas en la reserva forestal Sipapo, Estado Amazonas, Venezuela. Imagen procesada de una imagen SPOT 5, tomada por el satélite en diciembre de 1998.	89
Figura 6.1 Modelo de colonización y crecimiento de la comunidad en la localidad de la reserva forestal Sipapo en el estado Amazonas, Venezuela.	95
Figura 6.2 Gráfico que representa los valores de áreas de selva en relación con selva la edad de la comunidad.	98
Figura 6.3 Gráficos de edad de las áreas de las diferentes áreas de conucos en relación con las distancias de estos con el centro de la comunidad	100

RESUMEN

Los patrones de distribución de las Unidades Ecológicas de Paisaje (UEP) derivados de las actividades agrícolas de cuatro comunidades de la etnia Piaroa en la selva amazónica, son descritos y analizados en relación con los diferentes estadios de sucesión de los sistemas de cultivos (conucos) y las áreas de regeneración de los mismos. Se elaboraron mapas a escala 1:25000 partir de la interpretación y clasificación de una imagen de satélite SPOT para estas comunidades mostrando los patrones de distribución de las diferentes UEP. Se obtuvieron cuatro estadios sucesionales de los sistemas de cultivos. Adicionalmente se analizó los procesos de ocupación y distribución de UEP en relación a la edad de la comunidad y el tamaño de la población humana existente.

Se observó que las comunidades con mayor edad, presentan un gran número de estadios sucesionales tempranos y estadios intermedios, con pequeñas áreas y una gran fragmentación. En contraste, las comunidades de menor edad tienen mayor número de áreas con estadios sucesionales avanzados. Estos resultados se deben principalmente al incremento de la presión del uso de la tierra en las comunidades conduciendo a una pobre recuperación de las áreas naturales.

ABSTRACT

The pattern distribution of the Landscape Ecological Units (LEU) derived from agricultural activities of four Piaroa ethnical communities in the Amazonian forest were described and analyzed in relation to the ecological succession stage of the crops systems (conucos) and such regeneration areas. The pattern distribution of LEU was obtained from the interpretation and classification of a SPOT satellite image. Maps scales 1:25000 of each one of these communities were elaborated. They depicted four successional stages of the crops systems, savanna areas, two types of tropical forest and others kind of vegetation were distinguished and described. The occupation and distribution processes of the LEU in relation to the age of the community and size of the population were analyzed.

We observed that the older communities presented a large number of early to mid successional stage area and smaller areas with advanced successional stages. In contrast, the younger communities had more areas with advanced successional stages. These results are due to the increasing land pressure in the older and larger ethnical communities, where the land is not allowed long recovery fallow period. A model of the number of successional stages in relation to the age of the communities was elaborated. We conclude that the settlement processes which has been occurring in the Venezuelan Amazonian ethnical communities are conducive to a poor recovery of the natural areas.

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 Sistema agrícola Piaroa y Ecología del Paisaje

La población indígena de la amazonía venezolana, al igual que la mayoría de las poblaciones indígenas de la región, han basado su sustento y en general todo lo relacionado con sus sistemas de vida con los recursos ambientales de la selva Amazónica. En este trabajo se determina, evalúa y caracteriza el sistema de agricultura de conucos de las comunidades Piaroas en la zona norte de la reserva forestal Sipapo a través de un análisis ecológico del paisaje. Este análisis ecológico del paisaje se fundamenta en el estudio de las características ecológicas de conucos y de uso de la tierra de los distintos asentamientos de la etnia Piaroa ubicados en la zonas de la reserva Forestal Sipapo en el Estado Amazonas en Venezuela, a través de la interpretación y análisis de imágenes de satélite (teledetección) y de datos obtenidos y verificados en el campo, procesados mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Partiendo del concepto de la sucesión ecológica y la dinámica de la vegetación como sistemas complejos y dinámicos, se identifican los estadios y la tendencia evolutiva de la sucesión en estas áreas de cultivos, y se caracterizan junto con las demás Unidades Ecológicas del Paisaje (UEP) en la zona. Adicionalmente en este trabajo se evalúan los procesos de cambio de la matriz de bosque original y su transformación en áreas de cultivo y de bosque secundario, además se incluye el análisis de cambio (expansión, contracción y reemplazo) de algunas de estas zonas cultivadas.

Metodológicamente, este trabajo presenta resultados del uso y procesamiento de imágenes de satélite para la caracterización de las diferentes etapas serales y etapas de cultivo en los sistemas agrícolas de las comunidades Piaroas del Amazonas venezolano, y los ecosistemas naturales presentes. Esta caracterización de UEP se realiza por medio del procesamiento digital de imágenes de satélite (SPOT) de la zona de estudio y sustentando esta data espacial con el análisis de campo que consiste básicamente en colecta de información ambiental desde el punto de vista ecológico.

El punto abordado con mayor énfasis es el relacionado a los sistemas agrícolas (conucos) de las comunidades indígenas de la etnia Piaroa en la reserva forestal Sipapo en el estado Amazonas venezolano, en este punto se interpreta y clasifica el sistema de conucos en los diferentes estadios sucesionales haciendo un análisis ecológico paisajístico integral.

Por otra parte se desarrolla un estudio ecológico sobre la problemática social que han venido sufriendo las comunidades indígenas que promueven un proceso de cambio en el ecosistema. Este proceso de cambio viene dado principalmente por la sedentarización de las comunidades, que ha ocasionado la expansión de las áreas intervenidas y el incremento en la intensidad de uso de las mismas. Como consecuencia de la transformación de estos procesos los estadios sucesionales de regeneración del bosque son afectados, así como se incrementa la deforestación del bosque natural, desfavoreciendo la recuperación de estas áreas.

Para entender estos procesos de cambio y transformación de los sistemas agrícolas indígenas es necesario un estudio de la distribución espacial de las áreas de conucos y su relación con la selva amazónica. La evaluación y análisis de la heterogeneidad espacial de las áreas deforestadas con fines agrícolas y el proceso de fragmentación del bosque amazónico, han sido analizadas en relación con el patrón espacial de distribución de UEP y la cuantificación de la proporción de las fases de desarrollo de los conucos, su distancia al asentamiento comunitario y la edad de la comunidad indígena.

La base conceptual está dada por el análisis ecológico del paisaje, que se fundamenta en el estudio de las características ecológicas de los conucos en sus fases de regeneración y el bosque primario, y su relación con las características ambientales y sociales de uso de la tierra de los distintos asentamientos de la etnia Piaroa ubicados en la zonas de la reserva Forestal Sipapo en el Estado Amazonas, Venezuela.

Este trabajo forma parte de un proyecto planteado en la Agenda Agroambiente en Amazonas, titulado "Estrategias agroforestales para la conservación de la Biodiversidad y la recuperación de áreas degradadas en el Sector Norte de la Reserva Forestal de Sipapo (SAF/Amazonas – FONACIT 97003188) que aborda el tema de la transformación de la selva tropical con el uso de la agricultura itinerante de Conucos de los Piaroas, en la reserva forestal Sipapo, y los mecanismos y técnicas agroforestales para mejorar el proceso de desarrollo agrícola y la regeneración sucesional del bosque.

1.2. Hipótesis

Los sistemas de teledetección son una herramienta que permite distinguir diferencias espectrales y de composición de la vegetación en una imagen satelital a través de la combinación y análisis de las bandas espectrales.

Si los diferentes estadios sucesionales en un área de conucos tienen diferencias de producción debidos a las diferentes fases de crecimiento y composición florística, es de esperar que estos estadios sean distinguibles y diferenciados por medio de la radiación infrarroja que percibe el sensor remoto y a la combinación entre diferentes longitudes de onda o bandas.

Por lo tanto esperamos asociar áreas taladas y/o quemadas y sin vegetación que han sido preparadas para sembrar, con intensidades de radiación infrarroja bajas, áreas de cultivo intensivo (primeros años) con altos valores de radiación infrarroja, y estadios medios de regeneración con valores medios-altos de radiación infrarroja. Mientras que la matriz de bosque amazónico presentará valores de emisión de radiación infrarroja medios bajos, diferenciados de los anteriores.

Combinando las diferentes bandas de la imagen satelital y considerando los supuestos antes mencionados esperamos caracterizar la secuencia de estadios sucesionales en los sistemas agrícolas de los Piaroas hasta la fase de regeneración de los conucos con la estructura del bosque primario

1.3. Objetivos:

1.3.1 Objetivo General.

Identificar, definir y caracterizar el sistema de agricultura de conucos y analizar el patrón de distribución de las UEP en las comunidades Piaroas en la zona norte de la reserva Forestal Sipapo, a través de un análisis ecológico del paisaje utilizando como base de estudio la interpretación de imagen de satélite.

1.3.2 Objetivos Específicos.

Georreferenciación de la imagen de satélite para el área de estudio.

Definición preliminar de clases o unidades ecológicas que incluyan las diferentes fases o estadios sucesionales.

Clasificación de la imagen y elaboración del mapa preliminar de distribución de unidades ecológicas de paisaje

Caracterización y análisis de la distribución espacial de las unidades ecológicas.

Análisis del proceso de avance de los conucos sobre las áreas naturales en relación con la edad de estas comunidades.

1.4 Estructura del Trabajo Especial de Grado

Este trabajo está estructurado en capítulos. El primero de estos capítulos es la presente introducción, donde se presenta el problema estudiado, las hipótesis y los objetivos del trabajo.

El capítulo 2 presenta el marco teórico donde se muestra el planteamiento del problema y se ofrece una descripción detallada del ambiente Amazónico y

población la indígena, los procesos de transformación del paisaje ecológico del Amazonas venezolano, la situación socio-económica y crecimiento poblacional de la etnia Piaroa, Aspectos ambientales de la etnia Piaroa, Estudios ambientales previos en la zona de estudio, enfoque teórico del paisaje ecológico, conceptos de agroecosistemas, sucesión ecológica, conucos, sensores remotos, sistemas de información geográfica (SIG) además de un detallado enfoque sobre la metodología y contexto histórico de este TEG.

En el Capítulo 3 incluye la información relacionada con la metodología donde se señala la ubicación del área de estudio, los aspectos ambientales del área de estudio, la metodología relacionada con el procesamiento digital de imagen de satélite, georreferenciación de la imagen de satélite, procesamiento y clasificación de la imagen de satélite, reconocimiento de campo, Integración de datos de campo y datos espaciales, definición de unidades ecológicas de paisaje, análisis espacial y descripción del desarrollo del modelo de secuencia de avance de conucos y comunidades en la zona de estudio.

El capítulo 4 corresponde a la presentación y discusión de resultados referentes las unidades ecológicas de paisaje (uep). El capítulo 5 trata el tema de los patrones espaciales, de cada una de las zonas estudiadas. El capítulo 6 corresponde al análisis de los procesos de cambios y modelos de ocupación del paisaje de cada una de las zonas estudiadas. En el capítulo 7 se hace una discusión y conclusiones generales sobre los capítulos anteriores del trabajo.

CAPITULO 2 MARCO TEÓRICO

2.1 Planteamiento del problema.

2.1.1 Ambiente Amazónico y población indígena y transformación.

Hace algunas décadas atrás, para vencer las dificultades medio ambientales que sufrían ciertas zonas para el establecimiento de los asentamientos humanos de las poblaciones indígenas y entre las cuales cabe mencionar la limitación en cuanto a las vías de comunicación, desarrollo tecnológico y la competencia por el territorio, estas debían hacer uso de grandes espacios físicos mediante un seminomadismo o nomadismo. Los desplazamientos y áreas de influencias de los asentamientos humanos estuvieron determinados por el agotamiento del suelo, enfermedades de los cultivos, la inversión de esfuerzos en actividades de caza y pesca que compartían como fuentes de sustento junto con la agricultura. En la actualidad, el proceso de poblamiento de algunas zonas de selvas húmedas tropicales en el amazonas venezolano ha venido sucediendo a una velocidad creciente y muy marcada desde años recientes, donde los factores antes mencionados dejan de ser limitantes en el establecimiento de los asentamientos humanos en la zona, específicamente de las poblaciones indígenas. Además de las poblaciones indígenas, también se han venido estableciendo en la región poblaciones no indígenas, permitiendo la interacción de ambas.

Esto ha traído como resultado cambios en los sistemas agrícolas tradicionales que incluyen descanso o barbecho en el uso de la tierra, influencia de los sistemas de cultivos no tradicionales y cambios desde el punto de vista

tecnológico, provocando mayor presión sobre los recursos naturales de la región. Por lo tanto se observa una degradación del ecosistema y la transformación de la selva amazónica con sistemas de cultivos en conucos indígenas.

La interacción humana y las facilidades de transporte, vivienda, educación, comercialización de productos y otras ventajas han traído como consecuencia un cambio acelerado en las costumbres de vida y formas de aprovechamiento del ecosistema por parte de las comunidades indígenas.

Estos cambios en la estructura tradicional se ven reflejados en cambios de hábitos de cultivo, introducción de nuevas especies de cultivos, introducción de sistemas agrícolas no indígenas como la ganadería y el sistemas de granjas, uso de maquinarias y tecnologías no indígenas que son una reacción ante esta interacción de las poblaciones humanas, que desde el punto de vista sociocultural es enriquecedor, pero que modifican el ambiente y las condiciones del ecosistema haciendo en muchos casos que el ecosistema de selva amazónica no se recupere o se regenere como sucede con el sistema de conuco indígena. Estos cambios derivan en ecosistemas de sabanas o de selvas diferentes a las selvas originales del ecosistema amazónico y crean parches de vegetación distintos a la vegetación original de la región, donde selva amazónica natural es básicamente visto desde el punto de vista del paisaje la que conforma la matriz principal que contiene los mencionados parches de vegetación (Overing y Kaplan, 1988).

El Amazonas venezolano esta habitado por diferentes grupos de indígenas o diversas etnias y de las cuales la etnia Piaroa es una parte importante en el estudio

de este TEG. Cabe destacar que en el estado Amazonas y en general la parte correspondiente a la Amazonia Venezolana, se encuentran otros grupos de los cuales se hace una pequeña reseña debido a la importancia de algunos aspectos generales de cada uno de ellos y que se considera pertinente mencionar sus principales características.

GUAJIBOS: Este grupo, autodenominado Jiwi, habitan en los Estados Amazonas, Apure y la zona circunvecina a Puerto Ayacucho. En Colombia habitan las llanuras entre el Meta y el Vichada. Son cazadores, pescadores y recolectores. Llamados también guahibo, chiricoa y cuiva. En Apure también se les conoce como CHIRICOAS Y CUIBAS. Mientras en el Estado Apure son una población perseguida, en el Amazonas cuentan con algunos dirigentes y tienen cierto acceso a la educación formal (Overing y Kaplan, 1988).

GUARAO O WARAO: Son habitantes de los Estados Amazonas, Sucre y Monagas así como la Guayana Esequiba. Son principalmente pescadores cazadores de arco y flecha, recolectores de moriche, fundamentalmente para su subsistencia. Viven generalmente a orillas de los caños. Son muy explotados por los misioneros y los dueños de aserraderos y arrozales, carecen de liderazgo representativo y atraviesan por gravísimos problemas médico-asistenciales. Se distinguen por la abundancia y variedad de su literatura oral y su música (Overing y Kaplan, 1988).

MAPOYO O YAHUANA: También conocidos como Wanai son de la familia Caribe y por su precaria situación la etnia está actualmente protegida por la Ley de Protección y Defensa del Patrimonio Cultural que establece entre las disposiciones

relativas a la defensa del patrimonio viviente del país, la atención a la cuestión de la lengua y el habla característica de los colectivos que habitan las distintas poblaciones de Venezuela. Se encuentran al norte del estado Amazonas. Para los Mapoyo y otros pueblos indígenas su territorio y todo lo que hay en ella como montañas, ríos, animales, e insectos tienen como dueño al Espíritu Creador y por lo tanto no se puede corromper, destruir y/o contaminar (Overing y Kaplan, 1988).

PUINABE: Habitan cerca de San Fernando de Atabapo (Amazonas) y en Colombia. Culturalmente se asemejan a las poblaciones arauacas del Río Negro (Overing y Kaplan, 1988).

YANOMAMI: Es una de las etnias más estudiadas de la Amazonia venezolana y habitan entre la Sierra Parima y el Orinoco, particularmente las cuencas de los ríos Ocamo, Manaviche y Mavaca. Sus actividades económicas son la recolección, la caza y la pesca. Su pelo lacio y negro es cortado de forma redonda y su cuerpo va pintado. Algunos hombres utilizan prendas multicolores de plumas y se perforan las orejas y el tabique nasal. La cestería es realizada por las mujeres (Overing y Kaplan, 1988).

Ahora bien ya estudiando a la etnia Piaroa se puede mencionar que se autodenominan Aruwá o dueños de la selva y están ubicados en el Estado Amazonas, en la selva tropical de la región Orinoco-Ventuari. La lengua Piaroa es independiente y son cazadores, recolectores y agricultores. La influencia de las misiones protestantes es perjudicial, agravada por la crisis demográfica y médico-sanitaria que sufre esta población (Overing y Kaplan, 1988).

Los procesos de transformación y reemplazo de la selva amazónica por el manejo del ecosistema para fines agrícolas por parte de las etnias que allí habitan se ha acelerado en los últimos años debido a la expansión de la frontera agrícola. La agricultura moderna, la minería y la necesidad de nuevos caminos, carreteras y asentamientos, son causa de la tala de los bosques. En el caso de la agricultura, la expansión de las áreas urbanas hacia las zonas selváticas y el establecimiento o sedentarización de las comunidades indígenas que anteriormente y ancestralmente tenían características seminómadas, han sido fuertes factores de presión en este sentido (Overing y Kaplan, 1988).

2.1.2 Situación socio-económica y crecimiento poblacional de la etnia Piaroa.

Desde principios de siglo XX y en particular de manera más acentuada desde 1969 la sociedad Piaroa ha experimentado cambios que se manifiestan en aspectos como el patrón de asentamientos que han originado una dinámica poblacional distinta a lo que ancestralmente presentaban estas comunidades Piaroa (Overing y Kaplan, 1988). En general el uso de la lengua castellana y educación formal han sido los principales factores que han propiciado la mayor parte de los cambios que en la actualidad presenta esta etnia (Overing y Kaplan, 1988). Los esfuerzos del gobierno tanto de Venezuela como de Colombia, además de las misiones católicas y evangélicas son los que más han incidido primordialmente en dichos cambios. Para 1969 unos pocos Piaroa hablaban o

tenían nociones de la lengua castellana y sus asentamientos se hallaban dispersos a todo lo largo de los ríos que surcan el territorio Piaroa.

Para 1977 la gran mayoría residía en asentamientos ubicados en el curso bajo de los ríos y con mayor densidad de población, donde se habían construido algunas escuelas de educación primaria (Overing y Kaplan, 1988). Un alto porcentaje de la población menor de los 25 años para esa época era bilingüe; habían aprendido el castellano en las escuelas salesianas cercanas a Puerto Ayacucho. Para la misma fecha, algunas comunidades estaban organizadas económicamente como “empresas indígenas” comunitarias o intentaban establecerse como tal (Overing, y Kaplan, 1988).

Puede decirse que los cambios culturales se han dado en forma paulatina por intermedio de la educación en los centros de misión de Isla Ratón (Venezuela), Santa Teresita del Tuparro (Vichada-Colombia) (Overing y Kaplan, 1988).

En la actualidad es común que cada comunidad cuenta con una escuela bilingüe, estas escuelas a partir de 1985 están dirigidas por profesores bilingües educados en los Centros de Misión; son jóvenes de las mismas comunidades que reciben sueldo por enseñar a leer y escribir, este hecho está generando al interior de la comunidad una serie de necesidades impulsadas por la sociedad de consumo, como la ropa, el jabón, zapatos, productos alimenticios no autóctonos como arroz, café, pasta, sardinas, leche, pan, galletas, etc. (Boglar, 1982)

En general mucho de estos cambios culturales se vienen dando desde comienzos de siglo XX, cuando los Piaroa fueron enganchados para el trabajo en

las caucheras o en fincas cercanas a Puerto Ayacucho en Venezuela o al Vichada en Colombia; los Piaroa se organizaron en esa época en grupos de trabajos abandonando su territorio alejándose de su tradición cultural aunque en algunas comunidades aun se mantienen los lazos entre los parientes¹ que se encuentran fuera del territorio Piaroa y los que aun permanecen dentro de las comunidades. (Boglar y Caballero, 1982)

En algunas comunidades que aun permanecen aisladas ha surgido una rebeldía de los miembros de la comunidad sobre todo entre los de mayor edad, a todo lo que sea extranjero "o venga del blanco". El rechazo es enfático, inclusive no aceptan la llegada de personas que quieren conocer o hacer turismo; en algunos casos las investigaciones se dificultan porque se niegan a dar cualquier información, asegurando que los blancos solo les han hecho daño y los han investigado sin devolver los trabajos (Boglar y Caballero, 1982 ; experiencia propia).

2.1.3 Aspectos ambientales de la etnia Piaroa.

La etnia Piaroa habita la zona del bosque pluvial en el estado Amazonas, Venezuela y parte del departamento del Vichada en Colombia en el extremo nororiental del escudo guayanés. El territorio Piaroa básicamente se sitúa en los afluentes y subafluentes del río Orinoco: Sipapo, Cuao, Guayapo, Samariapo, Autana, Cataniapo, Paria y Paraguaza. También hay integrantes de la etnia Piaroa

¹ Pariente: Se denominan parientes entre los integrantes de la misma etnia y en especial para nuestro caso de estudio la etnia Piaroa.

en el alto Suapure, en el medio Ventuari y en el Valle del Manapiare. El hábitat de los Piaroa presenta muchas variaciones; la más obvia es la diferencia que existe entre los asentamientos situados a lo largo del curso bajo y medio de los grandes ríos, relativamente navegables, y los que están ubicados en las regiones de las cabeceras. La etnia Piaroa ocupa también varias zonas interfluviales. Sus territorios se entrelazan mediante senderos que atraviesan la selva y mediante una red de ríos y caños que unen toda el área.

Debido al gran número de rápidos y lo pequeño de los caños en las zonas de las cabeceras de los ríos, los traslados se hacen comúnmente a pie, mientras que en las partes de fácil navegación como es el caso de la zona de estudio donde se desarrolló este trabajo frecuentemente se utilizan curiaras para la fácil navegación en los ríos y caños (Overing y Kaplan, 1988 ; Boglar y Caballero, 1982).

La etnia piaroa selecciona el lugar de asentamiento de las comunidades en tierras bajas o altas indiferentemente, no solamente toman en cuenta la facilidad del transporte sino la posibilidad de conseguir medios de subsistencia.

Los Piaroas complementan la horticultura mediante la caza, la recolección y la pesca. La importancia relativa de estas actividades complementarias, dependen en gran medida de las circunstancias ecológicas. La dieta proteica de las comunidades indígenas que viven a lo largo de los ríos mayores, donde abundan una gran variedad de peces, se deriva básicamente de este recurso; en cambio, la dieta de las que habitan en las regiones aledañas a las cabeceras de los ríos

proviene, sobre todo, de la caza y la recolección (Boglar y Caballero, 1982). En las temporadas donde escasea los recursos de caza y pesca comúnmente los integrantes de las comunidades hacen viajes para beneficiarse de los recursos que no encuentran en sus respectivos hábitats (Overing y Kaplan, 1988). Los habitantes de las zonas altas migran durante aproximadamente un mes a las zonas bajas y mientras visitan a sus parientes o residen en una casa abandonada, se benefician de los abundantes recursos fluviales. De igual manera, en la estación seca, los habitantes de la región baja viajan río arriba para aprovecharse de la abundante caza (Overing y Kaplan, 1988).

Según los propios Piaroas sus patrones de siembra, se planifican cuidadosamente en base al conocimiento que tienen de las condiciones del terreno y del conocimiento del ambiente en que habitan; por ejemplo, Las piñas crecen en una parcela pero no en la parcela contigua debido a las características del suelo o de la pendiente (comunicación personal comunidad Piaroa de Coromoto de Cuao).

Es particularmente importante la diferencia entre los conucos de tierra alta y los de tierra baja; la mayoría de los asentamientos Piaroa tienen por lo menos un conuco en cada una de estas áreas (Overing y Kaplan, 1988). Normalmente el maíz y los plátanos se siembran en conucos de tierras bajas donde el suelo es más rico; en cambio, los tubérculos se siembran en parcelas de tierras altas donde hay mayor drenaje (Overing y Kaplan, 1988). También tienen que tomarse en cuenta las variaciones de la precipitación durante el año; la alta probabilidad de inundaciones en las temporadas de lluvias en las tierras bajas, es la razón por la

cual los integrantes de la etnia Piaroa prefieren hacer siembra de los tubérculos en las laderas o tierras altas (Overing y Kaplan, 1988). Las pequeñas diferencias en la fertilidad del suelo tienen una importancia crítica para este delicado ecosistema de los bosques tropicales (Overing y Kaplan, 1988).

El principal producto de subsistencia es la yuca amarga, sin embargo en sus conucos se observa que existe una siembra de una gran diversidad de productos además, se utilizan extensamente los recursos silvestres de la zona. (Overing y Kaplan, 1988)

2.1.4 Estudios ambientales previos en la zona.

El ecosistema amazónico incluye variadas formaciones vegetales entre las que destacan los bosques, tanto por su amplia distribución como por la rica biodiversidad que alberga. Su fisonomía está caracterizada por numerosos endemismos, consecuencia de un elevado grado de diferenciación (Huber, 1994), pero también por el uso milenario a que han sido sometidos los recursos por las poblaciones aborígenes, constituidas por diversas etnias indígenas (Plonczak, 1997). Estudios recientes han analizado el proceso de reconstitución del bosque amazónico asociado a la intervención antrópica (Jordan, 1987; Saldarriaga et al., 1988, Gomez-Pompa et al., 1991; Zent, 1995; Villareal, 2002), indicando que la dinámica sucesional en este ecosistema es lenta y puede ser diferente de acuerdo al tipo e intensidad de la perturbación, tamaño del área intervenida, características del sitio y la vegetación original. El tiempo de duración del barbecho es clave para comprender la restauración de los mecanismos naturales de regeneración de la

vegetación; así, se ha demostrado que en diferentes etapas sucesionales del barbecho, las especies vegetales con mayor índice de importancia estaban altamente ligadas a microorganismos (Cáceres, 1980). La heterogeneidad de las áreas deforestadas y el proceso de fragmentación del bosque amazónico, ha sido estudiado a través del uso de imágenes de satélite mostrando el nivel de intervenciones agropecuarias (Skole y Tucker, 1993; Stone et al., 1994).

Se considera que la agricultura migratoria es ecológicamente sostenible y adecuada a las condiciones del bosque amazónico (Jordan, 1987), sin embargo, el contacto con la población no indígena ha traído cambios en la estructura socio-económica de los indígenas, tendiendo a la estabilización de la población, reduciéndose el periodo de descanso del barbecho, aumentando el tamaño de los conucos, la presión del ecosistema y orientando la producción agrícola hacia el monocultivo (Coppens, 1981; Colchester, 1981).

En el trópico húmedo, la acidez del suelo y los problemas asociados, así como la agresividad climática, frecuentemente llevan al abandono de la tierra; de aquí la importancia de establecer nuevas alternativas de modelos de manejo y estrategias de uso más apropiado, que mantengan similaridad con las características de los ecosistemas naturales (Ewel, 1986; Brown y Lugo, 1990).

Estos modelos propuestos deben ser eficaces desde el punto de vista energético, que utilicen tecnologías de bajo costo, a fin de garantizar la valoración de los conocimientos autóctonos y el derecho de la autodeterminación de los pueblos indígenas sobre sus territorios (Palau, 1995).

En el área de estudio y en sus inmediaciones, se han realizado algunos inventarios, especialmente florísticos. La zona de la cuenca baja de los ríos Sipapo, Samariapo, Cuao y Cataniapo ha sido visitada por numerosos investigadores de diversas áreas. Desde la época de 1800 aproximadamente, Humboldt y Bonpland realizaron estudios botánicos en la desembocadura de estos ríos en el río Orinoco (Maguire, 1970). En el presente siglo, las cabeceras de los ríos Cuao, Sipapo y Autana fueron exploradas en la década de los años sesenta por el programa "Guayana Highlands" del New York Botanical Garden, principalmente por Mugiré y Steyermark (Maguire, 1970; Texera 1991). El Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales y Renovables de Venezuela en la década de los ochenta realiza el inventario de los recursos forestales de la reserva forestal Sipapo, donde se determinó que aproximadamente el 82% del área está cubierta por los bosques y el resto corresponde a tipos de vegetación secundaria, sabanas y matorrales, identificándose 132 especies arbóreas pertenecientes a 32 familias (Catalán, 1980). Recientes estudios realizados en las cuencas bajas y medias de los ríos Cuao y Sipapo, indican una mayor diversidad florística, con variaciones marcadas de un sitio a otro (Castillo y Magallanes, 1997).

Debido a los procesos de sedentarización, los asentamientos Piaroa están sufriendo cambios en los patrones de uso de la tierra, así como un reordenamiento espacial de la distribución de la población (Overing & Kaplan, 1988; Mansutti, 1988 y 1995). Entre otras consecuencias, está ocurriendo una sobreexplotación de los recursos madereros de la zona, una menor disponibilidad de productos silvestres

comestibles y un uso intensivo de los conucos (Mansutti 1995; Melnyk ,1995). Se requiere, urgentemente rescatar el conocimiento ancestral de la etnia Piaroa sobre el uso y manejo de los recursos forestales y agrícolas para integrarlos en estrategias prácticas que tiendan a mejorar los sistemas de producción de la zona (Eden, 1974; Zent, 1992, 1995, Melnyk, 1995)

2.2 Enfoque teórico

2.2.1 Paisaje Ecológico

La ecología de paisaje se define como el estudio de las relaciones físico - biológicas que gobiernan las diferentes unidades espaciales de una región (Forman, 1986). El paisaje como entidad geográfica presenta innumerables características derivadas de la complejidad de las estructuras que lo conforman, aunque todas estas características pueden ser resumidas y enmarcadas en tres tipos de entidades que son; las entidades temáticas, las entidades espaciales y las entidades temporales.

Las entidades espaciales se definen como las entidades determinadas por el tipo de elemento espacial que se contempla, es decir, las entidades espaciales se refieren a aquellas características que están ligadas a las líneas o polígonos de los cuales el paisaje se compone y básicamente son la forma, longitud, pendiente y orientación (Burrough y Frank, 1995; Burrough y McDonnell, 1998).

Las entidades temáticas son los atributos asociados a las entidades espaciales, estos atributos pueden ser de muy diferente tipo pero son los esenciales a la hora del análisis espacial, por ello se describen tres aspectos

esenciales para introducir el componente temático en el sistema, que son: los tipos de variables, la escala de medida y el principio de autocorrelación. Los atributos o variables temáticas pueden tomarse según el valor que tomen y el origen de los datos. En el primer caso nos darían dos tipos de variables (discretas o continuas) las segundas tomarían cualquier valor entre un determinado rango (Burrough y Frank, 1995; Burrough y McDonnell, 1998).

El componente de las entidades temporales, puede definirse como la variable temporal en la dinámica del paisaje y es este el factor que explica los procesos geográficos desde el punto de vista del cambio en el paisaje (Burrough y Frank, 1995; Burrough y McDonnell, 1998).

Las primeras dos primeras entidades descritas (entidades espaciales y entidades temáticas), guardan mucha relación entre ellas y se refieren a la posición espacial de los elementos del paisaje, relaciones espaciales entre los objetos y las propiedades espaciales de estos elementos con el paisaje. Las entidades espaciales se refieren a los aspectos de localización, expresión morfológica y las relaciones internas de distribución y atributos espaciales del paisaje. Las entidades temáticas son todas aquellos atributos que no coinciden con los aspectos geométricos o topológicos del paisaje y es aquí donde la gama de características es muy amplia en cuanto a la clasificación y depende de la perspectiva con la cuales se analice el paisaje, por lo tanto la clasificación en este sentido es heterogénea y puede estar constituida por atributos discretos o discontinuos, es decir, los atributos temáticos o variables temáticas pueden

clasificarse según el valor que tomen las variables a considerarse y del origen de los datos, por ejemplo número de elementos del paisaje, número de especies, área de conucos, tipos de conucos, distancias entre sitios poblados, etc. (Burrough y Frank, 1995; Burrough y McDonnell, 1998).

2.2.2 Unidades ecológicas de paisaje UEP.

El concepto de paisaje se ha convertido en un motivo particular de investigación en la ecología moderna. El término ciencia del paisaje apareció por primera vez en 1884 para desiertos absolutos o lugares de influencia glacial, de los cuales interesaban exclusivamente los procesos físicos.

Existe toda una jerarquía de unidades de paisaje de distintas dimensiones, desde las grandes unidades, las fajas de paisajes que atraviesan el continente (como, por ejemplo, taiga, pradera, desierto) hasta unidades paisajísticas cada vez más pequeñas, como fragmentos de rocas diminutos, que integran los paisajes singulares como los intersticios entre las piedras de un mosaico. (Paffen 1948), en su estudio metodológico, dividió la investigación del paisaje en siete niveles: cinturón de paisaje, zona de paisaje, región de paisaje, grupo de paisaje, gran paisaje, pequeño paisaje y célula de paisaje.

Se define como paisaje a una parte de la superficie terrestre con una unidad de espacio que por su imagen exterior y por la actuación conjunta de sus fenómenos, al igual que las relaciones de posiciones interiores y exteriores, tiene un carácter específico, y que se distingue de otros por fronteras geográficas y naturales. (Troll, 1950)

2.2.3 Agroecosistemas.

El conuco es el sistema de manejo agrícola de la etnia Piaroa y los sistemas de "conucos" de la etnia Piaroa son considerados en este estudio bajo el enfoque agrosistemático donde se define al agroecosistema como un sistema ecológico formado por la comunidad biótica que incluye el cultivo y la cría animal y el hábitat, los cuales están en constante interacción y equilibrio dinámico (Altieri, 1997). Los términos agroecosistema, sistema agrícola y sistema agrario han sido utilizados para describir las actividades agrícolas realizadas por grupos de personas (Altieri, 1997). El agroecosistema es la unidad ecológica principal que contiene componentes abióticos y bióticos que son interdependientes e interactivos. Cada región tiene una configuración única de agroecosistemas que son el resultado de las variaciones locales en el clima, el suelo, las relaciones económicas, la estructura social y la historia. (Altieri, 1997)

De las observaciones y estudios realizados en campo, los agroecosistemas de la etnia Piaroa, pueden ser determinados en tres tipos, uno de estos tipos corresponde a nuestro caso de estudio en el cual se hace énfasis en el tipo de agroecosistema permanente, que es el principal sistema de producción de la etnia Piaroa. Es de hacer notar que, principalmente los Piaroa desarrollan ecosistemas agrícolas de producción extensiva y además presentan sistemas de cultivos de tipo permanente durante un largo periodo de tiempo. También se desarrollan sistemas como cultivos semipermanentes donde comúnmente se cultivan algunos productos alimenticios por periodos de tiempo corto y hay una rotación de cultivos de manera

muy esporádica, este tipo de sistema es donde se cosechan algunos frutales que no componen la dieta básica de la etnia pero que son de una importancia muy alta en su alimentación. Por otra parte, se desarrollan sistemas de cultivos donde el agroecosistema es de tipo itinerante, donde básicamente se cultivan pocos recursos de variada índole y por períodos de tiempo muy corto, comúnmente este tipo de agroecosistemas es cultivado con algunos frutales y hortalizas, de manera de mantenerlos como banco de reserva de alimentación.

2.2.4 La sucesión ecológica

Los ecosistemas no son entidades estáticas, al contrario, mantienen un continuo proceso de transferencia de materia y energía. Ese flujo es ajustado o readaptado ante cualquier variación del ambiente que incida sobre ellos. La tendencia de los ecosistemas es alcanzar el clímax o comunidad climácica. Se denomina así al estado teórico de máxima estabilidad y eficiencia ecológica. El proceso que se desarrolla hasta alcanzar el clímax se llama sucesión, y al conjunto de fases que se van atravesando desde el ecosistema inicial se les denomina serie evolutiva o fases sucesionales. (Margalef, 1977)

La sucesión es resultado de la modificación del ambiente físico por causas internas o externas a la comunidad. Culmina con el establecimiento de un ecosistema biológicamente estable donde se alcanza el clímax del ecosistema que se perpetúa a sí mismo. Odum, (1981) definió la sucesión ecológica como un proceso ordenado de cambios direccionales de la comunidad y por tanto predecibles. Las comunidades clímax mantienen un doble equilibrio de las especies

entre sí, y éstas con las propiedades ambientales; es pues la máxima meta biológica a la que una sucesión puede llegar (Odum y Odum, 1981). Desde el punto de vista del estudio ecológico vegetal, interesa la visión dinámica de las comunidades vegetales desde su inicio hasta alcanzar la clímax (máxima estabilidad). La evolución no se produce de forma anárquica, sino ordenada, dando lugar a las denominadas fases sucesionales (Odum y Odum, 1981). Esto es lo mismo que considerar que las diferentes comunidades evolucionan ordenadamente como resultado de una competencia que constantemente se establece entre los distintos componentes y los que intentan suplantarlos, mejor adaptados a las condiciones generales del ambiente. Cuando se llega al final de esta serie o sucesión, en la etapa clímax, no deja de existir la competencia entre los diferentes constituyentes de la asociación, pero en tal caso esta lucha se halla equilibrada, y la lucha con posibles especies invasoras, siempre existentes, tiene signo negativo para estas últimas (Margalef, 1977).

2.2.5 Conucos.

Se define como conuco a una pequeña porción de tierra utilizada para el aprovechamiento agrícola, en este caso particular de estudio se entiende por conuco a un pequeño pedazo de tierra donde se cultivan los productos básicos de auto consumo de la etnia en estudio y que presenta unos límites claramente delimitados.

A partir de observaciones realizadas en el campo y corroboradas en las imágenes de satélite se puede señalar que desde cada lugar de establecimiento

humano parte una red de senderos que atraviesan la selva para llegar hasta los conucos. La distancia entre la vivienda y los conucos pueden ser de varios kilómetros, según la mediciones de campo realizadas se observa que existen conucos hasta 10 Km, de distancia desde el centro de la comunidad aunque comúnmente las distancias se encuentran en un radio de aproximadamente 2.5 Km. Otros conucos se localizan en los claros que se hacen cerca de la vivienda. El tamaño de los conucos varia entre poco menos de una hectárea (Overing y Kaplan, 1988).

En cuanto al manejo de los conucos se sabe que comúnmente es realizado de la siguiente manera. Los hombres abren nuevos claros en la selva a finales de la estación de lluvias o a principios de la estación seca; luego que la vegetación del claro esta poco o nada húmeda por los efectos de la estación seca se procede a la quema; de esta manera se liberan los nutrientes que luego serán aprovechados por la vegetación que será sembrada. La mayoría de las plantas se siembran comúnmente en abril o mayo, a principios de la estación de lluvias. La yuca se siembra durante la estación lluviosa: luego de extraer el tubérculo, se corta la estaca y se vuelve a sembrar. La mayoría de las plantas se siembran entremezcladas, en algunas ocasiones el maíz y a menudo, los plátanos y los cambures se siembran o cultivan en parcelas separadas (Overing y Kaplan, 1988).

Un hecho particularmente interesante es que los Piaroa del alto Cuao y de Paria Chiquito cosechan yuca solamente en la estación de lluvias y a principios de la estación seca (Overing, y Kaplan, 1988). La yuca que se consume en plena

estación seca procede de las reservas procesadas con anterioridad. A finales de agosto y durante el mes de septiembre las mujeres preparan el mañoco y casabe para consumirlo durante la estación seca. Los Piaroa del bajo Cuao señalan que la yuca se cosecha durante todo el año, prácticamente que podría o no ser un reflejo de los cambios que han ocurrido tanto en las actividades hortícolas como en los patrones de asentamiento. (Overing, y Kaplan, 1988).

La huerta familiar de la etnia Piaroa es tan duradera como la casa misma, esta puede durar hasta diez años e incluso mas tiempo si se trata de asentamientos en zonas donde ya no existe el nomadismo, en esta huerta familiar se siembran comúnmente árboles frutales, ají, algodón, tabaco, onoto, alucinógenos para uso chamánico (Overing y Kaplan, 1988). Los conucos en la selva pueden variar en cuanto al tiempo de uso, comúnmente se explotan durante cinco años seguidos de manera intensiva, luego que el suelo pierde su calidad nutritiva pueden durar unos cuantos años mas de aprovechamiento de menor intensidad hasta por lo menos 10 a 12 años, pero ya después solo se visitan esporádicamente para hacer extracción de algunos frutales que aun se mantienen a esa data de los conucos, comúnmente a medida que la parcela envejece, el deshierbe o limpieza de "malezas" es realizado por las mujeres y es realizado por lo menos una vez al mes durante los primeros años de productividad de los conucos (Coppens y Escalante, 1988)

2.3 Enfoque metodológico.

2.3.1 Sensores Remotos

Los objetos terrestres, iluminados por la luz solar, reflejan ésta luego de modificaciones inducidas por la misma estructura y composición los objetos terrestres, este fenómeno físico es denominado reflectancia (Hobbs, 1989).

Estas modificaciones en la radiación de la fuente emisora generan lo que llamamos patrón de respuesta espectral. Este patrón o firma espectral nos permite interpretar los diferentes estadios de la vegetación (Hobbs, 1989; Sabins, 1994; Aronoff, 1993; Meijerink et al., 1994; Sancho y Chuvieco, 1992).

La percepción remota es la colección de información de un objeto sin estar en contacto físico con el objeto. Aeroplanos, aviones y satélites son las plataformas más comunes desde donde las observaciones remotas son realizadas. El término percepción remota es restrictivo a métodos que emplean energía electromagnética como medio de detección y medición de las características de un objeto (Sabins, 1978)

La teledetección o lo que es lo mismo la percepción remota es la ciencia de adquirir y procesar información de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales, gracias a la interacción de la energía electromagnética que existe entre el sensor y la tierra (Chuvieco, 1996).

Esta energía reflejada o emitida por los objetos en la tierra va de regreso al sensor remoto disponible para su detección y es donde los sistemas de teledetección o SR intervienen captando, registrando y analizando la energía

proveniente del objeto. Normalmente los SR se componen de cámaras fotográficas y/o detectores electromagnéticos, que procesan la energía detectada y la transforman en datos como fotografías aéreas o archivos informáticos con los valores de la energía captada por el sensor.

Aprovechando esta característica de los SR y de la variedad de la energía que se puede captar proveniente desde cada objeto en la tierra (vegetación, suelo, agua, nieve, arena, etc.) además partiendo del principio que cada elemento posee características que lo diferencia de otros se tienen que; la vegetación, el suelo, el agua, etc. tienen niveles de reflectancia distintos y por lo tanto tienen distintos efectos sobre los SR. (Aronoff 1993).

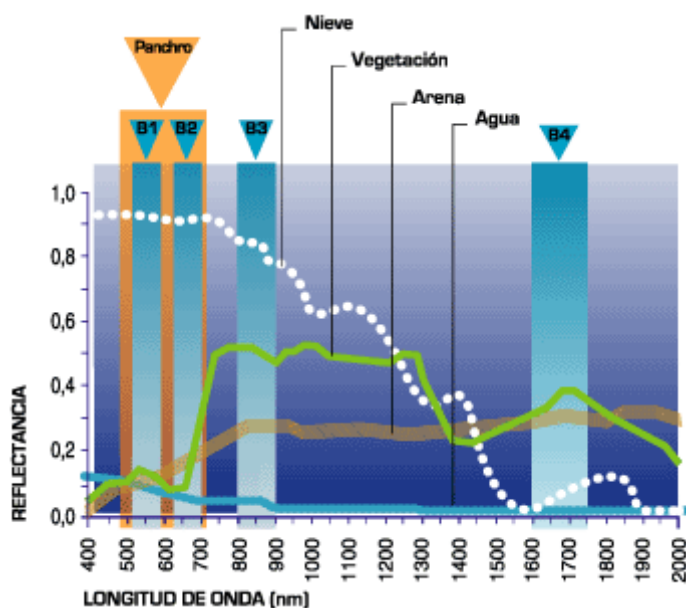


Figura 2.1 Gráfico que indica los valores de la longitud de onda de la luz reflejada por determinados elementos en la superficie de la tierra y adicionalmente se muestra la reflectancia que puede ser captada y analizada de cada una de las bandas de una imagen SPOT.

En este TEG, se plantea caracterizar los estadios sucesionales de conucos y las diferentes unidades ecológicas de paisaje como son, los bosques, áreas agrícolas, sabanas, suelos desnudos, zonas de ríos y otras unidades ecológicas del paisaje amazónico. Los árboles de la selva y los distintos conucos presentes dentro de la matriz de selva tienen distintas edades y básicamente distintos metabolismos que generan emisiones de radiación de onda larga de diferente intensidad, asociados a las tasas de producción y/o asimilación y por lo tanto sus características fisiológicas al ser estudiadas a través de la radiación emitida y reflejada son distintas unas de otras. Por otra parte las distintas unidades de paisaje pueden contener distintas especies o especies similares pero en condiciones distintas de edad y estado fisiológico, además cada una de las unidades pueden estar sometidas a diferentes tipos de manejos. Por lo tanto, si combinamos todas estas variables, nos encontramos con una amplia gama de posibles firmas espectrales de elementos vegetales y paisajísticos.

Conociendo con certeza la ubicación y las características de las áreas de conucos, podemos, mediante la utilización de imágenes satelitales, conocer cual es la firma espectral de dichos conucos e inferir que todas aquellas zonas que respondan al mismo patrón espectral, poseen características similares. De esta manera es posible generalizar, utilizando criterios de muestreo adecuados, las características de nuestros conucos en áreas de selvas extensas. Además, es posible realizar una estimación de superficie utilizada con fines agrícolas para cada objeto en particular.

La heterogeneidad espacial del paisaje amazónico y en especial las áreas deforestadas con fines agrícolas y el proceso de fragmentación del bosque amazónico, ha sido estudiado a través del uso de imágenes de satélite mostrando el nivel de las intervenciones agropecuarias (Skole y Tucker 1993; Stone et al., 1994). Estos estudios implican el uso de técnicas y herramientas de análisis como son los Sensores Remotos ó Teledetección (SR) y los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

2.3.2 Sistemas de información geográfica (SIG).

Un SIG se puede definir como una clase particular de programa informático, que en muchas formas se asemeja a un programa de base de datos, los SIG analizan y relacionan información almacenada bajo la forma de registros, pero con una diferencia que cada registro en un SIG contiene información usada para representar "información georeferenciada" y cada una de esa información representa un lugar único sobre el planeta. Puede definirse que los SIG son programas que relacionan los elementos de la información contenida en una base de datos relacional con datos espaciales, en otras palabras los SIG relacionan los datos espaciales con la información descriptiva acerca de un área geográfica específica y esta información puede contener grandes extensiones de territorio y la descripción sistemática del mismo. A través de los SIG podemos manejar y analizar específicamente la información espacial, que en su mayoría se deriva de los sensores remotos (Aronoff 1993).

Los SIG y SR permiten analizar grandes áreas o superficies que por su inaccesibilidad y complejidad escapan al análisis de campo, además permiten integrar una serie de procesos e interrelaciones entre los diversos ecosistemas que se pueden encontrar en estas grandes áreas de estudio. Los sistemas de percepción remota permiten evaluar las características de los ecosistemas de manera integral e interrelacionarlos, además asociar las características espectrales y geográficas de la imagen (en el caso de análisis de imágenes de satélite), como aspectos de geometría, distribución espacial, heterogeneidad, tamaño y ubicación de las zonas de estudio. Por otro lado los SIG permiten analizar y modelar los diferentes procesos asociados con los cambios en el paisaje como la variación cronológica la tasa de cambios y/o de reemplazo del bosque primario por conucos y los distintos estadios sucesionales de los conucos abandonados y en uso (Skole y Tucker1993).

Los SIG y los SR han aportado una gran cantidad de información y de conocimiento de los ecosistemas y la evolución de los mismos en el transcurso del tiempo (Aronoff 1993; Haines-Young et al. 1993; Sabins 1987), razón por la cual se pretende aplicar este método de análisis a través de una nueva propuesta donde se desarrollen nuevas opciones en el ámbito de la investigación de la ecología del paisaje en cuanto a la integración de estas herramientas con otras que permitan análisis mas profundo en el estudio del ambiente. Ejemplos del la aplicación de técnicas SIG en el manejo del medio ambiente van desde una perspectiva global, como el monitoreo de condiciones ambientales y de flujo de

corrientes a escala mundial, hasta puntos de vista locales que van desde la aplicación de SIG en aspectos ligados con la planificación de la agricultura y el uso de la tierra como herramienta de decisión en la planificación, manejo de actividades forestales y de control y seguimiento de la vida salvaje, la arqueología, la geología entre otros aspectos (Aronoff 1993; Haines-Young et al. 1993).

La caracterización de ecosistemas a través de imágenes satelitales es un tema sobre el cual se han desarrollado una gran cantidad de trabajos y ya se han definido una gran cantidad de parámetros por diferentes autores, tales autores han abordado temas como la ecología del paisaje y los SIG (Haines-Young et al. 1993), los SIG como una perspectiva de dirección (Aronoff 1993), en el área de las caracterizaciones de la vegetación existen trabajos como los de (Stone et al. 1994) y mas específicamente el tema de amazonas en cuanto a la deforestación y la fragmentación de los ecosistemas es tratado por (Skole y Tucker 1993).

CAPITULO 3 METODOLOGÍA

3.1 Ubicación del área de estudio

El área de estudio se encuentra en el estado Amazonas, el cual pertenece a la región de la Guayana Venezolana, limita por el Norte con el Estado Bolívar; por el Oeste con Colombia y por el Este y Sur Brasil. En general el Amazonas como la región en general ubicada en el continente americano es considerada como el pulmón vegetal del planeta y por lo tanto es importante su conservación ya que es en esta zona donde se encuentran la mayor cantidad de especies vegetales y animales, siendo de esta manera una región de gran diversidad biológica. (Overing y Kaplan, 1988)

El área de estudio específica está situada en el extremo noreste de la reserva forestal Sipapo en las cuencas bajas de los ríos Cuao y Sipapo, en el sector medio del Río Orinoco (Figura 3.1). Las principales zonas a muestrear son los alrededores de las comunidades y los conucos de Pendare, Coromoto de Cuao, Caño Veneno, Raudal del danto y Raudalito Picure.

El área de estudio pertenece a la zona media del río Orinoco, en general la zona de estudio abarca una superficie de 1120 Km² y que se encuentra en la región ecográfica correspondiente a la Amazonia venezolana.

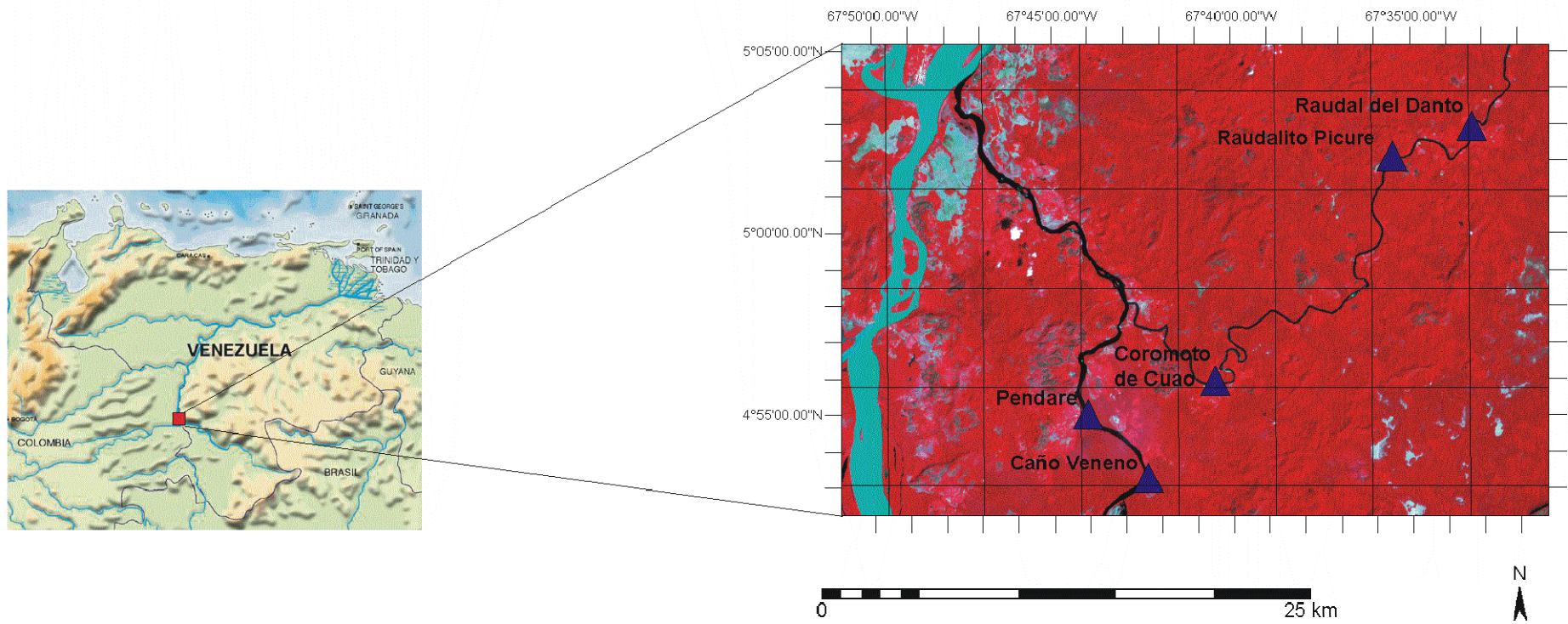


Figura3.1 Ubicación geográfica del área de estudio en relación con Venezuela, se observa la localización de las 5 comunidades Piaroas dentro de la reserva forestal Sipapo. Al extremo occidental se observa el Río Orinoco

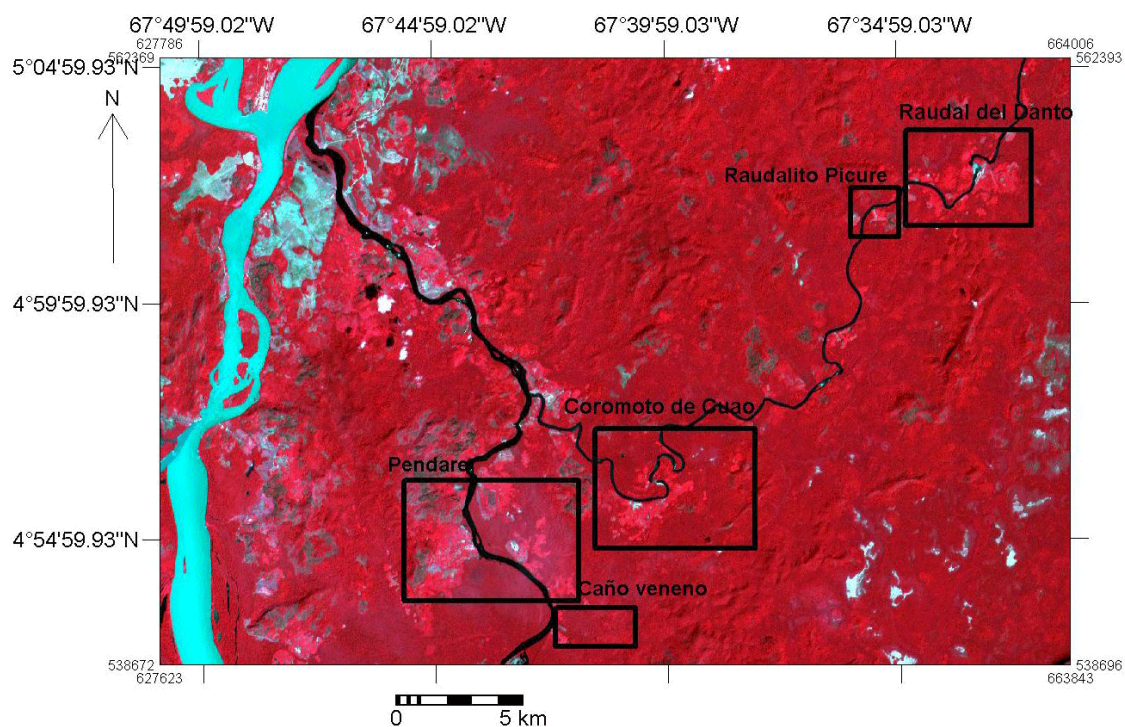


Figura 3.2 Imagen en Falso color del área de estudio en la reserva forestal Sipapo, Edo Amazonas, Venezuela.(imagen en falso color procesada con la combinación de las bandas 3 , 2, 1 de imagen SPOT 5, Ubicación de las comunidades estudiadas, localización específica de cada comunidad y área aproximada ocupada por cada una de las comunidades.

3.2 Comunidades en estudio

Para detallar y entender los procesos de distribución de los sistemas de cultivo y etapas de regeneración de los mismos, se dividió el área de estudio en 5 zonas correspondientes con 5 comunidades indígenas de la etnia Piaroa y áreas de influencia de de las mismas (Fig.3.2).

3.2.1 Coromoto de Cuao

Localizada a orillas del río Cuao, a $4^{\circ}55'40.83''$ de latitud Norte y $67^{\circ}40'40.43''$ de longitud oeste, esta comunidad tiene un tamaño mediano en relación con las otras cuatro comunidades estudiadas, fue fundada en la década de los 70, es decir posee una edad de aproximadamente 30 años. Cuenta con infraestructura de casas de cemento y bloque, y escuela.

3.2.2 Pendare

Localizada a orillas del río Sipapo, a una $4^{\circ}54'49.13''$ de latitud Norte y $67^{\circ}44'12.42''$ de longitud oeste; esta es una localidad con una alta densidad de población humana. Fundada hace más de 30 años. Tiene áreas de influencia a ambos lados del río Sipapo. Cuenta con escuela y casas de cemento y bloque.

3.2.3 Raudal del Danto

Localizada a orillas del río Cuao, esta comunidad se funda hace 16 años aproximadamente y estas localizada a $5^{\circ}02'59.25''$ de latitud Norte y $67^{\circ}33'13.36''$ de longitud Oeste, esta es una localidad con una gran población y cuenta con infraestructura reciente de bloque y cemento, escuela e infraestructura turística.

3.2.4 Raudalito Picure

Localizada a orillas del río Cuao, a $5^{\circ}01'48''$ de latitud Norte y $67^{\circ}35'30.28''$ de longitud Oeste, esta es una comunidad de reciente fundación con aproximadamente 10 años, con infraestructura tradicional Piaroa (Churuatas), con una población pequeña.

3.2.5 Caño Veneno

Localizada a orillas del río Sipapo, a 4°53'05.87" de latitud Norte y 67°42'30.29" de longitud oeste, esta es una comunidad 8 años de fundada, formada por una sola y gran familia Piaroa, con infraestructura tradicional Piaroa.

3.3 Aspectos ambientales del área de estudio

El potencial productivo de los ecosistemas amazónicos esta determinada básicamente por los suelos de la región. Las características básicas de estos suelos que han sufrido grandes procesos de meteorización y lixiviación, es que presentan una baja capacidad de intercambio cationico (CIC) y de bases cambiables, pH ácido a muy ácido, arcillas predominantemente del tipo 1:1 y en general suelos muy pobres, Los principales ordenes presentes son los Oxisoles, Ultisoles e Inceptisoles (Infante y Montilla, 1995)

3.3.1 Geología

Desde el punto de vista geológico, el área de estudio se localiza sobre el granito de la Paraguaza, el cual forma parte de la provincia Estructural de Cuchivero. Este granito esta constituido por rocas ácidas masivas muy feldespaticas; su origen es magmático y su edad se calcula en unos 1.500 millones de años (Szczerban y Urbani, 1974; Blancaneaux et al, 1977)

3.3.2 Fisiografía

La cuenca de los ríos Sipapo y Cuao limitan al occidente con en borde macizo guayanes y la Serranía del Cuao, al Norte del Cerro Autana, al Este el río Orinoco. La cuenca del río Sipapo y del Cuao esta compuesta por tres paisajes dominantes: una zona montañosa, una penillanura dominada

fundamentalmente por colinas de baja altura y una llanura. Los dos últimos paisajes han sido los más intervenidos sobre todo las áreas de poca pendiente. La mayor proporción de áreas de conucos y barbechos se sitúa sobre las zonas de llanura. (Szczerban, 1974; Blancaneaux et al.; 1977)

3.3.3 Clima

El clima general de la cuenca se puede clasificar según Köeppen en un clima de tipo tropical de selva húmeda o uniforme (Af), con una estación seca no muy marcada, durante los meses de diciembre a marzo. La precipitación media varia entre 2.400 y 2.600 mm anuales; evaporación cercana a los 2.500 mm; la temperatura media anual es de 28 °C, con una máxima promedio de 32 °C y una mínima promedio de 23 °C. A lo largo del año encontramos una notable uniformidad térmica (Infante & Montilla, 1.995).

3.3.4 Hidrografía y drenaje

Los ríos Cuao y Sipapo, junto con los otros ríos cortos de la región como el Cataniapo, Autana, Guayapo constituyen los principales ríos cortos de la región, afluentes del río Orinoco en su parte media. En términos generales tienen una orientación Este – Oeste. Sus afluentes principales son caño rana, caño tigre, caño maraca y caño danto para el río Cuao y caño Veneno y caño Manure para el río Sipapo, además ambos ríos cuentan con numerosos cursos pequeños en algunos casos estacionales, conformando un patrón de drenaje predominantemente dendrítico. (Infante y Montilla, 1.995)

3.4 Reconocimiento Ecológico.

Utilizando el SIG se acoplaron los datos geográficos de la imagen de satélite y datos obtenidos en campo contenidos en una base de datos donde

cada valor de cada una de las áreas muestreadas en el campo puede ser verificado y cotejado con la imagen de satélite de dicha área de estudio; por lo tanto al hacer estas comparaciones y correcciones de la imagen con los valores obtenidos en el campo, permiten generar mapas de distintos valores relacionados con las unidades de paisaje estudiadas, a su vez este acoplamiento de datos permite visualizar gráficamente todo el conjunto de información según sus consideraciones geográficas.

La elaboración de mapas definitivos consta de varias fases. La fase preliminar parte del principio de la recopilación datos de campo, donde se obtienen los valores y características temáticas de la base de datos que acompañaran los datos espaciales que complementan la información.

Posteriormente al acoplar la información cartográfica con los valores temáticos se generan las leyendas o lo que se denomina el dominio del mapa, este dominio consiste en asignar una estructura de datos que me permite caracterizar la estructura de la leyenda de las UEP.

Ya en la fase final de elaboración del mapa se procede a hacer una síntesis cartográfica que consiste en elaborar detalladamente cada una de las características del mapa y de la representación que se desea hacer donde se representan finalmente los análisis del mapa mediante SIG y los resultados de la elaboración final de la cartografía que consiste en el mapa con su respectiva leyenda definitiva.

3.4.1 Definición de Unidades ecológicas de paisaje

El paisaje es la suma total de las características que distinguen una determinada área de la superficie de la tierra de otras áreas; estas

características son resultado no solo de los agentes naturales sino también de la ocupación humana y del uso del suelo, por esta razón se define como Unidades Ecológicas de Paisaje (UEP) a cada uno de los elementos o áreas estudiadas, por lo tanto las unidades ecológicas del paisaje son las unidades claramente diferenciables de otras unidades por sus características paisajísticas.

Parte de la ecología del paisaje como se dijo en un principio, es el resultado de la interpretación de imágenes captadas por un sensor remoto. Por lo tanto el definir las diferentes UEP es definir la morfología del terreno y su superficie que conforma el paisaje. La cubierta del terreno comprende el agua, la vegetación y los distintos aspectos antrópicos entre otros, incluyendo entre los aspectos antrópicos a las comunidades, cultivos, y todos aquellos elementos derivados de la actividad humana.

3.4.1.1 Características de la imagen de satélite

La imagen con la cual se desarrolla el estudio fundamental de este TEG ocupa una extensión total de 3600 Km² y de la cual se toma un área total de 1120 Km² que cubre el área total de estudio muestreada. Esta es una Imagen SPOT 4 que contiene 5 bandas espectrales, estas bandas comprenden: la banda 1 en la escala del espectro electromagnético del verde 0.50 – 0.59 μm , con un tamaño de píxel de 20 m, la banda 2 en la escala del espectro electromagnético del rojo (0.61 -0.68 μm), con un tamaño de píxel de 20 m, la banda 3 en la escala del espectro electromagnético del infrarrojo cercano (0.78 – 0.89 μm) , con un tamaño de píxel de 20 m, la banda 4 en la escala del espectro electromagnético del infrarrojo medio (1.58 -1.75 μm) , con un tamaño de píxel de 20 m y la banda Monoespectral con un tamaño de píxel de 10 m

correspondiente a la escala del espectro electromagnético del monocromático en la longitud de banda de (0.61 - 0.68 μm); es de hacer notar que esta banda mono-espectral no fue adquirida y por lo tanto no fue procesada, esta imagen fue tomada en el área de estudio el 10 de Diciembre de 1998. (www.spot.com)

Por medio de la combinación de las bandas emitidas por el satélite Spot 4 y de acuerdo a sus características espectrales y de resolución el tamaño de esta imagen permite un análisis del área de estudio con una resolución de 20 m por píxel y un análisis de combinación de bandas generando imágenes en falso color que permiten distinguir las diferentes características a interpretar.

3.4.1.2 Georreferenciación de la imagen

La georreferenciación o corrección geométrica de la imagen se realiza con la finalidad de ajustar las características geométricas de la imagen que básicamente son efecto panorámico, curvatura y rotación de la Tierra. Este tipo de corrección permite hacer luego las mediciones de distancias, de ángulos y de superficie. Comúnmente esta corrección geométrica es efectuada de acuerdo a la proyección cartográfica estándar o Proyección Mercator Transversal UTM. Lo que permite combinar la imagen con informaciones geográficas de diferentes tipos, tal como, vectores, mapas raster y otras imágenes satelitales. (ITC, 2001)

La georeferenciación puede operarse bajo una óptica bidimensional utilizando puntos de apoyo de un sistema cartográfico conocido como UTM ó Lambert y mediante una translación en X y Y, se corrige la imagen con un error cuadrático medio fijado por el usuario teniendo en cuenta las características de la imagen y sus niveles de precisión (ITC, 2001)

El procesamiento de la imagen se desarrollo utilizando el programa SIG ILWIS Versión 3.2 Academic (Integrated Land and Water Information System), por medio de este programa se logra georeferenciar y ubicar en la imagen de satélite el área de estudio y las diferentes unidades ecológicas de paisaje. En el caso de estudio de la imagen utilizada en el desarrollo de esta tesis, solamente se realizo el trabajo de la corrección geométrica de la imagen ya que no requería ajustes radiométricos debido que la imagen SPOT ya presenta este tipo de correcciones al ser adquirida. La georreferenciación utiliza una proyección Mercator Transversal (UTM) provisional South American 1956 con el Datum de Venezuela, es decir, la hoja 19, de esta manera esta imagen de satélite es cartográficamente ajustada a las necesidades y a las coordenadas del área de trabajo por medio de una colección de datos y de puntos obtenidos de mapas o por medición en el lugar de estudio a través de un GPS. La cartografía básica utilizada para la georreferenciación, son los mapas de cartografía nacional, escala 1:100.000 que tienen la misma proyección y datum mencionados anteriormente

3.4.1.3 Procesamiento y clasificación de la imagen.

Los valores de reflectancia en una imagen de satélite, dependen de las características locales de la superficie de la tierra; en otras palabras existe una relación entre la cobertura de la superficie de la tierra y los valores de reflexión, en este orden de ideas es posible extraer información relacionada sobre la cobertura desde la imagen, en el caso particular de este estudio se clasificó partiendo del método de clasificación supervisada de la imagen (ITC 2001)

La clasificación supervisada se basa en seleccionar los píxeles con colores diferentes corresponden a clases diferentes obtenidas a partir de las áreas de la imagen que se muestrean, en si una clasificación es la respuesta espectral de una clase y será la respuesta espectral media de sus píxeles. Esta clasificación es un muestreo de píxeles en la imagen, partiendo de los mapas elaborados para las áreas de estudio y utilizando la información colectada en campo donde se procede a la clasificación grupos de píxel de las comunidades Coromoto de Cuao, Pendare, Raudalito Picure, Raudalito del Danto y Caño Veneno.

La caracterización se basa en un muestreo de píxeles sobre la imagen para luego hacer una clasificación supervisada de la imagen, donde se presenta la distribución de las diferentes unidades ecológicas del paisaje. El algoritmo para la clasificación es denominado: Mahalanobis, donde se obtiene una serie de clases claramente diferenciables unas de otras.

Las bandas son compiladas en un map list y posteriormente se realiza un muestreo de píxeles de manera supervisada donde se identifican las distintas características de cada una de las unidades ecológicas de paisaje de el área de estudio, Luego de haber sido clasificada la imagen, se procedió a filtrar el clasificado con la finalidad de eliminar aquellos píxeles que causan ruido originado en una nueva imagen (ITC, 2001). El filtro utilizado fue un "Majority filter" de 3 x 3, el cual cada clase de píxel de la imagen clasificada es reemplazado con la clase de píxel predominante en los alrededores.

Con la información de tipo espacial derivada de la clasificación de la imagen de satélite luego de haber sido filtrada, se determinaron de manera preliminar las unidades ecológicas de paisaje (UEP), se estableció la distribución

espacial de áreas cultivadas y afectación de la selva original para la fecha de toma de la imagen 10 diciembre de 1998.

Se elaboraron mapas de cada una de las comunidades estudiadas, donde se muestra el patrón de distribución de (UEP), a partir de las cuales se recopiló toda la información sobre superficie de ocupación y proporción, así como la abundancia de las unidades.

3.4.2 Reconocimiento ecológico de campo

Se realizaron dos salidas de campo con la finalidad de reconocer y caracterizar los diferentes clases preliminares de estadios sucesionales determinados previamente en la clasificación de la imagen de satélite. La primera se realizó durante el mes de julio-agosto 2000 y la segunda se realizó durante marzo 2001. En estas salidas se colectó información de las diferentes variables ambientales de cada unidad ecológica, así como registros sobre el estadio sucesional y composición florística de diferentes parcelas previamente seleccionadas en las imágenes y debidamente georreferenciadas.

La información de campo fue obtenida a través de encuestas a los encargados de cada uno de los conucos donde se desarrollan series de preguntas relacionadas con el tamaño de la parcela, composición florística, tiempo de uso del terreno y la información relacionada con el área cultivada. De esta encuesta obtiene el resultado de la información básica del conuco y se determina la composición y la abundancia de cada uno de los elementos vegetales utilizados en el mismo, en la planilla de encuesta de campo se colectan datos relacionados con la abundancia de cada una de las especies, cobertura vegetal por cada una de las especies y cobertura total, altura del

dosel en cada una de las áreas de conucos y estratificación vertical de las parcelas, tiempo de establecimiento de las zonas de conucos y posición fisiográfica de cada conuco.

La determinación de la ubicación espacial y geográfica de cada una de las áreas de conucos y unidades ecológicas de paisaje se logro a partir de información espacial registrada en campo utilizando un Sistema de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés). El registro de esta información fue luego colocado en cada una de las zonas muestreadas y posteriormente verificado con los datos en la base de datos del SIG. Cabe aclarar que un dato espacial es aquél vinculado a una ubicación geográfica determinada por ejemplo, un conuco, áreas de selva, ríos, etc.

3.4.2.1 Integración de datos de campo y datos espaciales.

3.4.2.2 Manejo de datos.

El manejo de datos se realiza acoplando los datos de la información espacial junto con la colección de data de campo en donde se obtienen las delimitaciones para UEP en el SIG, de esta manera se logran caracterizar y establecer la distribución espacial de áreas cultivadas y el grado de afectación de la selva original en la fecha de toma de la imagen (Diciembre 1998).

Con los datos derivados de las salidas de campo, se establecen las nuevas áreas de cultivo que han sido generadas a partir de la matriz de bosque original en fechas posteriores a la toma de la imagen de satélite. Además se determinan la distribución de áreas derivadas de cultivos previamente establecidos que fueron abandonadas o degradadas a etapas sucesionales posteriores. Luego y a partir de estos resultados se obtienen las tasas de reemplazo y transformación del área, creándose de esta manera mapas de la dinámica de transformación del bosque original.

3.5 Análisis espacial

El análisis espacial de mapas o de imágenes de satélite consiste en la descripción gráfica de la distribución de las diferentes unidades ecológicas de paisaje y el comportamiento de las misma según patrones de distribución, cantidad porcentual de parches en la imagen de satélite y/o en el mapa final que a su vez son un reflejo de lo que sucede sobre la superficie de la tierra. Este análisis espacial permite hacer una descripción de los fenómenos que ocurren en determinado espacio geográfico y de esta manera observar los mecanismos que rigen la distribución y características espaciales.

Este análisis espacial se complementa con el uso de tablas o gráficos alternativos que contienen los valores numéricos que son mostrados en el mapa final.

El análisis espacial de mapas se elabora a través del SIG, donde cada unidad de área de las UEP tiene valores proporcionales relativos respecto a paisaje general del área de estudio, de esta manera se desarrollan los cálculos pertinentes a cada unidad de área y proporciones de cada una de las UEP respecto al paisaje.

Para el cálculo y determinación de aspectos relacionados con el área de ocupación de cada uno de los conucos y de las diferentes unidades ecológicas del paisaje se procesa la imagen y luego de poligonizar el mapa de UEP se procede a estimar el área porcentual de cada una de estas, calculando a partir del porcentaje total que es representado

Los mapas muestran la distribución de conucos para cada comunidad, junto con gráficos que muestran las proporciones de superficie ocupada por las grandes unidades y por las unidades de conucos.

Partiendo de los cálculos elaborados de las proporciones de cada uno de los polígonos en un mapa de polígonos de las áreas estudiadas se elaboran tablas que presentan los valores de superficie ocupada por los grandes tipos de cobertura y en detalle para los diferentes estadios de crecimiento y regeneración de los sistemas de cultivo (conucos) así como el número y proporción de unidades (polígonos) de cada tipo de cultivo en las cinco áreas de estudio. Estas tablas se elaboran conteniendo información de:

1. Total de superficie ocupada por los grandes tipos de cobertura en cada comunidad y su valor relativo. Superficie estimada en hectáreas.
2. Superficie en hectáreas y valor relativo de la cobertura ocupada por cada tipo de estadio de desarrollo ó etapa de regeneración de los sistemas de cultivo (conucos) en cada una de las comunidades estudiadas.
3. Número de polígonos y valor relativo como medida del número de conucos encontrados en cada zona de comunidades estudiada.

De la información gráfica obtenida de los mapas de polígonos se deriva la información relacionada con las características espaciales y geométricas las distintas UEP. Cada etapa sucesional en los distintos estadios de los conucos se toma como un conjunto o grupo de conucos de determinada categoría de acuerdo al estadio seral, pero al hacer el análisis espacial se considera cada conuco como una unidad de para obtener posteriormente no solamente la cantidad porcentual respecto al conjunto, sino la cantidad de conucos totales por cada estadio sucesional, lo mismo sucede con las otras UEP.

3.6 Modelo de secuencia de avance de conucos

A partir de la observación y análisis de las comunidades estudiadas en cuanto a las características de edad de la comunidad, extensión de zona a los alrededores de las comunidades estudiadas, fraccionamiento y la distribución de cultivos se analizan los procesos de ocupación de cada una de las unidades dentro de cada comunidad indígena, de tal forma que se obtiene una proyección de la ocupación de la selva primaria por el reemplazo de los conucos y sus fases de regeneración. Este análisis es posible ya que las edades de

asentamiento de las comunidades indígenas tienen una disposición temporal diacrónica.

Este proceso de desarrollar un modelo de secuencia y de avance de la comunidad consiste en analizar las distintas comunidades y observar el crecimiento de cada una de ellas y la ocupación de áreas por nuevos conucos.

Esta ocupación se estudia a través de un análisis de la separación de anillos de distancia a partir del centro de la comunidad, para calcular las tasas o porcentajes de cada UEP en cada zona de distancia, estas zonas de distancia van desde los 0 metros (centro de la comunidad) hasta los 2500 metros de distancia de radio de la comunidad, donde se aprecian para cada uno de estos anillos el fraccionamiento de los ecosistemas naturales y la distribución de las áreas de cultivos.

CAPITULO 4 UNIDADES ECOLÓGICAS DE PAISAJE (UEP)

4.1 Clasificación de la imagen.

4.1.1 Diferenciación espectral

Partiendo del análisis individual de cada una de las bandas espectrales de la imagen de satélite, se lograron diferenciar y asociar tipos de espectros de radiación con cada uno de los elementos del paisaje.

La banda 1 permite diferenciar zonas de Suelo desnudo, Selva natural, Selva Inundada de tipo 1, Agua, Conucos en fase 2 y áreas de Sabana. La banda 2 permite diferenciar zonas de Suelo desnudo, Vegetación sobre lajas, Agua, Conucos en Fase 1 y áreas de Sabana. La banda 3 es la banda que permite discriminar la mayor cantidad de clases y que por lo tanto es la que permite la mayor diferenciación entre estos grupos o clases, en esta se logran separar las UEP Vegetación sobre Lajas, Selva Natural, Agua, Conucos en Fase 2, Conucos en Fase 3 Conucos en Fase 4 y áreas de Sabana. La Banda 4 es la banda que permite la mayor separación entre los grupos de UEP, en esta solo las UEP de Conucos en Fase 1 y áreas de Sabana son las que no se logran diferenciar ya que ambas pertenecen a un mismo grupo, pero en la banda 4 estos grupos son claramente diferenciables.

Del análisis de las bandas espectrales se obtiene que tanto las bandas 3 y banda 4 son las mejores para separar cada una de las UEP y que las otras bandas nos permiten corroborar o auxiliar en la separación del resto de UEP.

En las figuras 4.1 a la 4.4 se aprecian los gráficos de cajas que representan para cada banda espectral los valores de píxel en cada una de ellas y para cada una de las UEP identificadas. Se aprecian que existen diferencias entre cada una de las bandas en cuanto a los distintos valores, de esta manera se puede decir que las bandas 3 y 4 son las que presentan mayor diferencia entre si del resto de las bandas de la imagen debido a que estas bandas no tienen una superposición de valores.

Banda 1

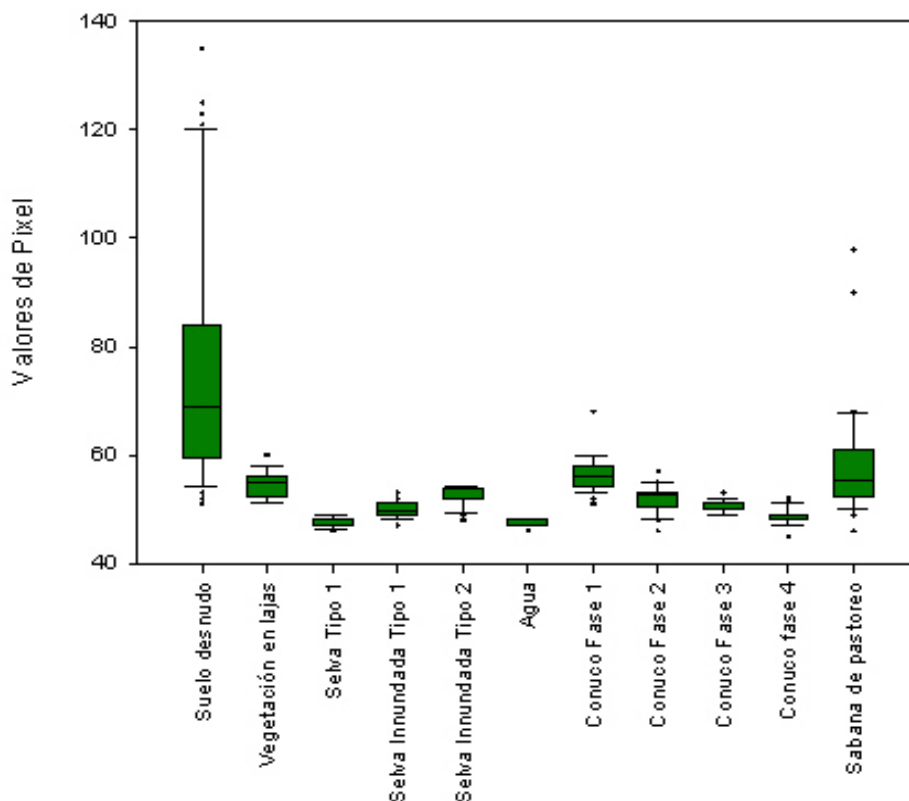


Figura 4.1 Gráfico de cajas para la banda espectral 1 imagen SPOT5 que permiten identificar y diferenciar a través de estos las distintas Unidades Ecológicas del Paisaje en el área de la Reserva Forestal Sipapo en el Estado Amazonas – Venezuela

Banda 2

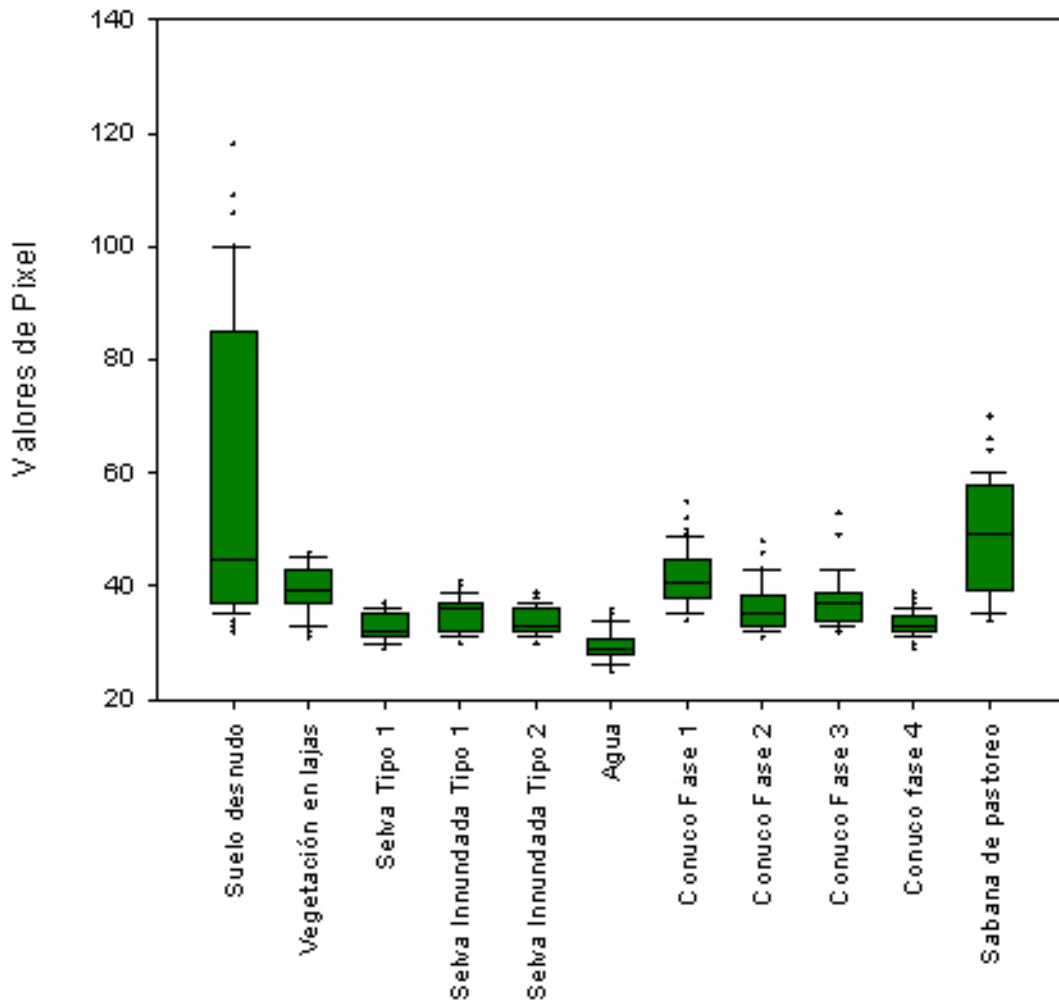


Figura 4.2 Gráfico de cajas para la banda espectral 2, imagen SPOT5 que permiten identificar y diferenciar a través de estos las distintas Unidades Ecológicas del Paisaje en el área de la Reserva Forestal Sipapo en el Estado Amazonas – Venezuela.

Banda 3

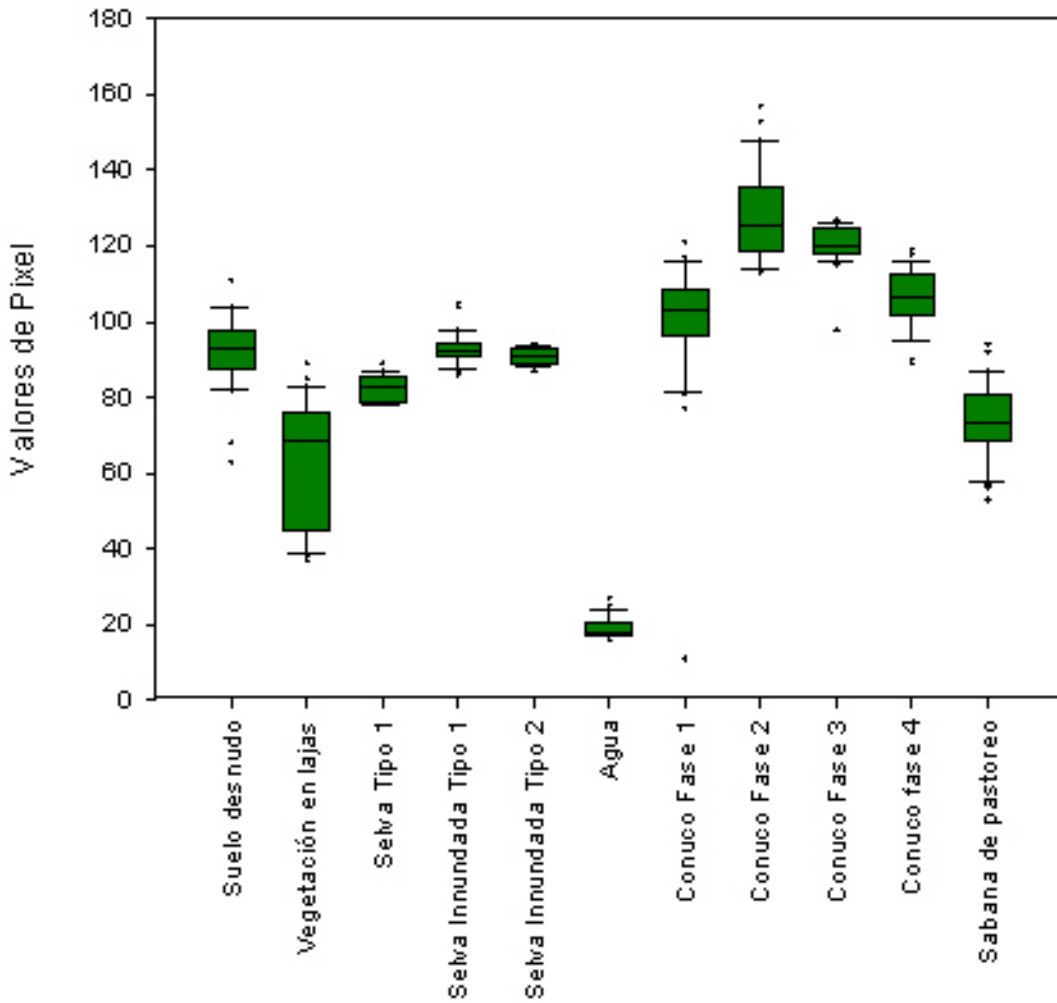


Figura 4.3 Gráfico de cajas para la banda espectral 3, imagen SPOT5 que permiten identificar y diferenciar a través de estos las distintas Unidades Ecológicas del Paisaje en el área de la Reserva Forestal Sipapo en el Estado Amazonas – Venezuela.

Banda 4

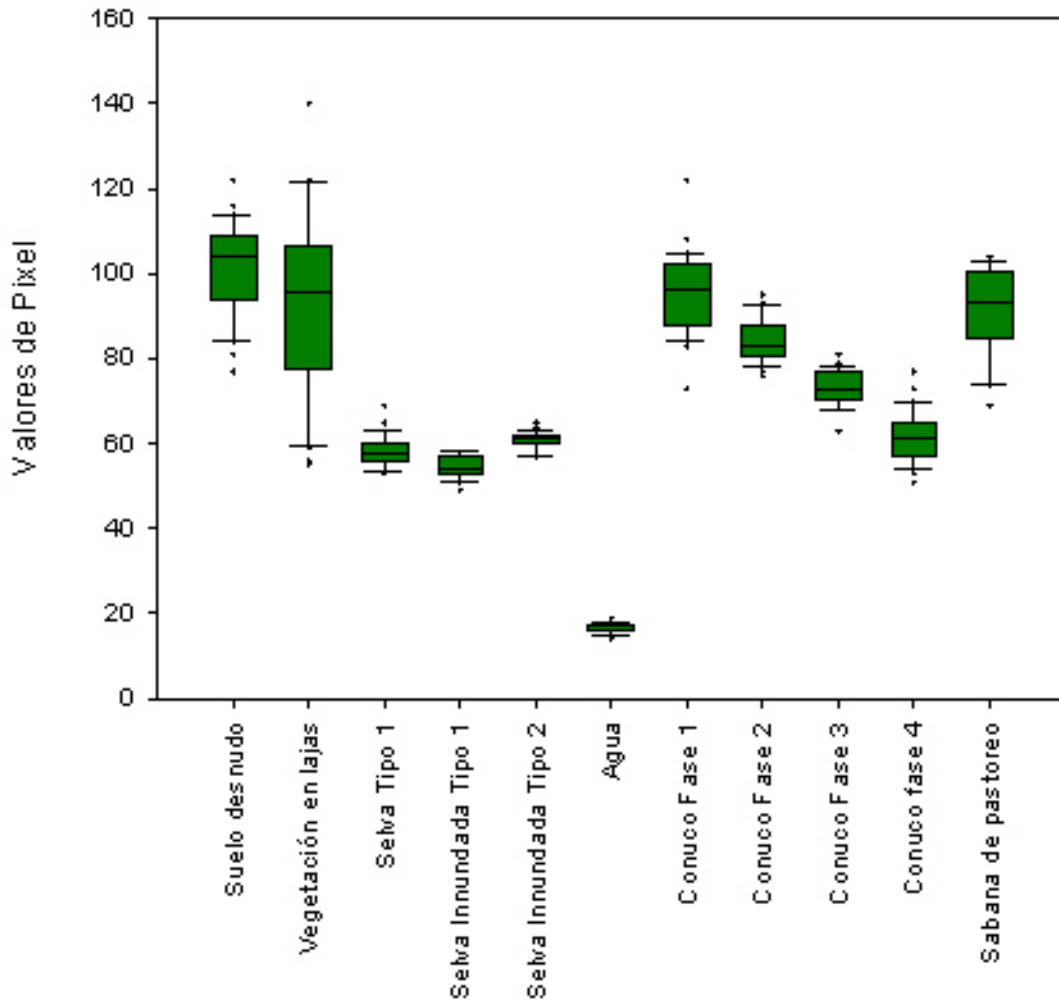


Figura 4.4 Gráfico de cajas para la banda espectral 4 imagen SPOT5 que permiten identificar y diferenciar a través de estos las distintas Unidades Ecológicas del Paisaje en el área de la Reserva Forestal Sipapo en el Estado Amazonas – Venezuela.

Para corroborar el resultado obtenido a partir del análisis del gráfico de cajas se realizó un análisis de varianzas y de comparación de medias para cada

una de las bandas espectrales de donde se obtiene que existen diferencias significativas entre cada una de las banda, adicionalmente por medio de este análisis de medias a través del test de Tukey se indica que las bandas 3 y 4 son las bandas con mayor cantidad de grupos y que permiten diferenciar y clasificar mejor los distintos grupos de UEP, por otra parte se puede mencionar que este resultado era de esperarse ya que estas bandas 3 y 4 presentan la característica que están relacionadas con el espectro del rojo y de manera indirecta se aprecia la tasa metabólica de cada uno de los elementos en la imagen por lo tanto me indican los indirectamente una aproximación del metabolismo de cada una de las UEP identificadas.

	Promedio	Sig.
Banda1	48,264	,000
Banda2	101,697	,000
Banda3	11,485	,000
Banda4	24,821	,000

Tabla 4.1 Test de Homogeneidad de Varianzas de cada una de las bandas.

De esta manera las bandas 3 y 4 son las que mejor separan grupos en la imagen y logra definir de manera evidente las características de cada una de las UEP. En la figura 4.6, que muestra el sample set donde cada uno de los grupos de las UEP se aprecia una clara separación de los grupos en cuanto a sus características espectrales y partiendo de esta separación de grupos es donde se

deduce que cada grupo es una UEP distinta. De esta interpretación se observaron y definieron dos grandes grupos o tipos de unidades ecológicas de paisaje (UEP). Estas UEP corresponden a las unidades naturales y a las unidades derivadas del manejo antrópico de los ecosistemas en el área de estudio.

A continuación en la tabla 4.2 se muestran los valores que sirven de fundamento central para la identificación de cada una de las UEP. Se aprecia en esta tabla los promedios de los valores de para cada píxel y la desviación estándar para cada una de las bandas y para cada una de las UEP.

UEP	B1		B2		B3		B4	
	X	D E	X	D E	X	D E	X	D E
Suelo desnudo	95,0	13,7	100,9	17,9	89,3	7,7	136,1	11,4
Vegetación sobre lajas	53,5	4,1	43,9	5,4	56,7	13,1	127,4	10,9
Selva	49,7	1,1	33,1	1,1	87,1	5,4	58,3	2,6
Selva inundada	49,4	1,1	32,5	1,1	94,8	4,9	53,3	1,7
Selva inundada II	54,1	3,0	39,6	5,3	78,2	6,4	64,5	12,8
Aguas del río Orinoco	72,6	0,7	79,3	0,9	15,8	0,5	9,6	0,6
Aguas de los ríos Cuao y Sipapo	40,8	3,6	27,1	2,9	13,1	1,9	13,7	1,7
Conuco fase 1	62,4	5,5	52,5	8,7	90,6	9,8	102,0	9,9
Conuco fase 2	56,5	2,9	39,2	3,3	121,5	9,3	82,2	4,7
Conucos fase 3	52,5	2,3	35,0	2,3	115,1	8,5	71,3	1,8
Conucos fase 4	50,0	1,4	32,5	1,5	104,8	6,9	64,6	3,9
Sabanas de pastoreo	51,6	1,3	42,2	1,8	54,3	2,6	120,6	3,4
Sabanas	68,9	5,0	68,4	8,4	65,9	7,5	102,8	4,9

Tabla 4.2 Valores promedio y desviación estándar de cada banda espectral en cada una de las UEP en la reserva forestal Sipapo en el estado Amazonas Venezuela.

Según el test de tukey realizado en la comparación de los valores de las medias para los valores de píxel en cada una de las bandas se muestra que las

bandas espectrales con mayor cantidad de separación de grupos son las Bandas 3 y Banda 4.

A continuación en la tabla 4.3 se muestra que existen diferencias significativas entre cada uno de los valores de cada banda espectral y los diferentes grupos en cada una de ellas, adicionalmente en esta tabla se puede apreciar que las diferentes bandas que permiten una mejor diferenciación y clasificación de cada una de las UEP.

UEP	B1	B2	B3	B4
Suelo desnudo	D	F	EF	F
Veg. En lajas	BC	D	B	E
Selva natural	A	AB	D	B
Selva inundada 1	A	ABAD	EF	B
Selva inundada 2	ABC	ABC	DE	B
Agua	A	A	A	A
Conuco fase 1	AC	D	FG	EF
Conuco fase 2	C	BCD	H	D
Conuco fase 3	ABC	BCD	H	C
Conuco fase 4	AB	ABC	G	B
Sabanas	A	E	C	DE

Tabla 4.3 Grupos UEP separables en cada una de las bandas espectrales.

4.1.2 Clasificación supervisada.

La clasificación supervisada de la imagen consiste en la selección de un conjunto de píxeles representativos para cada una de las unidades ecológicas. En la figura 4.5 se muestra una ventana del programa ILWIS en el desarrollo de este proceso de clasificación de la imagen.

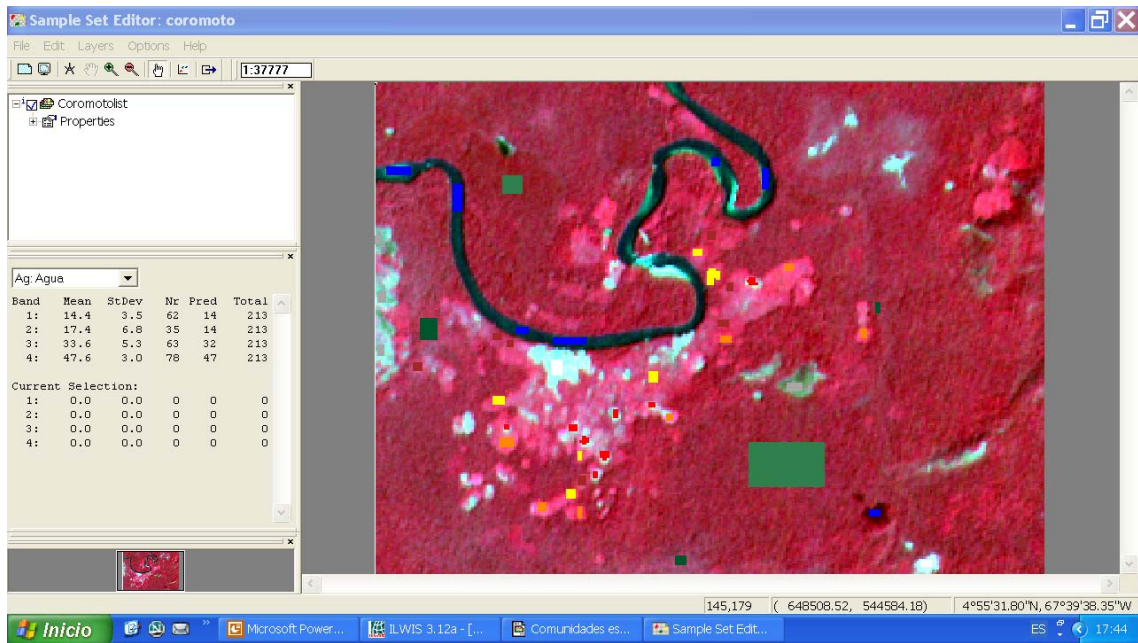


Figura 4.5 Ventana del programa ILWIS en el proceso de clasificación supervisada de la imagen donde se observa cada una de las selecciones de píxel para cada una de las unidades ecológicas.

En la figura 4.6 se observa un sample set donde se aprecian los diferentes grupos de unidades claramente separados unos de otros.

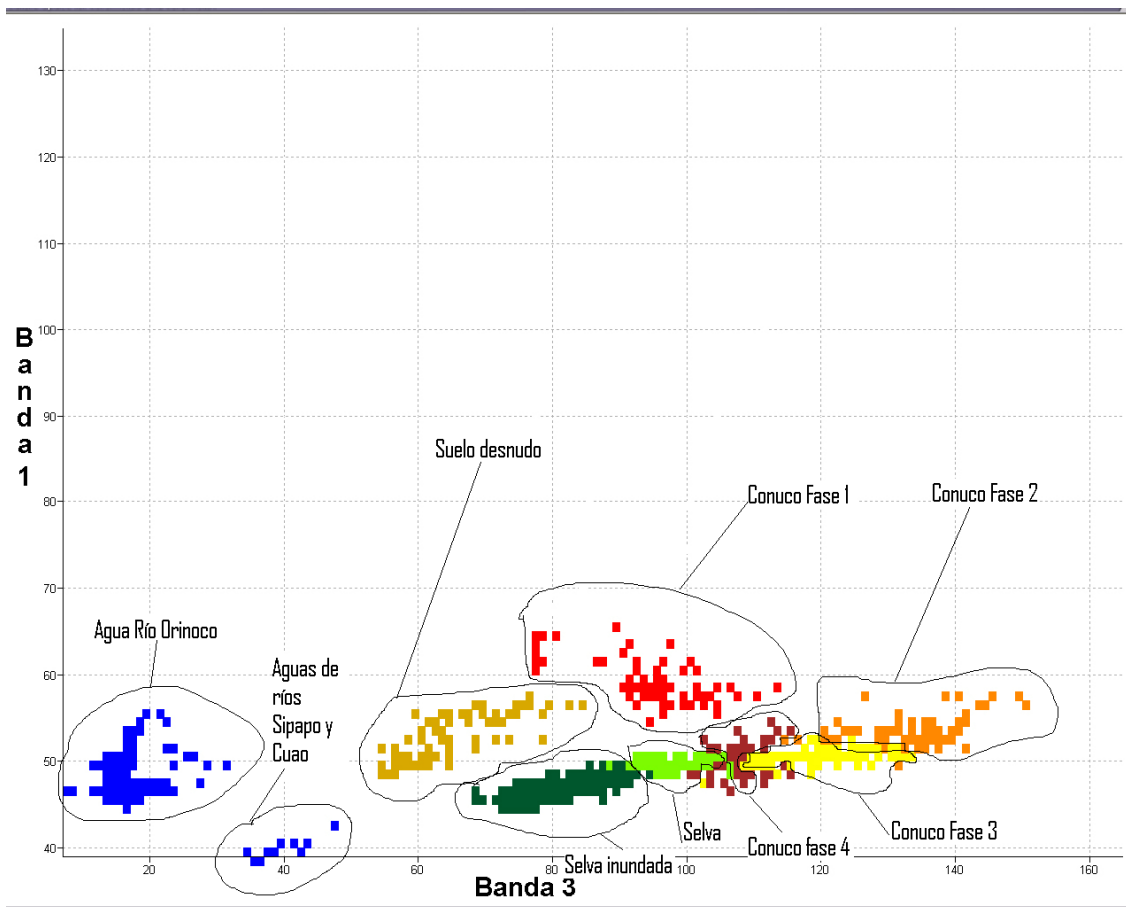


Figura 4.6 Sample Set que permite apreciar los grupos de las distintas UEP de en el área de la Reserva Forestal Sipapo en el Estado Amazonas – Venezuela.

4.2 Definición de Unidades Ecológicas de Paisaje (UEP).

En este TEG se logro identificar a través del análisis de la imagen de satélite y de campo 14 UEP distintas y claramente diferenciabas unas de otras. Estas 14 UEP corresponden a 7 UEP naturales y 7 UEP por influencia antropica que serán descritas con mayor detalle posteriormente.

4.2.1 Definición de Unidades de Paisaje Naturales

El primer tipo o grupo de unidades ecológicas corresponde a 7 unidades del paisaje de origen natural, las cuales son claramente diferenciables y cuya caracterización es presentada en la tabla 4.4

Unidad ecológica de Paisaje natural	Descripción
Suelo desnudo	Áreas sobre afloramientos rocosos (Lajas desnuda). Afloramientos rocosos los cuales carecen de vegetación y suelo, en algunos casos son áreas deforestadas o bancos de arena en el río.
Vegetación sobre lajas	Afloramientos rocosos con vegetación herbácea característica (Lajas Musgo): son áreas de afloramientos rocosos sobre los cuales se presenta un suelo muy incipiente y por lo tanto una vegetación característica de estos suelos.
Selva	Selva húmeda tropical (matriz de bosque original): corresponde al tipo de vegetación de bosque prístino, con la mayor superficie del paisaje sobre la cual se generan los procesos de transformación.
Selva inundada	Tipo de vegetación boscosa que ocurre las áreas de inundación de los cursos de agua dentro de la matriz de selva húmeda tropical.
Selva inundada II	Tipo de selva inundada que ocurre sobre cubetas de decantación en las madres viejas de los ríos.
Aguas del río Orinoco	Aguas del río Orinoco en la zona media de su recorrido, este tipo de unidad ecológica del paisaje se diferencia de las otras aguas dado su alto contenido de sedimentos y por lo tanto posee unas características radiométricas distintas a la composición de las otras aguas de los ríos de la zona
Aguas de los ríos Cua y Sipapo	Aguas de los ríos Sipapo y Cua ubicados en la cuenca media del río Orinoco al sur de Puerto Ayacucho, este tipo de unidad ecológica del paisaje se diferencia de las otras aguas dado su bajo contenido de sedimentos y por lo tanto posee unas características radiométricas distintas a la composición de las aguas del río Orinoco.

Tabla 4.4 Descripción de las unidades ecológicas de paisajes (UEP) naturales para las cinco comunidades Piaroas de la zona de la reserva forestal Sipapo en el estado Amazonas, Venezuela.

4.2.2 Definición de Unidades de Paisaje por influencia antrópica

El segundo tipo o grupo corresponde a 7 unidades del paisaje que resultan de la transformación sobre la selva o áreas naturales por influencia antrópica, las cuales son claramente diferenciables y cuya caracterización es presentada en la tabla 4.5

Unidad de Paisaje	Descripción
Comunidades	Corresponde a las áreas de asentamiento humano de las diferentes comunidades indígenas.
Conuco fase 1	Área de cultivo que ha sido talada y quemada durante el año de su descripción. Generalmente tiene el suelo desnudo o con muy poca vegetación. Período de siembra de los cultivos.
Conuco fase 2	Área con cultivos en pleno crecimiento. Generalmente con maíz y yuca en el primer año, yuca y otras variedades de cultivos autóctonos en los siguientes 3 años. Estas áreas mantienen durante 3-4 años cultivos de alta productividad.
Conucos fase 3	Áreas de cultivo con media productividad y el crecimiento de plantas de diferente uso, plantadas en asociación con la sombra de plantas que se regeneran a partir del banco de semillas del bosque original. En esta fase de desarrollo hay una mayor densidad de cultivos y mayor manejo e intervención del indígena en relación con la siguiente fase. Tiene una duración aproximada de 5 años a partir del cuarto año de la intervención original.
Conucos fase 4	La segunda fase de desarrollo implica un abandono parcial de la parcela sin mayor intervención, más que la extracción de algunos frutos y elementos utilitarios. Se incorpora un mayor número de elementos del bosque. Esta fase se presenta a partir de los 8-9 años del inicio de la intervención, hasta su regeneración.
Sabanas de pastoreo	Áreas de pastizales cultivados para ganadería semi-intensiva con alta producción.
Sabanas	Sabanas con ningún uso particular, que han derivado de la excesiva intervención con quemas y usos frecuentes, sin descanso o período de regeneración y/o barbecho.

Tabla 4.5 Descripción de las Unidades ecológicas de paisajes derivadas de la influencia antrópica para las 5 comunidades Piaroas de la zona de la reserva forestal Sipapo en el estado Amazonas Venezuela.

En la figura 4.7 a la 4.9 se aprecian las características de las distintas UEP en de la zona de estudio, derivadas de la combinación de bandas 3,4,2, señalando con mayor detalle cada una de las características de cada UEP.

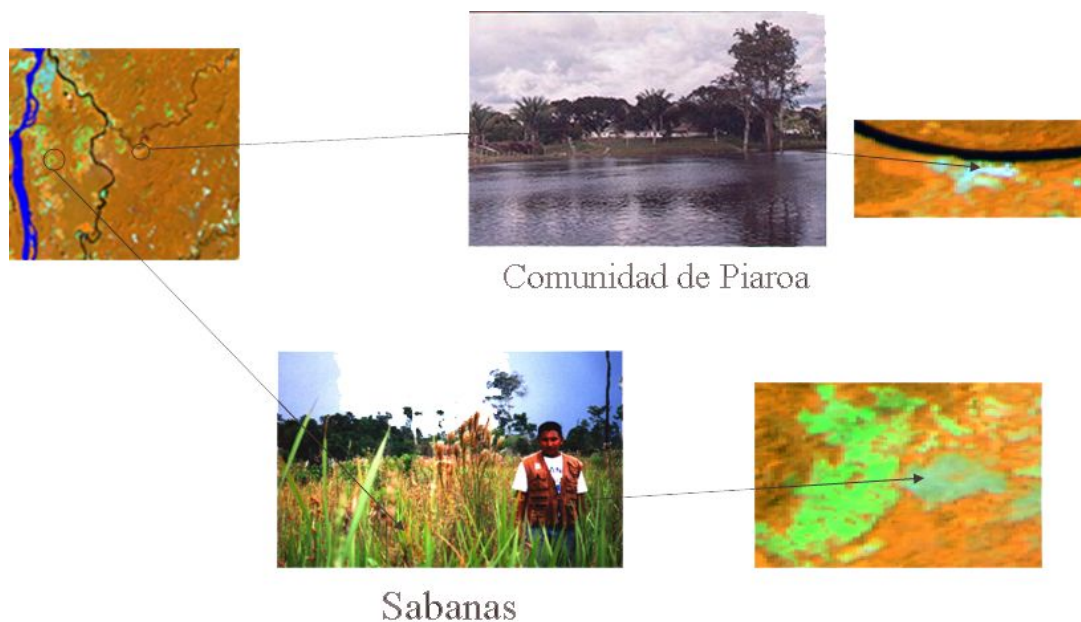


Figura 4.7 Imagen en falso color, procesada con las bandas 3, 4 y 2 de una imagen SPOT 5, donde se indica las características del área sabanas y comunidades de la zona de la reserva forestal Sipapo en el estado Amazonas, Venezuela.

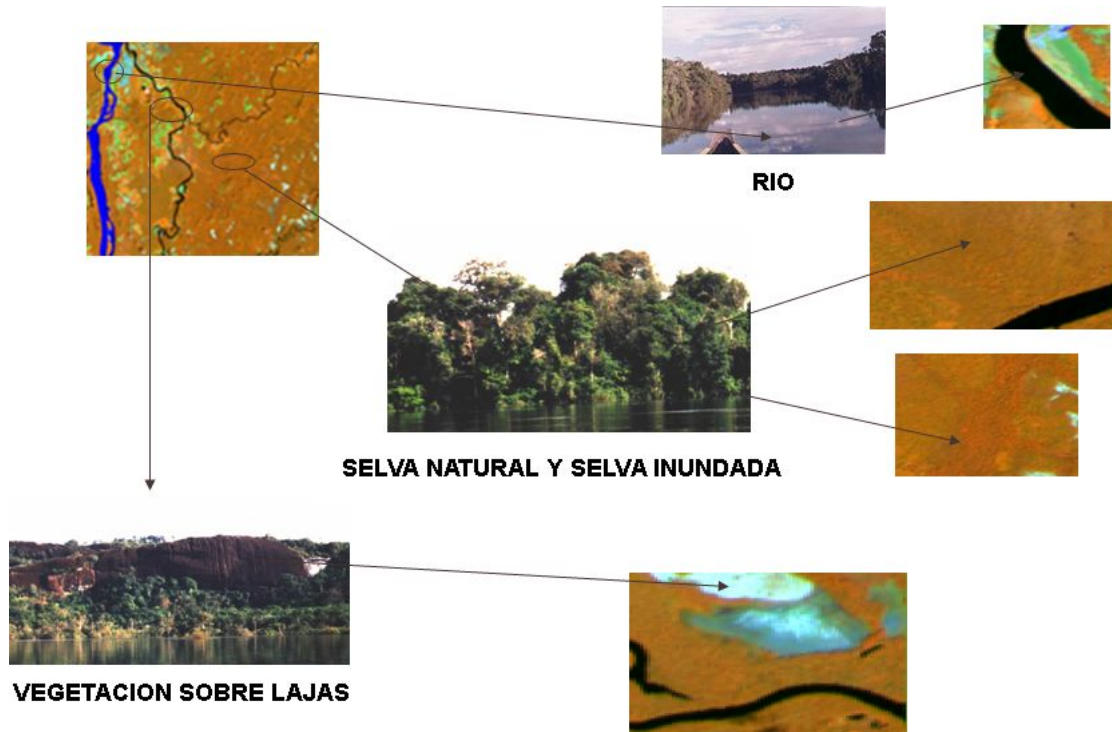


Figura 4.8 Imagen en falso color, procesada con las bandas 3, 4 y 2 de una imagen SPOT 5, donde se indica las características del área Ríos, Selva Natural y vegetación sobre lajas de la zona de la reserva forestal Sipapo en el estado Amazonas, Venezuela.

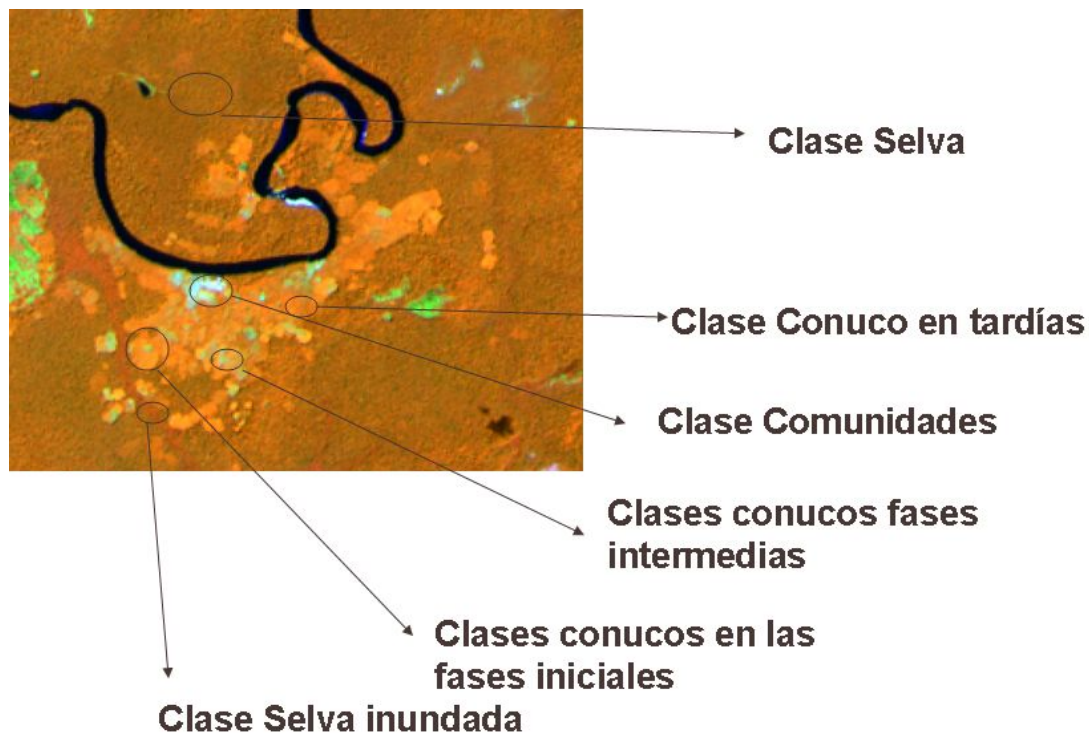


Figura 4.9 Imagen en falso color, procesada con las bandas 3, 4 y 2 de una imagen SPOT 5, donde se indica las características de las diferentes fases de conucos y de selva.

4.3 Características morfológicas y de composición vegetal de las distintas fases de los conucos.

De acuerdo con el análisis de campo y las observaciones realizadas en las áreas de conucos, se logró determinar que para los conucos estudiados de la etnia Piaroa en las comunidades visitadas y para todas las fases de crecimiento, los conucos presentan características comunes para todas las fases como son un borde discontinuo limitado por el ecosistema de selva natural que representa la matriz que contiene el resto de las unidades ecológicas del paisaje áreas de la zona de estudio. Todas las fases de los conucos presentan diversos tamaños que

varían entre 1 a 6 hectáreas y la geometría básica es de forma elíptica o circular, en todos los casos los conucos están distribuidos a lo largo de un camino o senda.

Este camino sirve de límite en algunas partes y en otros lugares comúnmente limita con otros conucos o con áreas de selva natural; estos caminos o sendas se ubican bordeando las áreas de conucos y se originan desde el centro del poblado.

4.3.1 Fase de los conucos.

Conucos fase 1: En los conucos Fase 1 se aprecia que en el periodo temprano de establecimiento de los conucos, hasta aproximadamente el primer año desde el periodo inicial de la siembra presentan una estratificación vertical con un solo estrato. Este estrato es cercano al suelo y de una altura no mayor de 75cm, posteriormente después de primer año la vegetación alcanza alturas de aproximadamente 1,85 m a 2,0 m de altura, este tipo de conucos se denominan conucos en la Fase 1 de crecimiento y son sembrados con yuca, (*Manihot esculenta*), tupiro (*Solanum sessiliflorum*), maíz (*Zea mays*) y ají (*Capsicum.sp*) básicamente, aunque este tipo de cultivos puede variar en cuanto a la proporción de cada elemento cultivado y en algunos casos pueden estar ausentes algunos elementos.

Conucos fase 2: Posteriormente a los 3 años desde el establecimiento inicial del conuco existen diferencias en la altura de los elementos vegetales presentes en el conuco y claramente son evidenciables dos estratos verticales y en algunos casos hasta tres estratos distintos dependiendo del cultivo, también se aprecia una

mayor cantidad de productos disponibles para el consumo que en la etapa anterior, esto es un indicativo de que el conuco en esta fase 2 presenta un estado medio en el crecimiento pero con mayores tasas de producción. Es común que las especies vegetales presentes en esta dos primeras fases de la sucesión de los conucos son los mismos tipos de elementos vegetales (yuca, tupiro, maíz y ají) la diferencia radica en el tamaño de las plantas y adicionalmente se encuentran elementos como temare (*Pouteria caimito*), piña (*Ananas cosmosus*), cucura (*Pourouma cecropiifolia*), caraota piaroa negra (*Phaseolus sp.*), copoazú (*Theobroma grandiflorum*) y Pijiguao (*Bactris gasipaes*).

Conucos fase 3: Luego de transcurrido un periodo de aproximadamente 5 años desde el proceso de la intervención del área para el establecimiento de conucos se encuentran los denominados conucos Fase 3. Estos conucos presentan una estratificación vertical de 3 estratos y con características de una gran densidad de vegetación en el terreno, estos tipos de conucos aun siguen siendo productivos, pero ya en menor grado que los cultivos de la Fase 1 y 2. Aquí se encuentran elementos vegetales comunes de las fases anteriores y también hay una incorporación de nuevos elementos vegetales, debida a la colonización de elementos del bosque y adicionalmente la incorporación de especies cultivadas por la etnia en esta etapa para propiciar una regeneración mas rápida del conuco. Es en esta fase donde la etnia comienza a abandonar el conuco y denomina el sitio de cultivo barbecho, la presencia de elementos del bosque y la introducción de especies de sombra al cultivo es lo que caracteriza esta fase que. Ya no se

encuentran cultivos de maíz, pero existe una presencia de elementos como auyama (*Cucurbita pepo*), cocura (*Pourouma cecropiifolia*), temare (*Pouteria caimito*) y ají (*Capsicum.sp*), adicionalmente en este estadio de la sucesión se encuentran árboles de la familia moracea específicamente del genero *Cecropia* sp. que predominantemente son especies de los estadios mas tardíos (entre el año 7 y 13) en los conucos.

Conucos Fase 4: La ultima fase de cultivos, corresponde a los conucos en la Fase 4 de la sucesión, estos conucos son áreas en avanzada edad partiendo desde el periodo de establecimiento del conuco y son usualmente los conucos en áreas de mayor regeneración, comúnmente estos conucos tienen edades de aproximadamente 9 años en adelante donde existe un abandono parcial de la parcela sin mayor intervención humana. Existen en estas fases un sistema de extracción de algunos frutos y elementos utilitarios. También ocurre una incorporación mayor de especies vegetales del bosque de manera natural. Los elementos como el maíz (*Zea mays*), yuca (*Manihot esculenta*), ñame (*Dioscorea trifida*), auyama (*Cucurbita pepo*), temare (*Pouteria caimito*), ají (*Capsicum.sp*) son escasos o ausentes pero existen elementos como cocura (*Pourouma cecropiifolia*), palmito (*Euterpe edulis*), Caraota (*Phaseolus sp.*), Naranjillo (*Zanthoxylum sp*), *Cecropia sp* y algunas leguminosas.

4.4 Análisis de las Unidades Ecológicas de Paisaje

Las bandas espectrales 3 y 4 son las que permiten diferenciar mejor las distintas fases serales en los diferentes conucos así como también entre las

distintas áreas de vegetación, debido a la sensibilidad de estas bandas, asociada al espectro de la luz cercana al rojo. Esta característica, en este tipo de clasificación y diferenciación apreciamos de manera indirecta las tasas metabólicas en cada una de las fases del cultivo en los distintos estados o fases de conucos.

En cada uno de los diferentes estadios de la sucesión y en cada una de las unidades ecológicas estudiadas para cada una de las comunidades de la etnia Piaroa, encontramos que existen especies en común en cada estadio o fase de los conucos, de igual manera se encontró especies que solo aparecen en determinadas etapas sucesionales, esto es debido a que en determinados estadios sucesionales es donde se presentan las condiciones óptimas para su cultivo o establecimiento, parte de esta dinámica de los cultivo y de regeneración del bosque se pueden interpretar como estados evolutivos en la sucesión y por lo tanto estas especies que se encuentran en estados serales específicos pueden indicar fases o edades específicas de determinados estadios sucesionales de áreas de conuco.

En los casos donde la los conucos evolucionan al estado de sabanas y no a bosque natural, ocurren procesos de sabanización. Esto puede interpretarse como un desgaste que sufre el suelo por una pérdida de los nutrientes y por el reiterado uso de la tierra, estos procesos de desgaste propician que se establezca una sabana y no un bosque natural.

En cuanto a las distintas clases de bosque natural que se encontraron en la zona de estudio y fueron caracterizadas en la imagen de satélite se deduce que

existen diferencias estructurales en cuanto a la composición y origen de estas zonas de bosque y estas diferencias son comprobadas en la imagen de satélite, donde se observan que los dos tipos de selva inundada corresponden a dos tipos distintos de posiciones fisiográficas la selva inundada localizada en la zona de cursos de ríos permanentes y quebradas localizadas en medio de la matriz de selva y la otra selva inundada localizada en la zona de meandros del río y de bancos de deposición.

Una vez caracterizadas las unidades de ecológicas de paisaje, en la cual se definen y establecen las características de cada una de las fases sucesionales y de cada una de las Unidades ecológicas de paisaje estudiadas, se utilizan estas caracterizaciones para realizar el análisis distribución de los patrones espaciales de las UEP relación con la distribución de cada una de las comunidades. Este punto de la distribución espacial de los patrones del paisaje en la zona de estudio se desarrolla en el capítulo 5 de este TEG.

CAPITULO 5 ANÁLISIS DE LOS PATRONES ESPACIALES DE LAS UEP

5.1 Distribución espacial de UEP para 1998

El mapa en la figura 5.1, presenta la imagen en falso color del área de estudio y la demarcación aproximada del área ocupada por cada unas de las comunidades en la zona de la reserva forestal Sipapo en el estado Amazonas.

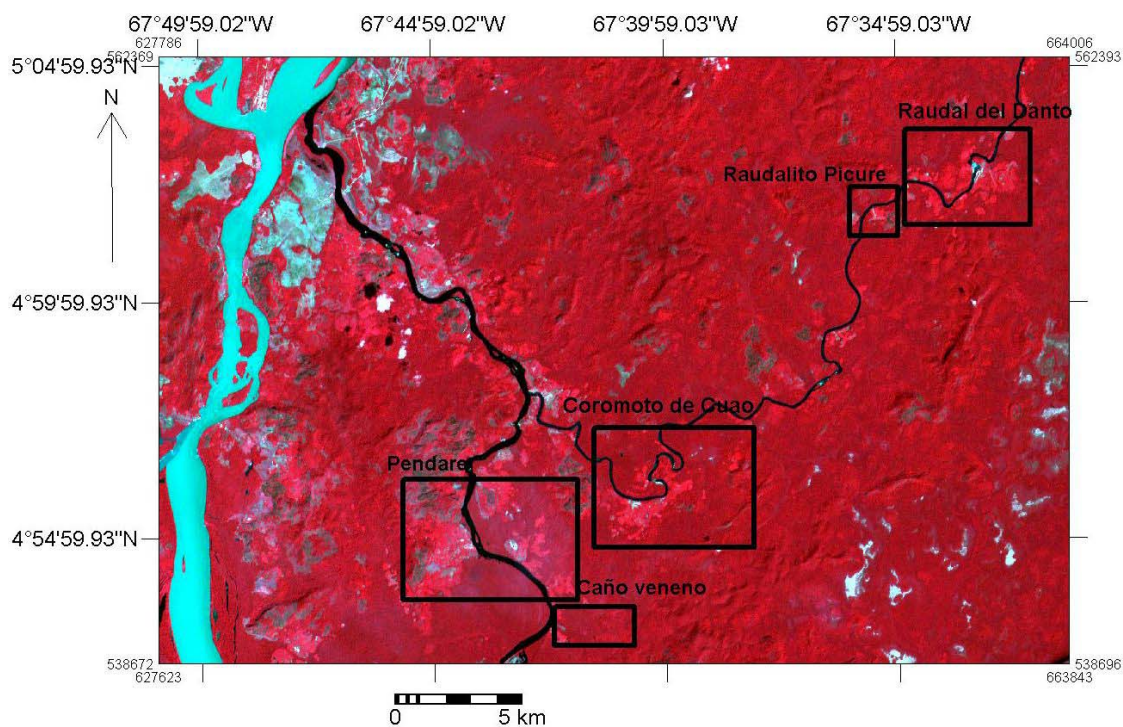


Figura 5.1 Imagen en falso color, procesada con las bandas 3, 2 y 1 de una imagen SPOT 5, esta imagen obtenida por el satélite el 10 de diciembre de 1998 donde se indica área de estudio y el área aproximada de 5 comunidades Piaros de la zona de la reserva forestal Sipapo en el estado Amazonas, Venezuela.

5.2 Resultados Espaciales.

5.2.1 Patrones de distribución espacial

Los patrones de distribución espacial para cada una de las comunidades varían en las distintas comunidades debido a las características intrínsecas de cada una de ellas. En las tablas 5.1, 5.2 y 5.3 donde se observan los valores de superpie ocupada por los grandes tipos de cobertura, en detalle para los diferentes estadios de crecimiento y regeneración de los sistemas de cultivo (conucos), y se muestran el número y proporción de unidades (polígonos) de cada tipo de cultivo en las cinco comunidades localizadas en el áreas de estudio.

En los mapas obtenidos de cada una de las comunidades (fig. 5.3, 5.5, 5.7, 5.9 y 5.11) se observan las distancias y el grado de poligonización de cada una de las comunidades estudiadas, así como distintos grados de ocupación y de fragmentación del territorio utilizado. A partir de estos resultados encontramos que las comunidades a medida que se van haciendo más longevas, presentan cada vez un mayor proceso de fragmentación y por lo tanto existe una tendencia que en comunidades de mayor edad existan mayor cantidad de polígonos.

Tipo de cobertura	Coromoto de Cuao		Pendare		Caño Veneno		Raudal del Danto		Raudalito Picture	
	Área	%	Área	%	Área	%	Área	%	Área	%
Áreas naturales	2056,3	76,7	1730,1	62,0	758,7	82,3	1376,4	71,2	321,9	79,0
Agua	113,5	4,2	155,5	5,6	30,4	3,3	88,6	4,6	21,9	5,4
Áreas cultivadas y descanso	504,0	18,8	899,5	32,2	130,4	14,1	453,2	23,4	45,5	11,2
Áreas residenciales	8,9	0,3	5,8	0,2	2,6	0,3	15,2	0,8	4,4	1,1

Tabla 5.1: Total de superficie ocupada por cada uno de los tipos de cobertura en cada comunidad estudiada de la reserva forestal Sipapo y su valor relativo porcentual. (Superficie estimada en hectáreas.)

Tipo de conuco	Coromoto de Cuao		Pendare		Caño Veneno		Raudal del Danto		Raudalito Picture	
	Área	%	Área	%	Área	%	Área	%	Área	%
Conuco Fase 1	66,0	13,1	213,3	23,7	13,1	10,1	145,1	32,0	11,8	20,0
Conuco Fase 2	49,1	9,7	63,5	7,1	15,3	11,7	36,5	8,1	19,5	33,0
Conuco Fase 3	46,7	9,3	305,4	34,0	12,8	9,8	141,9	31,3	9,5	16,1
Conuco Fase 4	311,7	61,8	263,7	29,3	80,4	61,6	122,2	27,0	0,0	0,0
Sabanas	0,0	0,0	19,7	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sabanas de Pastoreo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	8,0
Suelo desnudo	30,5	6,0	33,8	3,8	8,9	6,8	7,5	1,7	13,5	22,9
Total	504,0	100,0	899,5	100,0	130,4	100,0	453,2	100,0	59,1	100,0

Tabla 5.2: Superficie en hectáreas y valor relativo de la cobertura ocupada por cada tipo de estadio de desarrollo ó etapa de regeneración de los sistemas de cultivo (conucos) en cada una de las comunidades estudiadas.

Tipo de conuco	Coromoto de Cuao		Pendare		Caño Veneno		Raudal del Danto		Raudalito Picure	
	N° pol.	%	N° pol.	%	N° pol.	%	N° pol.	%	N° pol.	%
Conuco Fase 1	62	10,9	81	13,2	12	11,1	54	16,5	28	25,7
Conuco Fase 2	63	11,0	89	14,5	16	14,8	45	13,8	37	33,9
Conuco Fase 3	98	17,2	136	22,2	19	17,6	64	19,6	16	14,7
Conuco Fase 4	255	44,7	205	33,4	54	50,0	153	46,8	0	0,0
Sabana	0	0,0	17	2,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sabanas de Pastoreo	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	6	5,5
Suelo desnudo	93	16,3	85	13,9	7	6,5	11	3,4	22	20,2
Total	571	100	613	100	108	100	327	100	109	100

Tabla 5.3: Número de polígonos y porcentual como medida del número de conucos encontrados en cada área de estudio.

En la figura 5.2 se muestra la proporción de usos de tierra en la comunidad de Raudalito Picure donde se aprecia que un 12% distribuido para las áreas cultivadas y de descanso, 1% de áreas residenciales y un 81 % de áreas naturales en el perímetro de la comunidad.

Distribución de grandes áreas (ha)
Raudalito Picure



Superficie de áreas de cultivo (conucos)

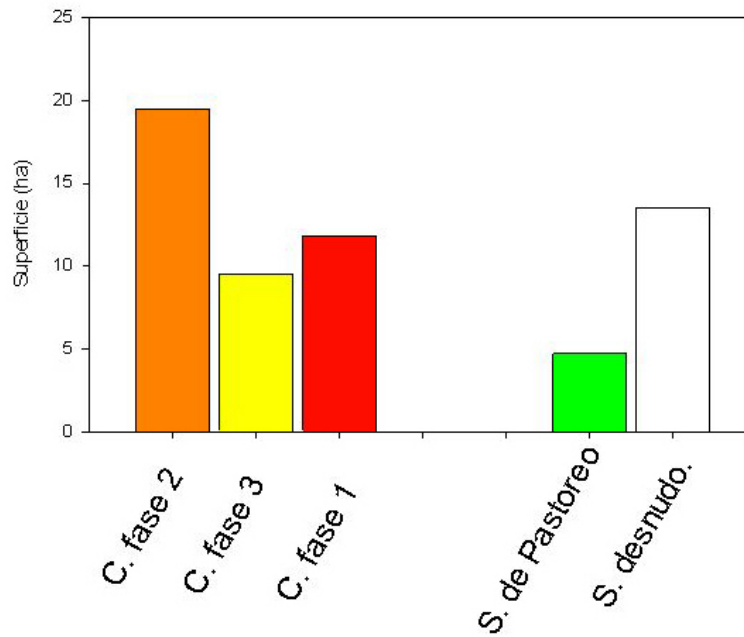
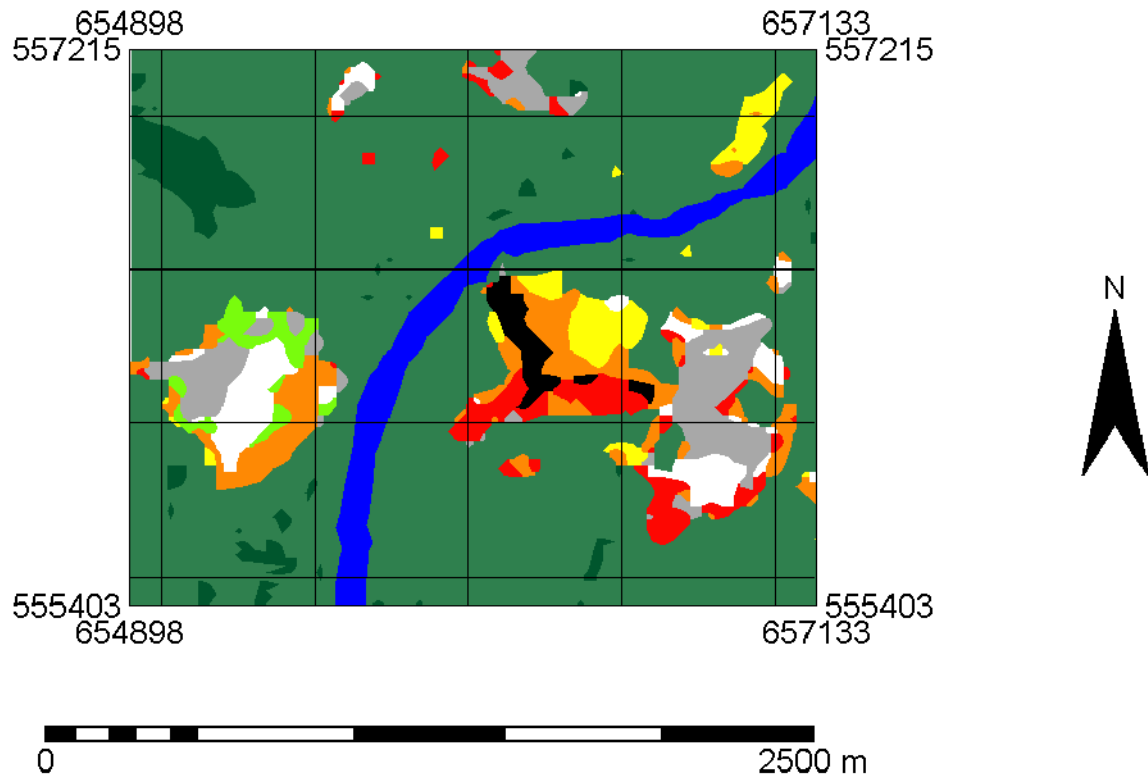


Figura 5.2 Proporción de distribución de áreas en la comunidad de Raudalito Picure.

Raudalito Picture



Unidades Ecológicas de Paisaje (UEP)

■ Agua	■ Sabanas de Pastoreo
■ Comunidad	■ Selva
■ Conuco fase 2	■ Selva inundada
■ Conuco fase 3	■ Selva Inundada II
■ Conuco fase 1	■ Suelo desnudo
■ Conuco fase 4	■ Vegetación sobre laja
■ Sabana	

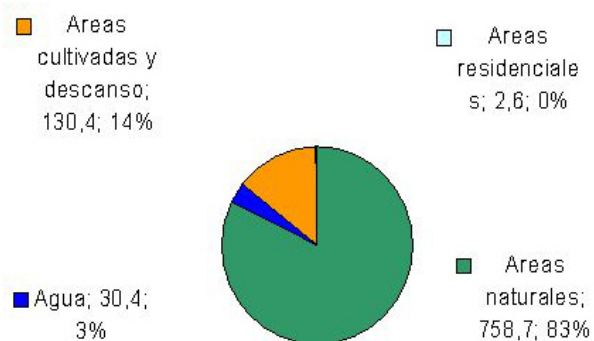
Figura 5.3 Mapa de las Unidades Ecológicas de Paisaje de la comunidad Raudalito Picture, señalando las coordenadas UTM en las esquinas en la reserva forestal Sipapo, Estado Amazonas, Venezuela. Imagen procesada de una imagen SPOT 5, tomada por el satélite en diciembre de 1998.

Raudalito Picture también es una comunidad muy reciente y al igual que Caño veneno (Figura 5.3) no tiene muchas o prácticamente ninguna área en

regeneración. Se Observa claramente la cadena de avanzada de cultivos fase 1 - fase2 - fase 3, con proporción muy similar de estos tres tipos de conucos. En esta comunidad es interesante resaltar el área en la margen izquierda del río Cuao, donde existe un área de pasturas para ganadería semi-intensiva (observación de campo) que en el mapa aparece señalada en verde claro y como suelo desnudo.

En la figura 5.4 se aprecia el gráfico que muestra la proporción de usos de tierra en la comunidad de la comunidad de Caño Veneno donde se aprecia que un porcentaje de 14% distribuido para las áreas cultivadas y de descanso, un porcentaje menor al 1% de áreas residenciales y un 83% de áreas naturales siendo esta la comunidad estudiada con mayor cantidad de áreas naturales en el perímetro de la comunidad.

Distribución de grandes áreas (ha) Caño Veneno



Superficie de áreas de cultivo (conucos)

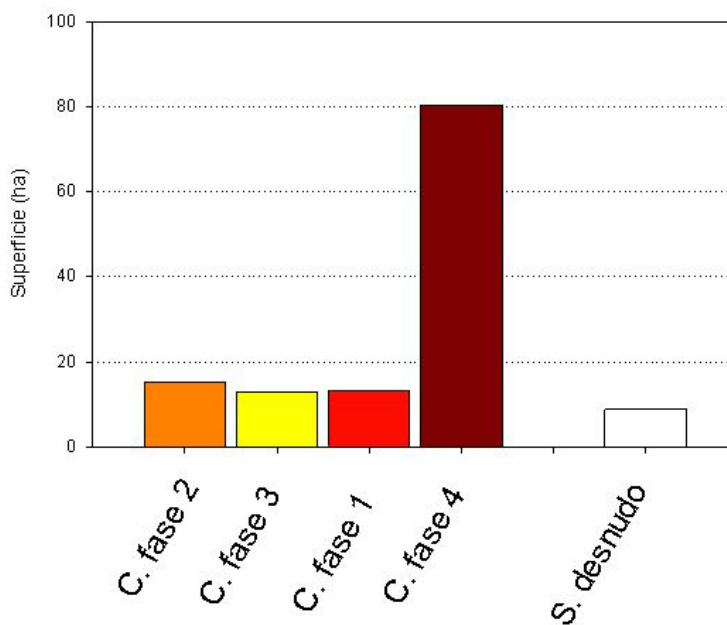
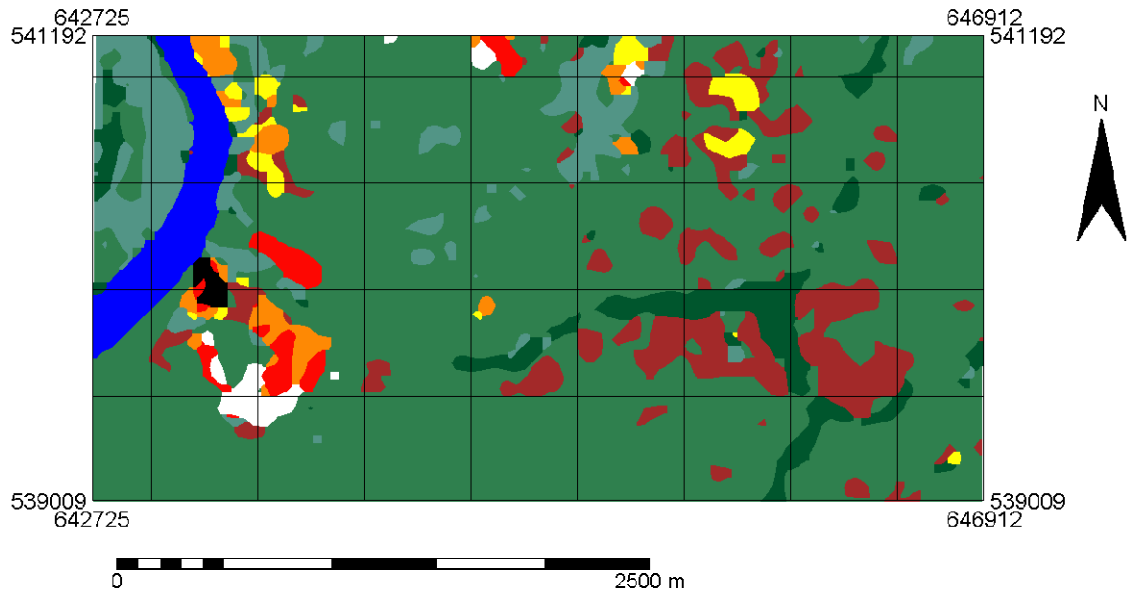


Figura 5.4 Proporción de distribución de áreas en la comunidad de Caño Veneno

Comunidad Caño Veneno



Unidades Ecológicas de Paisaje (UEP)

- | | |
|-----------------|-------------------------|
| ■ Agua | ■ Sabanas de Pastoreo |
| ■ Comunidad | ■ Selva |
| ■ Conuco fase 2 | ■ Selva inundada |
| ■ Conuco fase 3 | ■ Selva Inundada II |
| ■ Conuco fase 1 | ■ Suelo desnudo |
| ■ Conuco fase 4 | ■ Vegetación sobre laja |
| ■ Sabana | |

Figura 5.5 Mapa de las Unidades Ecológicas de Paisaje de la comunidad de Caño Veneno, señalando las coordenadas UTM en las esquinas en la reserva forestal Sipapo, Estado Amazonas, Venezuela. Imagen procesada de una imagen SPOT 5, tomada por el satélite en diciembre de 1998.

En Caño Veneno, la proporción de áreas naturales consideradas es mucho mayor que las anteriores (83%). En el mapa (figura 5.5) podemos ver dos grandes áreas con diferente dinámica. La primera es el área alrededor de la comunidad que sigue un patrón de distribución de cultivos en forma de arco, dejando varias áreas de la matriz de selva. En esta zona la proporción de conucos es de tipo Fase 2 y Fase 1, con algunas áreas en regeneración tardía (Fase 4 y Fase 3). Esta

distribución es el patrón que se esperaría en una comunidad joven y pequeña como lo es Caño Veneno, donde las distancias a las áreas de cultivo no sobrepasan en promedio los 800 metros. El área de suelo desnudo se identifica con un área probablemente talada para iniciar un conuco allí, teniendo la secuencia fase 1 – fase 2 – fase 3.

La segunda zona en Caño Veneno, se localiza al Este de la comunidad y corresponde con un gran grupo de conucos fase 4, los cuales fueron explotados probablemente por la comunidad de Pendare, que se localiza al norte de esta zona, y que seguramente no pudieron expandirse mas por las áreas de inundación adyacentes.

En la figura 5.6 se muestra la proporción de usos de tierra en la comunidad de Raudal del Danto donde se aprecia que un porcentaje de 23% distribuido para las áreas cultivadas y de descanso, un porcentaje de 1% de áreas residenciales y un 71% de áreas naturales en el perímetro de la comunidad.

Distribución de grandes áreas (ha) Raudal del Danto

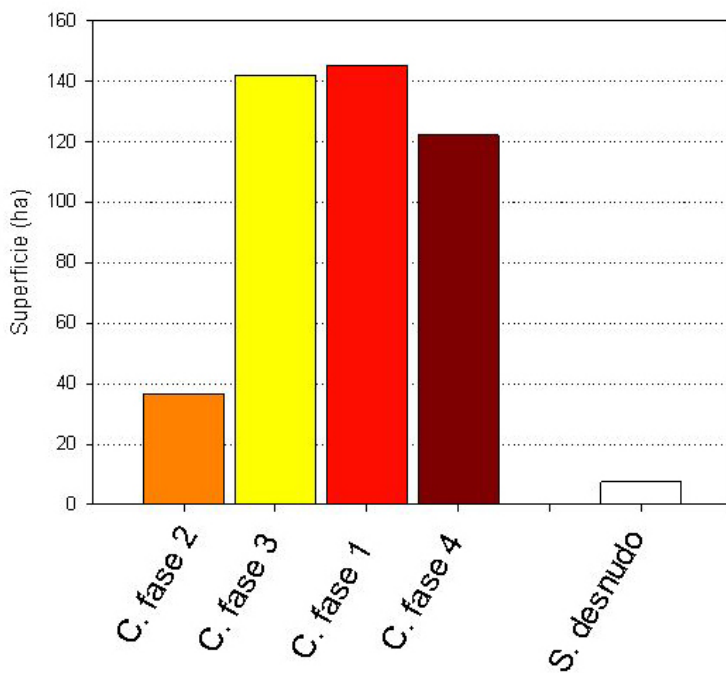
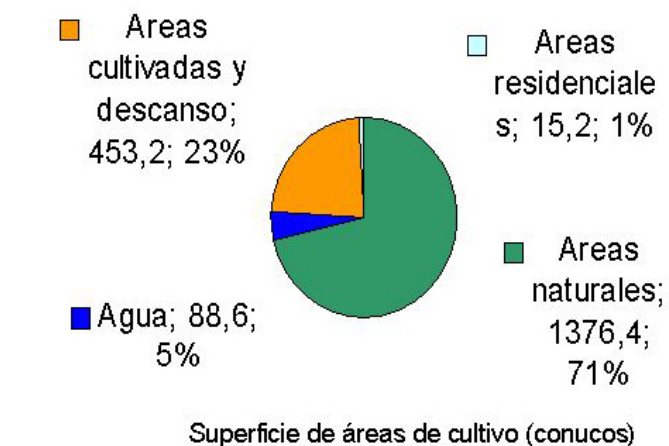
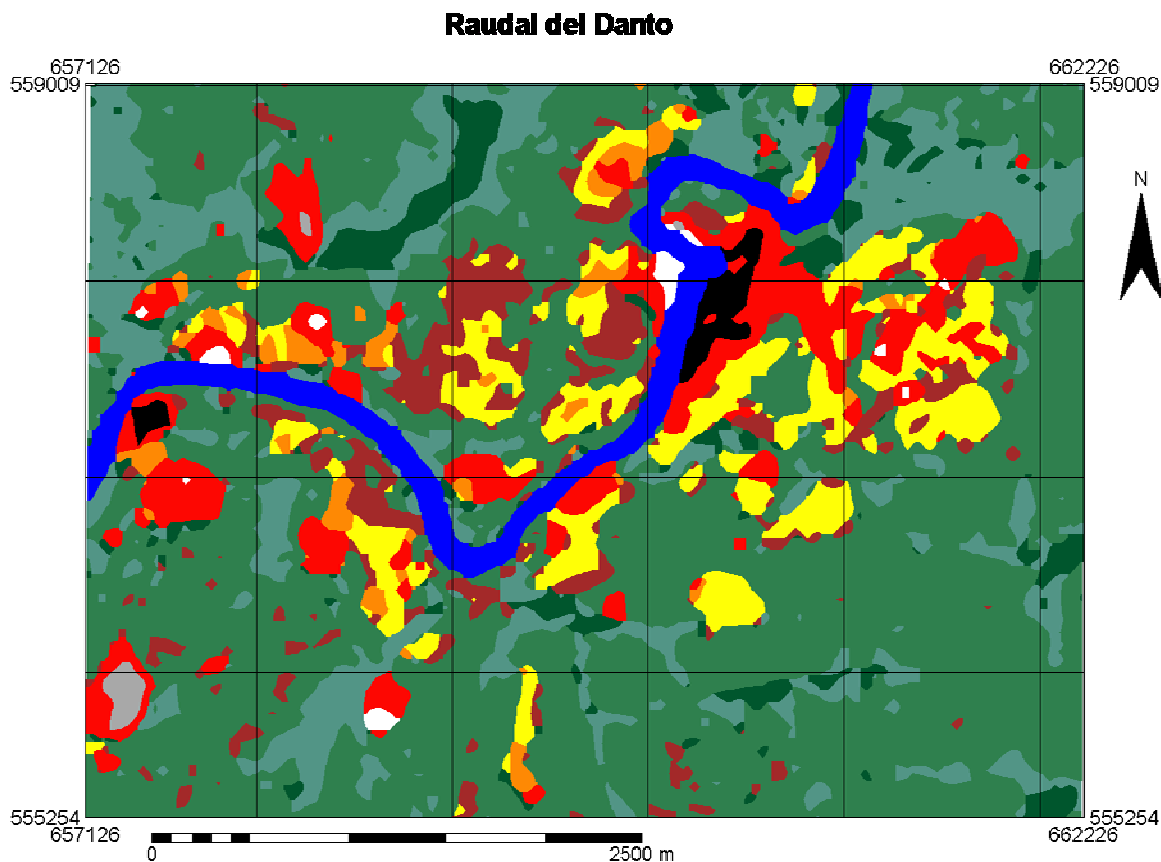


Figura 5.6 Proporción de distribución de áreas en la comunidad de Raudal del Danto.



Unidades Ecológicas de Paisaje (UEP)

- | | |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| ■ Agua | ■ Sabanas de Pastoreo |
| ■ Comunidad | ■ Selva |
| ■ Conuco fase 2 | ■ Selva inundada |
| ■ Conuco fase 3 | ■ Selva Inundada II |
| ■ Conuco fase 1 | ■ Suelo desnudo |
| ■ Conuco fase 4 | ■ Vegetación sobre laja |
| ■ Sabana | |

Figura 5.7 Mapa de las Unidades Ecológicas de Paisaje de la comunidad de Raudal del Danto, señalando las coordenadas UTM en las esquinas en la reserva forestal Sipapo, Estado Amazonas, Venezuela. Imagen procesada de una imagen SPOT 5, tomada por el satélite en diciembre de 1998.

El área de Raudal del Danto (Figura 5.7) se encuentra en una zona de meandros del río Cuao, donde durante el verano o baja de las aguas, la zona no es navegable. Por otro lado se observa una extensa área de selvas inundadas hacia el norte que limitan la expansión de las áreas de cultivo en esa dirección; mientras

que el lado sur existen una serie de pequeños caños que también podrían limitar el acceso a esa zona. Estos hechos resaltan la extensión de las áreas de cultivo hacia el Este y Oeste del centro poblado, en ambas márgenes del río.

La zona considerada muestra una distribución entre áreas naturales y cultivadas similar a la de Coromoto de Cua. En relación con la proporción de tipos de conuco, los porcentajes son similares que los observados en Pendare, con predominancia de conucos Fase 1 (32%); pero sin mucha diferencia en relación con los tipo Fase 3 y Fase 4 (31 y 27% respectivamente). Al igual que Pendare, la comunidad de Raudal del Danto es grande y con gran infraestructura de casas, lo cual representa a una comunidad con bastante presión sobre los recursos, razón por la cual la proporción de conucos en regeneración Fase 4 es bastante baja en relación con la comunidad de Coromoto.

Se observa que las áreas cercanas al centro poblado no tienen conucos Fase 4, predominando allí los tipos Fase 3 y Fase 1, lo implica una reutilización por aumento de la presión poblacional de estas áreas sin completar su ciclo de regeneración.

Se observa que la expansión de cultivos está en dirección Oeste donde se pueden ver claramente algunos puntos de avanzada con la secuencia de conucos Fase 1-Fase 2-Fase 3. Estas zonas de avanzada se encuentran a distancias en línea recta con el centro poblado en mas de 2500 metros, lo cual significa grandes distancias; sin embargo existe dentro de esta zona otro pequeño centro poblado en el extremo Oeste del mapa que aunque no fue estudiado en campo por

dificultades de tipo logística y donde nos fue señalado por los guías locales que este centro poblacional no forma parte de una comunidad Piaroa, pero el mismo puede estar sirviendo de nuevo centro poblacional de avanzada.

El número y proporción de conucos es similar que lo observado en Pendare y Coromoto, donde la mayor proporción de abundancia de unidades es de Fase 4, lo cual refleja una mayor fragmentación de estos conucos, pues muchos de ellos no son distinguibles con la selva pristina o muestran un gradiente sutil de cambio.

En la figura 5.8 se muestra la proporción de usos de tierra en la comunidad de Pendare donde se aprecia que un porcentaje de 32% distribuido para las áreas cultivadas y de descanso, un porcentaje de menor al 1% de áreas residenciales y un 62% de áreas naturales esta es la comunidad con mayor extensión de terreno y al mismo tiempo es la comunidad que presenta la menor cantidad de áreas naturales y con mayor cantidad de áreas en zonas cultivadas y de descanso cercanas al perímetro de la comunidad.

Distribución de grandes áreas (ha) Pendare

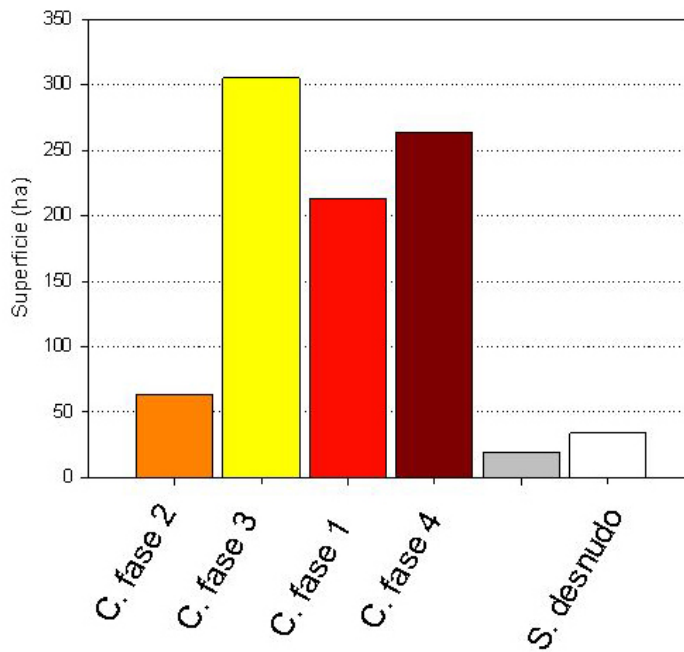
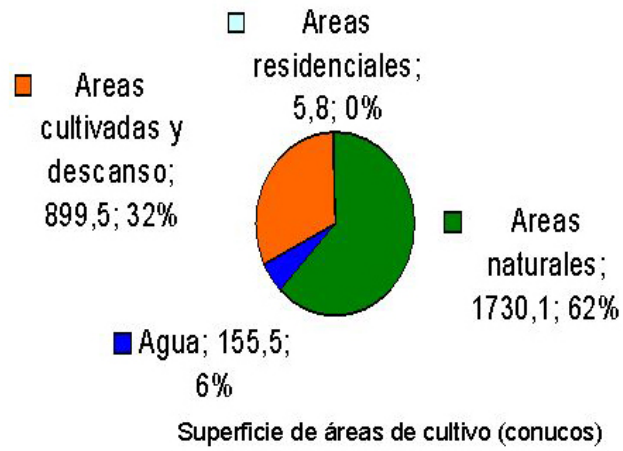
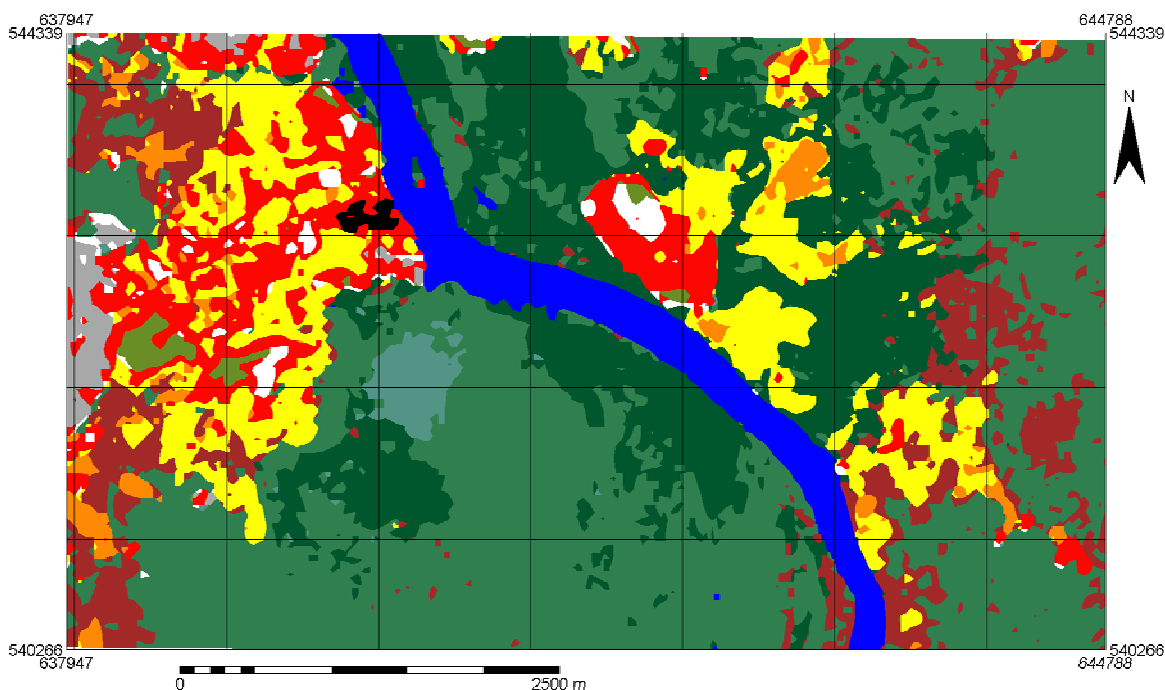


Figura 5.8 Proporción de distribución de áreas en la comunidad de Pendare.

Pendare



Unidades Ecológicas de Paisaje (UEP)

Agua	Sabanas de Pastoreo
Comunidad	Selva
Conuco fase 2	Selva inundada
Conuco fase 3	Selva Inundada II
Conuco fase 1	Suelo desnudo
Conuco fase 4	Vegetación sobre laja
Sabana	

Figura 5.9 Mapa de las Unidades Ecológicas de Paisaje de la comunidad de Pendare, señalando las coordenadas UTM en las esquinas en la reserva forestal Sipapo, Estado Amazonas, Venezuela. Imagen procesada de una imagen SPOT 5, tomada por el satélite en diciembre de 1998.

En el área de Pendare (Figura 5.9) existen dos focos de áreas de cultivos situadas a cada margen del río Sipapo. En la margen izquierda (Oeste) donde se encuentra el poblado, se encuentra una gran área cubierta principalmente por conucos fase 1 y Fase 3; mientras que los conucos fase 4 y Fase 2 se encuentran en áreas bastante alejadas del poblado. En la margen derecha del río Sipapo (Este) existe un área de conucos fase 2, Fase 3 y Fase 1 dentro de una matriz de selva

inundada y de manera distante al Suroeste se encuentra otro grupo de conucos principalmente de Fase 4 y fase 3. Vemos en este mapa, que la expansión de cultivos en pendare es frenada en la margen izquierda por una colina muy empinada (observación personal) que en el mapa aparece como un área de laja con vegetación herbácea. Se observa que la punta de penetración de cultivos sobre nuevas áreas está marcado en el extremo Suroeste y en el extremo Sureste por algunos conucos en secuencia Fase 1-Fase 2-Fase 3.

La distribución porcentual de tipos de conuco en Pendare muestra que la mayor proporción de cultivos es del fase 3 (34%), mientras que los cultivos tipo Fase 1 y Fase 4 presentan porcentajes similares y aproximados a 25%. Los conucos A apenas representan el 7,1 /% de la superficie destinada a cultivos. De todas las comunidades, Pendare es la única que presenta un proceso de sabanización con un área de 19,7 ha (2,2%). El suelo desnudo representa una situación similar a la de Coromoto.

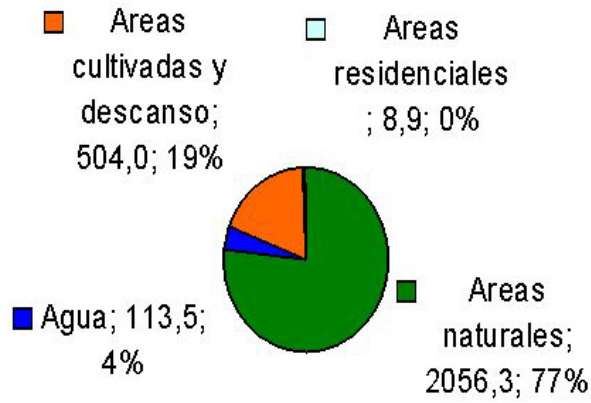
La comunidad de Pendare es mucho mas antigua que la de Coromoto, con una población mucho mayor, y donde el proceso de sedentarización ocasionado por la oferta de mejores viviendas y escuela, han producido el incremento rápido de la población, con la consecuencia de un uso mas intensivo de las áreas en regeneración, las cuales no llegan a completar su ciclo de recuperación y son sometidas de nuevo a otro ciclo de cultivos. Este hecho es evidente por la notable disminución de áreas en regeneración avanzada (conucos Fase 4), y por el incremento de conucos Fase 3 y Fase 1 en las cercanías del centro poblado.

También es evidente en el foco de cultivos dentro de la matriz de selva inundada. Como producto de este incremento del uso de las tierras sin completar su regeneración se observan dos grandes áreas de sabana a sólo 1600 metros del centro de la comunidad.

Sólo el área de conucos localizados al Sureste del mapa presenta una situación con gran proporción de áreas en regeneración y el avance de los cultivos sobre el bosque pristino. A pesar de la distancia en línea recta de esta área al centro poblado (>5000 m); este obstáculo es flanqueado con el transporte por el río.

Es de hacer notar que la población de Pendare debe suplir sus suministros proteicos, que antes lo lograba con la caza y la pesca, ahora debe obtenerlos de la cría de algunos animales como el acure y la lapa. Esta observación reafirma que el proceso de sedentarización con el aumento de la población, han incrementado la intensidad del uso de los recursos del ambiente.

Distribución de grandes áreas (ha) Coromoto de Cuao



Superficie de áreas de cultivo (conucos)

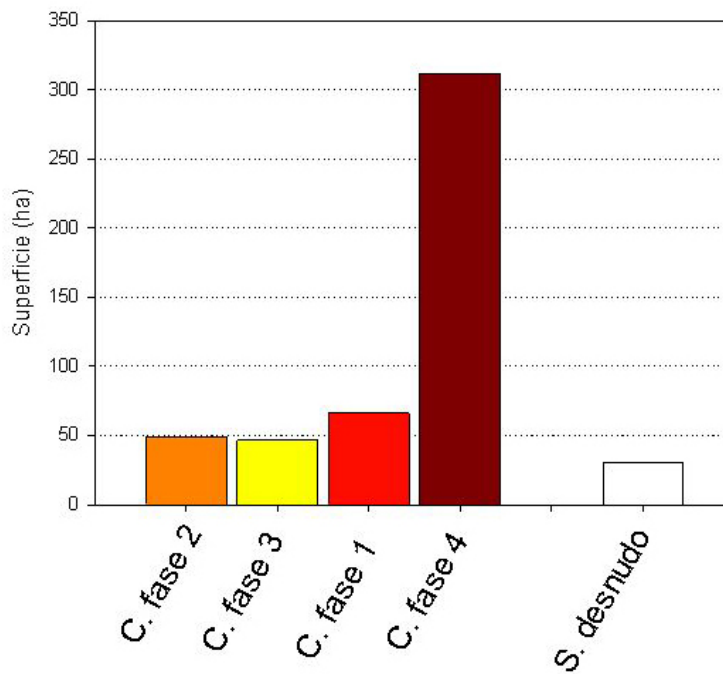


Figura 5.10 Proporción de distribución de áreas en la comunidad de Coromoto de Cuao.

Coromoto de Cuao

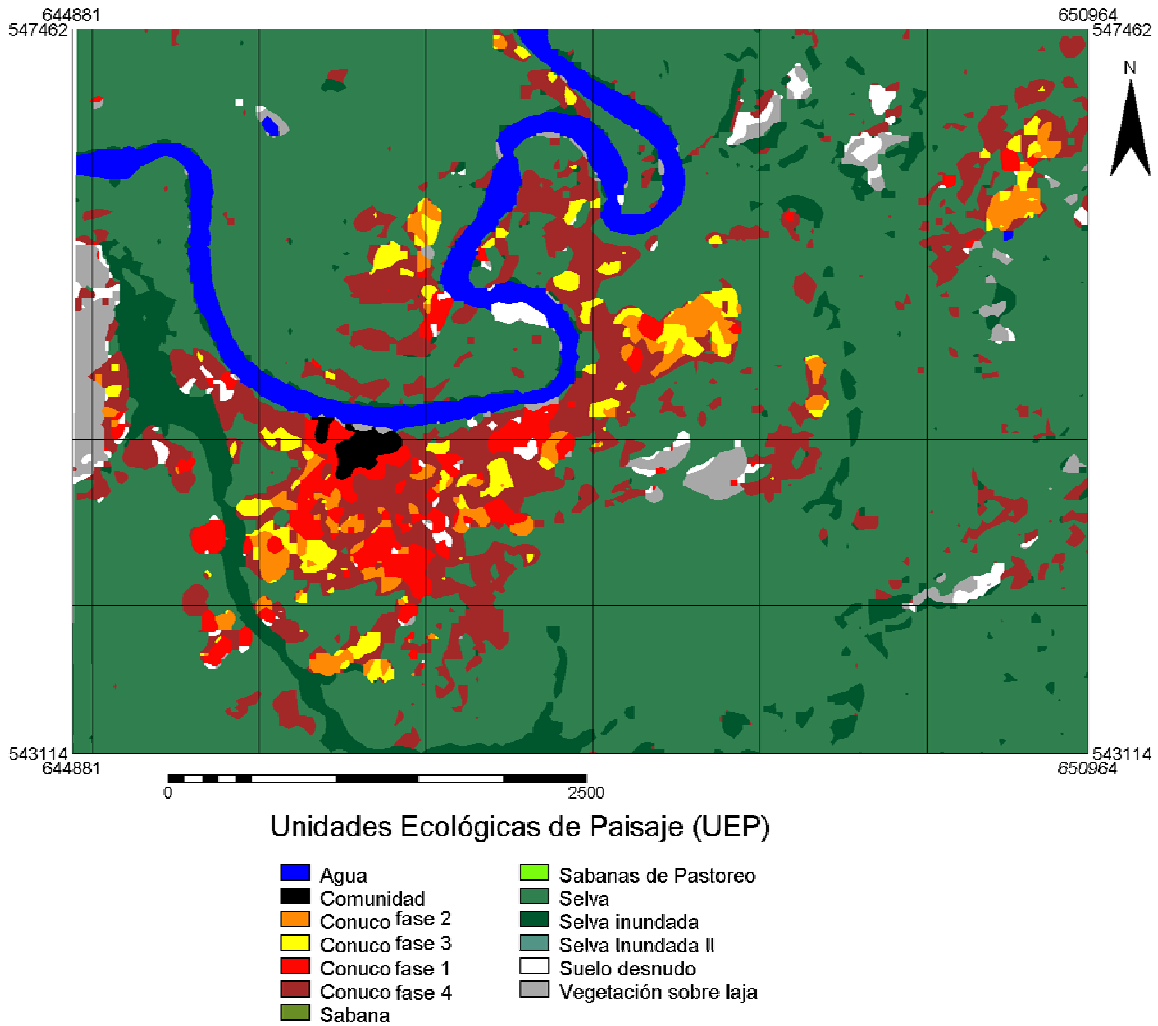


Figura 5.11 Mapa de las Unidades Ecológicas de Paisaje de la comunidad de Coromoto de Cuao, señalando las coordenadas UTM en las esquinas en la reserva forestal Sipapo, Estado Amazonas, Venezuela. Imagen procesada de una imagen SPOT 5, tomada por el satélite en diciembre de 1998.

En la figura 5.10 se muestra la proporción de usos de tierra en la comunidad de Coromoto de Cuao donde se aprecia que un porcentaje de 19% distribuido para las áreas cultivadas y de descanso, un porcentaje menor del 1% de áreas residenciales y un 77% de áreas naturales en el perímetro de la comunidad. En la figura 5.11 se muestra el mapa final clasificado de la comunidad

de Coromoto de Cuao, en este mapa se logra apreciar las distancias y el uso de la tierra en esta comunidad.

Es de hacer destacar los resultados anteriormente expuestos para cada una de las comunidades en las figuras del 5.2, 5.4, 5.6, 5.8 y 5.10 se analizaron desde el punto de vista porcentual ya que las comunidades presentan una variación en cuanto área de influencia, extensiones de terreno y en el área de acción o de influencias de cada una de ellas, también se debe hacer notar que las características intrínsecas como edad, uso del terreno, tamaño de las áreas de conucos, áreas naturales a los alrededores de la comunidad en de cada una de las comunidades son distintas debido a la asincronía entre cada una de las comunidades.

Para el área de Coromoto de Cuao (Figura 5.11) se observa un patrón de distribución concéntrico alrededor del emplazamiento de la comunidad y alrededor del río Cuao. Se aprecia claramente que el asentamiento se realizó sobre un área de banco o posición elevada en una de las curvas o meandros del río Cuao. La matriz de bosque predominante es la selva húmeda tropical o bosque de tierra firme. Se observa también un corredor de selva inundada que se ubica en lo que fue probablemente una madre vieja del río Cuao, pues su forma es concéntrica con el meandro actual del río. Entre el cauce actual del río y la madre vieja con selva inundada se desarrolla principalmente las áreas de cultivo. La proporción de área cultivada en relación al total es de 19%, de la cual el principal tipo de conuco fase 2 en un 62%, seguido por el tipo de conuco fase 3 con 13% y las fases mas

activas de cultivo, conuco 2 y 3 con aproximadamente 9,5% cada uno. Respecto al número de unidades o conucos individualizados, las proporciones se mantienen, siendo los más abundantes los conucos 4 y 2. No se presentan áreas con proceso de sabanización, y las áreas de suelo desnudo están asociadas con los bancos del río, áreas cercanas a las lajas y en algunas áreas que probablemente fueron taladas para la fecha de la imagen y no poseen vegetación.

Los conucos fase 4 se encuentran en áreas más cercanas al centro de la comunidad. Los conucos más recientes, es decir los conucos fase 1, tienen una distribución en áreas muy cercanas a la comunidad o muy alejadas como punta de lanza del avance de los cultivos. Estos tipos de conuco son seguidos por los conucos fase 2 y fase 3, de distancias medias, formando en algunas áreas cadenas de secuencias de tipos de conucos: Fase 1 - Fase 2 - Fase 3. La distancia desde el centro de la comunidad a los conucos más lejanos es 2400 metros; sin embargo el borde de avance de los cultivos en dirección sur es de aproximadamente 1600 metros. Estas son distancias que fácilmente pueden recorrer los pobladores de la comunidad diariamente.

Del análisis de los patrones de distribución espacial de las unidades ecológicas del Paisaje (UEP), se pueden crear modelos de cambio y de ocupación del paisaje partiendo que las comunidades indígenas en estudio y las mismas unidades ecológicas de paisaje involucradas en este estudio son entes dinámicos y que en el transcurso del tiempo evolucionan, partiendo de este principio se

desarrolla un análisis de los procesos de cambio y se proponen modelos de ocupación del paisaje que serán descritos en el capítulo siguiente.

CAPITULO 6 ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE CAMBIOS Y MODELOS DE OCUPACIÓN DEL PAISAJE.

6.1 Análisis de secuencia de avance de conucos.

De la observación y análisis de la distribución de UEP realizada en la sección 5 de este TEG, se puede sintetizar en relación con el proceso de evolución de ocupación que Raudalito Picure y Caño Veneno son comunidades jóvenes, sin limitaciones de recursos en términos de áreas de selva cercanas y en franco proceso de colonización, donde predomina la secuencia de expansión con predominancia de conucos en la fase 1 mas alejados y con distancias no mayores a 1 Km, seguidos de cultivos en fase 2 y los cultivos fase 3 en las cercanías del centro poblado, con ausencia de conucos en la fase 4 o fase de regeneración tardía.

La Comunidad de Coromoto de Cuao, se podría considerar como una comunidad madura, donde predominan las áreas en regeneración de conucos en fase 4 cercanas a la población con una distancia de aproximadamente 1,5 Km, y que se encuentra en proceso de expansión hacia nuevas áreas. No existen aún grandes limitaciones de recursos y las mayores distancias no sobrepasan los 2 Km. Se observa en las zonas mas alejadas la secuencia de los conucos en las fases 3-1-2.

La comunidad de Raudal del Danto, se podría considerar como una comunidad madura en expansión; pero con problemas de presión en las cercanías del poblado, donde los conucos en regeneración han sido reutilizados,

probablemente sin que llegasen a recuperarse. Se observan lugares donde el avance de los conucos esta a distancias mayores a 2 Km.

Pendare podría considerarse una comunidad madura en cuanto al tiempo de establecimiento de las áreas de conucos y que puede ser considerada en colapso, ya no posee conucos en distancias desde el centro del poblado menores a 2 km que aún no hayan sido explotadas, lo cual significa por un lado un gran esfuerzo en la colonización de áreas distantes y una sobre-utilización de las áreas cercanas a la población sin regeneración completa, lo cual conlleva a procesos de sabanización observados.

Basándose en este análisis se ha diseñado un modelo (Figura 6.1) que indica el proceso de colonización de áreas de bosque para el cultivo, en relación con la edad de la comunidad, la cual es correlacionada con la densidad de población, y las distancias a recorrer a cada conuco que es una medida del esfuerzo humano. Es de hacer notar que este modelo no incluye la presión sobre los recursos naturales del área, en este modelo se considera los procesos temporales de la evolución de las comunidades pero sin tomar en cuenta el factor de presión que ejerce cada comunidad sobre sus recursos.

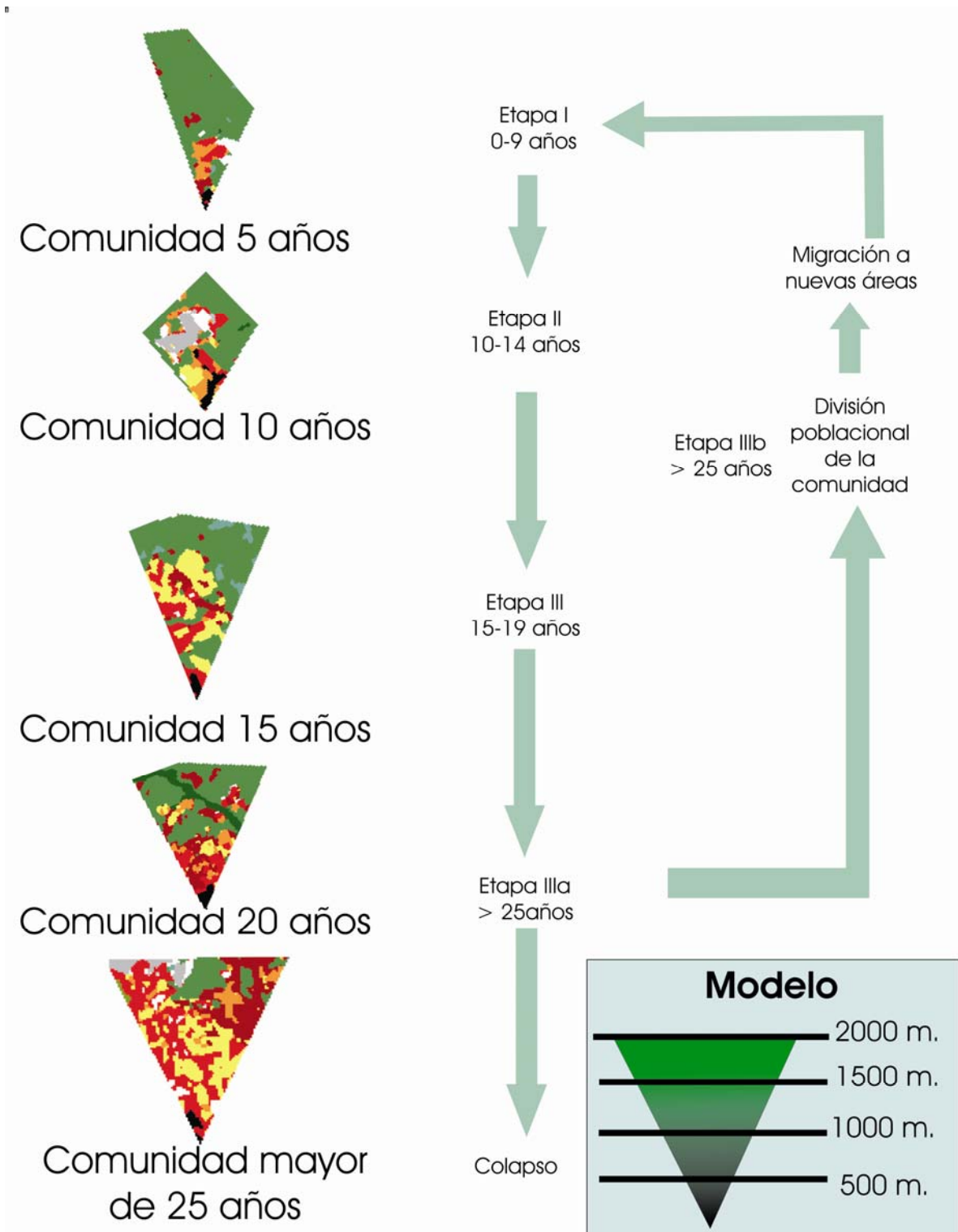


Figura 6.1 Modelo de colonización y crecimiento de la comunidad en la localidad de la reserva forestal Sipapo en el estado Amazonas, Venezuela. (Los colores se ajustan a la leyenda de los mapas de las diferentes UEP para cada comunidad)

En el análisis de cambio se muestra un modelo que presenta una primera etapa en la cual la comunidad no sobrepasa los 9 años de fundada y los conucos en regeneración no existen, mas que el tipo de conuco fase 3 (color amarillo). El proceso de colonización de nuevas áreas está activo ya que las distancias a los lugares de siembra no sobrepasan los 1000 metros. Ejemplo representativo de esta etapa serían las comunidades de Caño Veneno y Raudalito Picure.

La etapa 2 implica a una comunidad madura y en proceso de expansión, con mas de 15 o 20 años de fundada y donde la proporción de conucos en regeneración del tipo fase 4 (color marrón) es mucho mayor que los demás tipos. La expansión de nuevas áreas aún no ha llegado al límite de esfuerzo de la comunidad, y la población está en crecimiento, ejemplo de esta etapa es la comunidad de Coromoto de Cuao.

La etapa 3 presenta a una comunidad que ha llegado al límite de explotar nuevas áreas debido a la distancia que debe recorrer la población que sobrepasa los 2 Km. La población ha crecido mucho más y las áreas de conuco en regeneración tipo fase 4 han disminuido por debajo de la proporción de los otros tipos de conucos. Ejemplo de este tipo de comunidad sería Raudal del Danto.

Si el crecimiento de la población continúa y las limitaciones de acceso se mantienen impidiendo la explotación de nuevas áreas, la reutilización cada vez mas frecuente de las áreas en regeneración conllevan al colapso de las áreas de cultivo con la consecuente aparición de áreas de sabanas antrópicas no fértiles.

Este sería el caso de la etapa 3^a, y ejemplo de este proceso sería la comunidad de Pendare, que estaría entrando en colapso.

El proceso natural de migración de estas comunidades, implicaría que una vez alcanzado el punto de la etapa 3, la población se fraccionaría y se establecerían nuevas comunidades en áreas diferentes (Etapa 3b), disminuyendo la presión sobre el área originaria.

6.2 Evolución de la ocupación de la superficie.

En la figura 6.2 se muestra de color intenso (rojo) que representa el porcentaje mayor de las áreas de selva y a medida que se van haciendo de color mas frío (azul) es un indicativo del incremento en la ocupación de áreas de cultivo conforme avanza la edad de la comunidad. En la figura 6.3 se observa claramente un incremento muy rápido de las áreas en regeneración (tipo fase 4) y luego su disminución a edades mayores, de acuerdo con lo planteado en el modelo anterior. También se observa que la superficie de los conucos tipo fase 3 y fase 1 se incrementan de manera casi exponencial luego de 30 años de edad de la comunidad.

La figura 6.2, muestra una disminución gradual en las zonas de Selva en la medida del avance de otras UEP y la edad de la comunidad se hacen cada vez mayores lo que es lógico de esperarse debido que en aumento de crecimiento de la comunidad se espera que aumente a presión sobre los recursos naturales circundantes del centro poblado y por consiguiente una disminución de las áreas de selva.

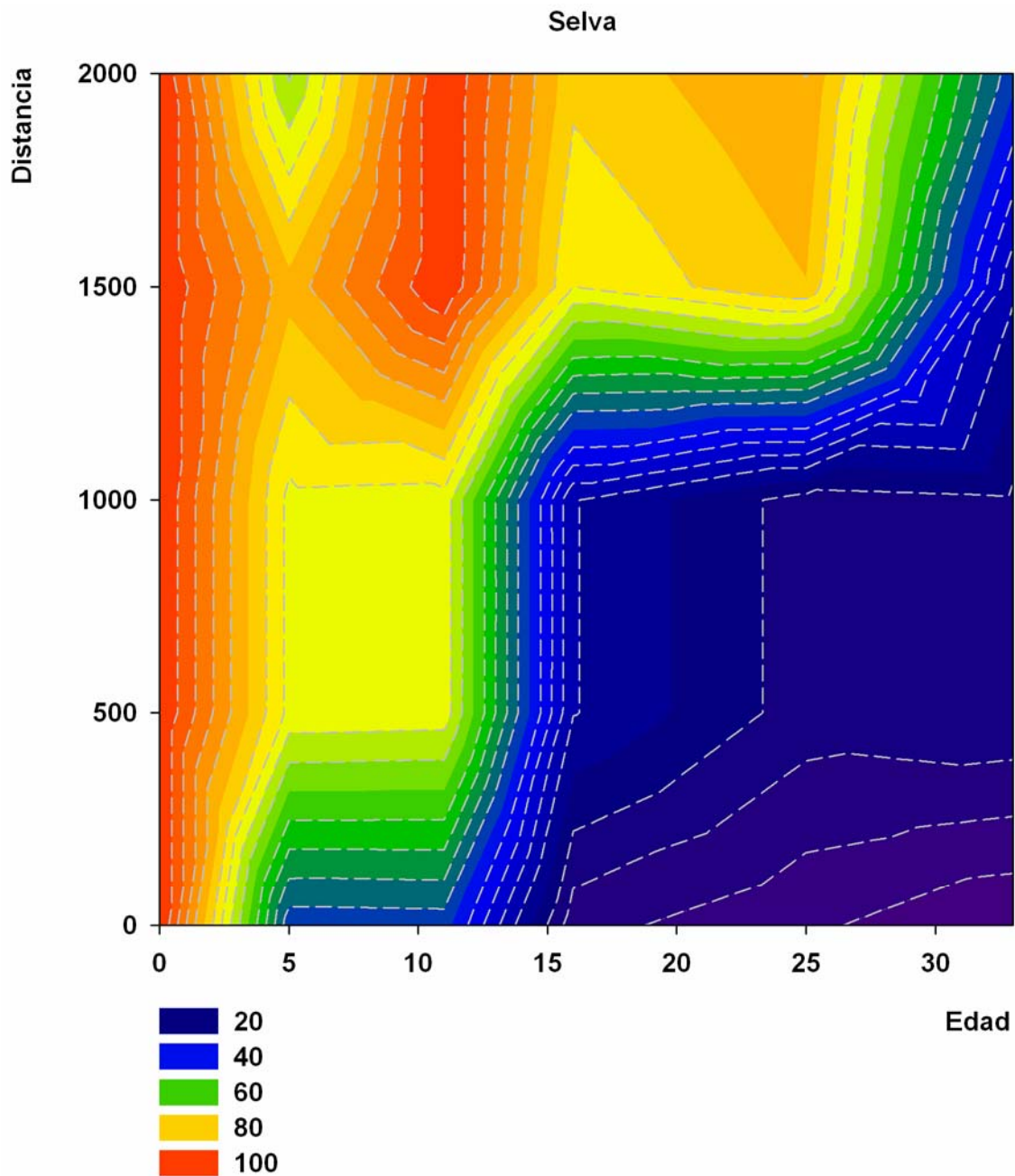


Figura 6.2 Gráfico que representa los valores de áreas de selva en relación con selva la edad de la comunidad.

En cuanto al análisis de la superficie ocupada por las áreas de conucos encontramos que para las comunidades con edades mayores de 9 años se comienza a notar un crecimiento en las áreas de conucos en fase 1 a distancias

mayores de 500 m. Para los conucos en fase 2 encontramos que son los que predominan en las distancias mas cercanas a la comunidad en tiempos menores a 10 años, esto es debido a que los conucos en esta fase son los mas productivos y de gran aprovechamiento, luego de pasados los 20 años aproximadamente se observa que se vuelve a repetir el ciclo de los conucos en las fases 2, esto indica que en las comunidades de edades mayores a 20 años se reutiliza el terreno para la siembras de estas áreas de conucos en esta fase.

En relación con los conucos en fase 3 se puede mencionar que estos se mantiene con valores bajos durante gran parte del período de establecimiento de las comunidades y es solo ya a partir de los 15 años de establecimiento de las comunidades donde aparecen de manera marcada, también se debe mencionar que estos conucos son predominantes en comunidades de edad intermedia y están ubicados en su mayoría a distancias menores de 1000 m, aunque para comunidades viejas aparecen conucos en esta fase distancias tanto grandes como cortas.

Los conucos en la fase 4 aparecen ya solo en las comunidades de edades mayores a 20 años y tienen un pico en aquellas comunidades con 25 años y son predominantes en distancias entre los 0 a 1000 metros desde el centro de la comunidad.

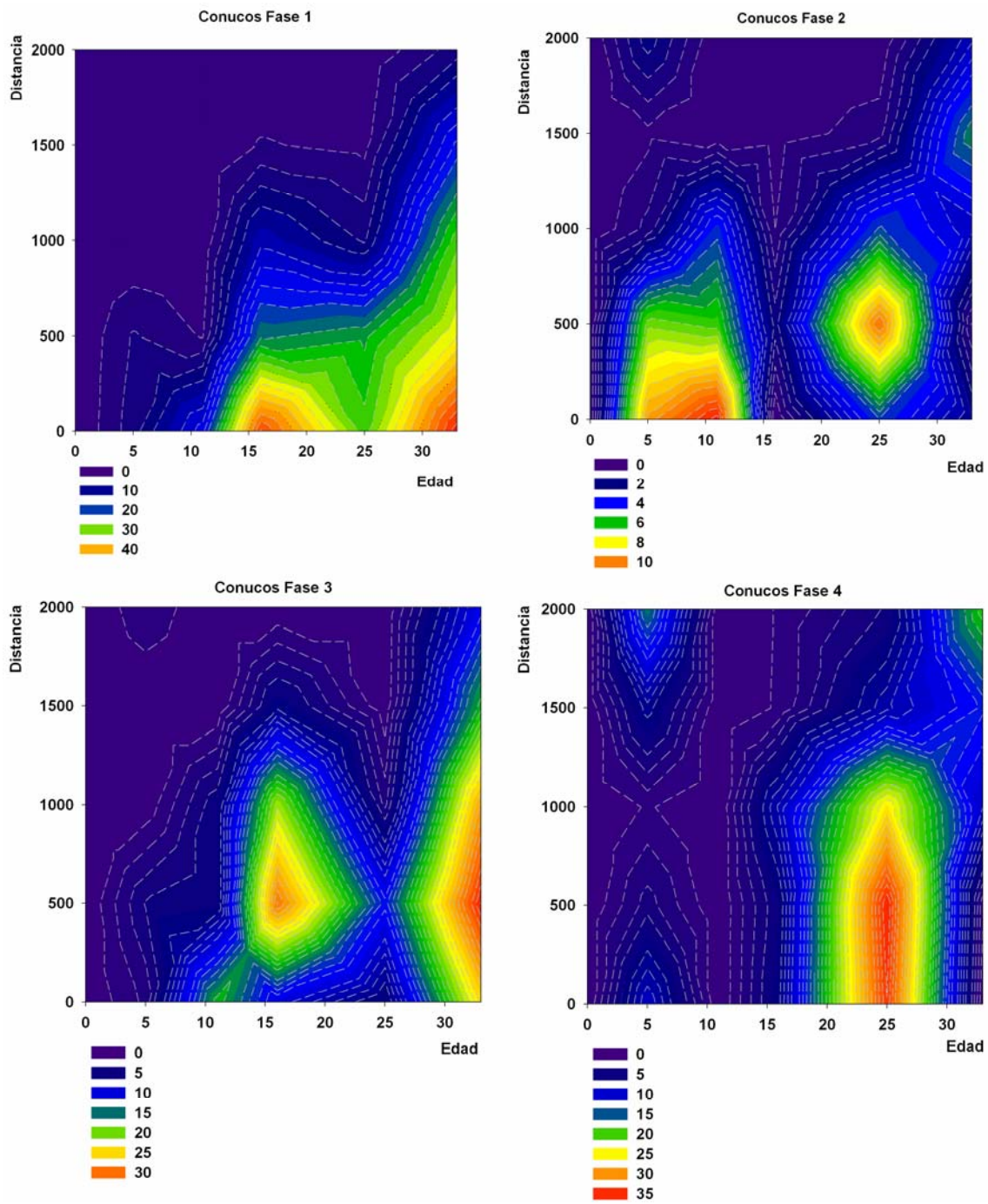


Figura 6.3 Gráficos de edad de las áreas de las diferentes áreas de conucos en relación con las distancias de estos con el centro de la comunidad

La figura 6.3 complementa la información tratada en el modelo de avance de cultivos, pues se observa como la proporción de conucos fase 3 va disminuyendo con la edad de la comunidad, indicando una pérdida de la capacidad de producción, al igual que el aumento considerable de conucos fase 4 para una comunidad madura y estable como Coromoto y luego su drástica reducción en las siguientes comunidades mas viejas. También se observa el aumento de conucos tipo fase 2 y fase 1 en las comunidades de Pendare y Raudal del Danto.

6.3 Conclusiones del análisis de los procesos de cambios y modelos de ocupación del paisaje

Al estudiar cinco comunidades de la población Piaroa establecidas en la Reserva Forestal Sipapo, se observa que estas comunidades presentan características diferentes en relación con la edad de la comunidad y la infraestructura del área urbana (casas, escuelas, ambulatorios, recursos, etc), adicionalmente de estas comunidades tambien se aprecian diferencias en cuanto al porcentaje y distribución de las Unidades Ecológicas de Paisaje UEP descritas, para áreas naturales 7 UEP, predominantemente vegetación de selva, y 7 UEP para las áreas intervenidas, principalmente los 4 estadios de desarrollo de cultivos y regeneración.

De los cuatro tipos de conucos predominantes, el tipo fase 1 y fase 3 caracterizan las áreas en pleno desarrollo de cultivos; mientras que los cultivos en fase 2 se relacionan con áreas de poco manejo e inicio de la regeneración y los conucos fase 4 en franco proceso de regeneración.

El patrón de distribución de los conucos sigue un desarrollo concéntrico a partir del núcleo de la comunidad. En comunidades jóvenes o recientes las distancias medias a los cultivos más lejanos no sobrepasa los 1000 metros; en las comunidades maduras o medianas la distancia es de 1600 a 2000 metros y más de 2000 metros en las comunidades grandes.

La dinámica de ocupación de las superficies en las diferentes comunidades, observada en los mapas fue analizada detalladamente. Se detectó que Raudalito Picure y Caño Veneno son comunidades jóvenes en pleno desarrollo sin limitaciones de espacio para crecer y sin conucos en regeneración. Coromoto de Cuao es una comunidad madura en pleno desarrollo y estable con una gran superficie de conucos en regeneración. Pendare y Raudal del Danto son comunidades mas desarrolladas con una gran población y con serias limitaciones para expandirse dadas las grandes distancias a recorrer para llegar al cultivo, son posibles comunidades en colapso por falta de recursos.

Se determinó un patrón de abundancia de conucos en relación con la edad del cual establecimos un modelo de colonización y evolución de las comunidades, el cual fue contrastado positivamente con la evolución y cambio en la superficie y proporción de los diferentes tipos de conucos considerando la edad promedio de las comunidades.

Finalmente se concluye que el patrón de distribución de conucos en las diferentes comunidades estudiadas nos ha permitido diferenciar etapas evolutivas del crecimiento de las mismas y analizar las consecuencias de los procesos de

sedentarización de las comunidades. Este proceso de sedentarización conlleva a un crecimiento acelerado de la población y por ende una mayor presión sobre los recursos naturales, derivando en una sobre - utilización de las áreas en regeneración y procesos de sabanización.

CAPITULO 7 DISCUSIONES Y CONCLUSIONES GENERALES.

7.1 Discusiones generales.

En síntesis general, el problema planteado para el desarrollo de este TEG se traza la meta del estudio de los procesos serales en estadios de conucos en la reserva forestal Sipapo, del cual se desprende que en la zona de estudio ocurren procesos que conducen a una presión sobre el ecosistema de selva originario de la zona, en tal sentido luego de hacer los análisis desarrollados en esta tesis se propone mayor tiempo de descanso de las áreas de conucos con la finalidad de no sobreexplotar los recursos y en tal sentido no llegar a estadios de sabana.

Los diferentes tópicos estudiados en este trabajo especial de grado representan un elemento importante en el estudio del paisaje de la zona del Orinoco Medio en el estado Amazonas y forman el desarrollo de una tesis enfocada en el estudio de las unidades ecológicas del paisaje, específicamente las unidades ecológicas del paisaje asociadas a las comunidades Piaroas. En este trabajo se hace hincapié en el estudio de las características estructurales de las distintas unidades ecológicas de paisaje de la reserva forestal Sipapo, tomando en cuenta los factores que definen cada unidad y delimitando estos para establecer su distribución espacial. Este análisis se basó en una clasificación de imagen satélite SPOT5, donde se observaron y comprobaron en el campo las distintas áreas de cultivos, encontrándose 4 fases distintas en la regeneración de los conucos.

Se estableció una categorización de cada una de las unidades ecológicas de paisaje de la zona, pero el énfasis se centró en las zonas adyacentes a los

conucos. Adicionalmente es de hacer notar que no solamente se estudiaron los elementos de conucos, también las áreas naturales y cada una de las áreas de origen antrópico como zonas de sabanas que están asociadas al manejo humano.

De la categorización realizada a través del uso de la herramienta de sensores remotos y sistemas de información geográfica se obtienen patrones de distribución espacial de las comunidad y sus unidades de paisaje dando de esta manera un resultado que permite el estudio de los procesos de cambio en el tiempo para el manejo de las áreas de conucos, así como también de este estudio se desprenden a través del análisis espacial de los estadios de conucos un modelo de análisis y distribución de secuencia de avance de conucos y de la evolución de la ocupación de la superficie.

De los patrones de distribución espacial encontramos que cada una de las comunidades estudiadas presentan distribuciones de manera radial en crecimiento desde claros de selva ubicados a las orillas de los ríos y que el crecimiento de la comunidad esta dado por el tiempo de establecimiento de la misma, en este sentido se hace un análisis de las distribuciones de las áreas de las comunidades de manera porcentual. Adicionalmente se hace una análisis de la poligonización de cada una de las áreas y encontramos que para comunidades de reciente ocupación el grado de poligonización y extensión de territorio ocupado es menor al compararla con comunidades de larga data en el tiempo de ocupación.

Para las comunidades jóvenes que oscilan entre los 0 y 9 años se encuentra que son las que tienen el mayor proceso de expansión en la etapa inicial pero

luego este crecimiento de la comunidad esta dado por el mismo crecimiento de la cantidad de población humana y en el caso de estas comunidades indígenas se observa que comúnmente este estableciendo es dado por un grupo familiar poco numeroso, de esta manera el crecimiento se regula en los primeros años del mismo establecimiento. Posteriormente en comunidades con mayor edad que oscilan entre los 10 - 18 años ya se observa una expansión en el área de explotación del terreno y esto esta dado por dos factores, el primer factor es el de la presión por el crecimiento de la población humana y el segundo factor es el aprovechamiento de nuevas zonas que anteriormente eran zonas de selva y ahora por el agotamiento de los conucos iniciales estas áreas de selva son transformadas en áreas de cultivo.

Se puede mencionar que las comunidades con edades mayores 25 años del establecimiento inicial del asentamiento, comienzan a tener problemas en cuanto al espacio útil aprovechable para la agricultura y comienzan periodos de descansos menores en las fases de los conucos y por lo tanto una mayor presión del terreno, esto trae como consecuencia que estas comunidades tengan procesos de migración a nuevos sitios o de un deterioro de las zonas aprovechables del área de la comunidad que esta calculada en un radio entre los 2500 - 3000 metros desde en centro de la comunidad. Este deterioro del territorio de la comunidad hace que la comunidad como ente productivo, comience en un proceso de degeneración y un consecuente colapso desde el punto de vista de la productividad intrínseca de la misma.

La importancia de este TEG es que define, analiza, clasifica, estudia los patrones de distribución espacial y propone un modelo de cambio de distribución espacial y ocupación del paisaje y las unidades ecológicas del paisaje más importantes en la zona de estudio y que puede ser extrapolable a áreas con las mismas características.

7.2 Conclusiones generales

1. Se logro identificar a través del uso de Sensores Remotos las diferentes UEP de origen antrópico y naturales.

Las de unidades naturales son: Suelo desnudo, Vegetación sobre lajas, Selva, Selva inundada, Selva inundada II, Aguas del río Orinoco, Aguas de los ríos Cuao y Sipapo.

Las unidades de origen antrópico son: Comunidades, Conuco fase 1, Conuco fase 2, Conucos fase 3, Conucos fase 4, Sabanas de pastoreo, Sabanas.

2. Del análisis de la imagen de satélite SPOT 5, se encuentra que las Bandas espectrales 3 y 4 y en especial la banda 4 para áreas de conucos son las bandas con las cuales se permiten identificar mejor los distintos tipos de vegetación y clasificar los distintos tipos de vegetación.
3. Se desarrollo una clasificación y a partir de esta se logra una descripción de las diferentes UEP de la zona.
4. Se logra diferenciar las diferentes etapas sucesionales en los estadios de conuco y se describe para cada fase seral en las áreas de conucos las características de cada uno de ellos.
5. Se establecen patrones espaciales de las diferentes unidades ecológicas del paisaje, donde se establecen las características de la distribución de las distintas UEP.
6. Se logra crear un modelo de los procesos de cambios y de ocupación del paisaje.

REFERENCIAS

- Altieri, M.A. 1997. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable Consorcio Latino Americano sobre Agroecología y Desarrollo, 1997.- 249 p.
- Aronoff, S. 1.993 Geographic information System: A management perspective. *WDL Publications Canada*.
- Batista, G.T., Shimabukuro, Y.E. and Lawrence, W.T. 1997. The long-term monitoring of vegetation cover in the Amazonian region of northern Brazil using NOAA-AVHRR data. *International Journal of Remote Sensing* 18(15): 3195-3210.
- Beckerman, S. 1987 Swidden in amazonia and the amazon rim. Pages 55-94 in B. L. Turner and S.B. Brush, eds. Comparative farming systems. Guilford press, New Cork.
- Blancaneaux, P., Pouyllau M., Hernandez S., Araujo J., 1977. - Estudio pedo-geomorfológico sobre las formaciones areníticas de la región de Puerto Ayacucho, Territorio federal Amazonas, Venezuela. Comm. IV congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo-Maturin, 22-27 de agosto de 1977.
- Boglár, L. y Caballero, J 1982 Piaros revisitados: Un caso de asimilación forzada Néprajzi Ertesito (Budapest) LXI: 65-82

- Brown, S. y A. E. Lugo. 1990. Tropical secondary forests. *Journal of Tropical Ecology* 6: 1 - 32.
- Burrough, P.A. 1986. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford: Oxford University Press.
- Burrough P. A. y McDonnell R. A. 1998 Editing & Attribute Manipulation Spatial Database Structures.
- Burrough, P.A. y Frank A. U. 1995 Concept and Paradigms in Spatial information are current geographical information system truly generic.
- Chuvieco E y Sancho, J. 1986. Tratamiento visual y digital de las imágenes espaciales: Aplicaciones docentes. Didáctica Geográfica, Vol. 14. Madrid, España
- Colchester, M.1981 Ecological Modelling and Indigenous Systems of Resource Use: some examples from the Amazon of South Venezuela. *Antropologica* 55:51-72.
- Coppens, W., Escalante, B. and J. Lizot, *Los Aborígenes de Venezuela, Vol. III*, La Salle-Monte Avila, Caracas, 1988. Caracas: Monte Avila/Fundación La Salle.
- Darna L. D 1990 Uses of tropical rainforest by native Amazonians, *Bioscience* Vol 40 N° 9 (652 – 659)
- Eden, M. J. 1974. Ecological development among the Piaroa and Guahibo Indians of the Upper Orinoco Basin. *Antropológica* 39: 25-56. Caracas.

- Ewel, J.J., 1986 Designing agricultural systems for the humid tropics. *Annual Rev. Ecol. Systematics* 17: 245-271.
- Gomez-Pompa, A., Whitmore, T.C., Hadley, M. 1991., Rain forest regeneration and management. *Man and Biosphere Series*, Vol.6. UNESCO, Paris.
- Haines-Young, R., D. R. Green, and S. H. Cousins, (eds.) 1993. *Landscape Ecology and Geographic Information Systems*. London: Taylor and Francis Ltd. 288 p.
- Hobbs, R.J. 1989. Remote Sensing of Spatial and Temporal Dynamics of Vegetation. In Hobbs, R.J. and Mooney, H.A. (eds). *Remote Sensing of Biosphere Functioning. Ecological Studies* 79. Springer-Verlag, Berlin
- Huber, O. 1994 *Ecología de la Altiplanicie de La Gran Sabana (Guayana Venezolana) I*. Scientia Guianae. pp. 95-196.
- ITC, 1997 ILWIS 2.1 for Windows, The integrated land and water information system (applications guide). Netherlands.
- Infante, J y Montilla M. 1995 Características de diferentes estadios sucesionales en barbechos ubicados en la cuenca del río Cataniapo.
- Lajos Boglár, *Wahari. Eine südamerikanische Urwaldkultur*, Leipzig/Weimar, 1982. en Los Wothua (Piaroa). Los Aborígenes de Venezuela. Etnología Contemporánea. Vol. II. Caracas: Monte Avila/Fundación La Salle.
- Maguire, B. 1970. On the flora of the Guayana Highlands. *Biotropica*, 2(2): 85-100.

- Mansutti, A., 1988, La pesca entre los Piaroa (Uwotjuja) del Orinoco y la cuenca del Sipapo, *Memoria*, Sociedad de Ciencias Naturales, tom. XLVIII, ndeg. 130 : 3-39.
- Mansutti, Alexander. 1995. "Demografía, ocupación del espacio y desarrollo sustentable entre los Piaroa del estado Amazonas", *Etnología Contemporánea*. Vol. II. Caracas: Monte Avila/Fundación La Salle.
- Margalef, D. R., *Ecología*, Ed. Omega, España, 1977. 951. p.
- Meijerink, A.M.J., de Brouwer, J.A.M., Mannaerts, C.M. and Valenzuela, C.R. 1994. Introduction to the use of geographic information systems for practical hydrology : IHP-IV M 2.3. Enschede, ITC, 1994. ITC Publication = ITC Publikatie 23, 243 p
- Melnyk M. 1995. The contributions of forest foods to the livelihoods of the Huottuja (Piaroa) people of southern Venezuela. PhD thesis. Centre for Environmental Technology, Imperial College of Science, Technology and Medicine, University of London, London. 331 p.
- Menenti, M., Azzali, W., Verhoef, W. and Van Swol, R. 1991. Mapping Agro-Ecological Zones and Time Lag in Vegetation Growth by means of Fourier Analysis of Time Series of NDVI Images. Rep 32, DLO-Winand Staring Centre, Wageningen, The Netherlands, 46 pp.
- Odum, H.T. 1981. *Hombre y naturaleza. Bases energéticas*. Omega. Barcelona.

- Odum, H. T. y E. C. Odum. 1981. Energy Basis for Man and Nature. 2nd ed. McGraw-Hill, Nueva York.
- Overing, J y Kaplan, M. R., 1988, Los Wothuha (Piaroa), *Los Aborígenes de Venezuela*, Volumen III, Etnología Contemporánea II, pp. 307-411, Fundación la Salle, Monte Avila Editores, C.A., Caracas, Venezuela.
- Overing, J. y Kaplan M. R., 1997. Los Wothua (Piaroa). Los Aborígenes de Venezuela. Etnología Contemporánea. Vol. II. Caracas: Monte Avila/Fundación La Salle.
- Paffen, K. H. (1948): Ökologische Landschaftsgliederung. Erdkunde, II, S. 167-174.
- Plonczak, M. 1997. Tipos de bosque y su presión de uso en Venezuela, *Revista Forestal Venezolana* N° 37: 117-124
- Running, S.W. 1989. Estimating Terrestrial Primary Productivity by Combining Remote Sensing and Ecosystem Simulation. In Hobbs, R.J. and Mooney, H.A. (eds). Remote Sensing of Biosphere Functioning. Ecological Studies 79. Springer-Verlag, Berlin.
- Sabins, M. S. 1987. Remote Sensing. Principles and Interpretation. W.H. Freeman and Company, New York.
- Sabins, Floyd F. Remote Sensing: Principles and Interpretation. John Wiley and Sons. Toronto. 1994.

- Saldarriaga, J. G., D. C., West, M. L. Tharp, and C. Uhl. 1988. Long-term chronosequence of forest succession in the upper Rio Negro of Colombia and Venezuela. *Journal of Ecology* 76:938–958.
- Skole, D. and Tucker, C. 1993 Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: Satellite data from 1.987 to 1.988. *Science*. 260: 1905-1910.
- Stone, P. T. *et al* 1.994. A map of the vegetation of South America based on satellite imagery. *Photogrammetric Engineering and remote sensing* 60(5):541-551.
- Szczerban, E. y F. Urbani, 1974. Carsos de Venezuela, Parte 4: Formas cársicas en areniscas Precámbricas del Territorio Federal Amazonas y Estado Bolívar: *Bol. Soc. Venez. Espel.*, 5(1): 27-54.
- Texera A., Y. 1991. Las exploraciones botánicas en Venezuela (1754-1950). Caracas, *Fondo Editorial Acta Científica Venezolana*. 186 p.
- Troll, C. (1950): Die geographische Landschaft und ihre Erforschung. *Studium Generale*, 3, S. 163-181.
- Zent, S. 1992. Historical and Ethnographic Ecology of the Upper Cua River Wothiha: Clues for an interpretation of Native Guianee Social Organization. Tesis para optar al título de Ph.D. Universidad de Columbia

- Zent, S y Huber O (1995) Indigenous people and vegetation in the Venezuela Guayana: some ecological considerations Neotrópico. *Sciencia Guaianae* 5: 37-64.