

**IDENTIFICACION Y DESCRIPCIÓN DEL AVANCE DEL PROCESO DE
DESERTIFICACIÓN EN EL ECOSISTEMA ESTRATÉGICO DESIERTO DE LA
TATACOA**

Nelson Humberto Ortiz Palma

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
MAESTRIA EN ECOLOGIA Y GESTIÓN DE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS
NEIVA- HUILA
2013**

**IDENTIFICACION Y DESCRIPCIÓN DEL AVANCE DEL PROCESO DE
DESERTIFICACIÓN EN EL ECOSISTEMA ESTRATÉGICO DESIERTO DE LA
TATACOA**

Nelson Humberto Ortiz Palma

**Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar el título de
Magister en Ecología y Gestión de Ecosistemas Estratégicos**

Director

M.Sc. Orlando Mayorga Bautista

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
MAESTRIA EN ECOLOGIA Y GESTIÓN DE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS
NEIVA- HUILA
2013**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Dr. ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
JURADO

Dr. NELSON GITIERREZ GUZMAN
JURADO

M.Sc. Orlando Mayorga Bautista
Director

Neiva, Mayo de 2013

Agradecimientos

Mis agradecimientos a los docentes de la Universidad Surcolombiana: M.Sc. Orlando Mayorga Bautista por su dirección y asesoría, a los Drs. Armando Torrente Trujillo y Nelson Gutiérrez Guzmán por su revisión y sugerencias como jurados, al Dr. Alfredo Olaya Amaya por su apoyo y acompañamiento, al Ingeniero Especialista Rigoberto Mayor Polania por su acompañamiento, estímulo, revisión y asesoría, al M.Sc. Uriel Pérez Gómez, Profesor Universidad del Tolima por sus asesoría, al Dr. Iván Darío Gómez Guzmán Director Nacional del IGAC por el suministro de las fotografías aéreas, al Señor Nelson Oliveros por su ayuda en la digitalización, a toda la gente del desierto por su colaboración, atención y guianza, a las Universidades Surcolombiana y Corhuila , a todas las entidades y personas que de una u otra forma han contribuido y participado en este trabajo y al Todopoderoso.

Dedicatoria

A mi querida madre María Doris, a mis abuelas Delfina y María , a mis tíos Darío, Rogelio, Virginia y Manuel , por su amor, consejos, enseñanzas y apoyo económico, a mi esposa Martha Cecilia, a mis hijos Nelson Alfonso y Juan Sebastián por su amor , apoyo y comprensión.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION.....	14
1.1 Preliminares de la investigación.....	14
1.2 Planteamiento de la pregunta o problema de investigación.....	14
1.3 OBJETIVOS.....	15
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	15
1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	15
1.4 JUSTIFICACION.....	15
2. MARCO REFERENCIAL O ESTADO DEL ARTE.....	17
3. AREA DE ESTUDIO Y METODOLOGIA.....	26
3.1 AREA DE ESTUDIO.....	26
3.2 METODOLOGIA.....	28
4. RESULTADOS Y ANALISIS.....	37
4.1 IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA GENERAL DE ESTUDIO.....	37
4.2 GENERACIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS.....	37
4.2.1 Cobertura vegetal y usos del suelo – Año de control 1975.....	40
4.2.2 Cobertura vegetal y usos del suelo – Año de control 1993.....	43
4.2.3- Análisis progresivo del proceso de desertificación entre los años de control 1975 a 1993.....	47
4.2.3.1 - Sector dentro del área de estudio.....	47
4.2.3.2- Zonas o veredas.....	47
4.2.3.3- Tendencia de aumento o disminución en la ocupación por cobertura vegetal.....	48
4.2.3.4- Dirección del crecimiento del proceso de desertificación.....	50
4.2.3.5- Velocidad de crecimiento del proceso de desertificación..... ¡Error! Marcador no definido. 50	50
4.2.4- Cobertura vegetal y usos del suelo – Año de control 2010.....	52
4.2.5- Análisis progresivo del proceso de desertificación entre los años de control 1993 a 2010.....	54
4.2.5.1- Sector dentro del área de estudio.....	55

4.2.5.2- Zonas o veredas.	55
4.2.5.3- Dirección del crecimiento del proceso de desertificación 1993-2010.....	56
4.2.5.4- Velocidad de crecimiento del proceso de desertificación 1993-2010.....	58
4.2.5.5- Velocidad de crecimiento del proceso de desertificación 1993-2010.....	58
5. RECUPERACION MEMORIA HISTÓRICA DE LA POBLACIÓN ASENTADA EN EL AREA DE ESTUDIO	60
6. CLASIFICACIÓN DE ZONAS DE VIDA PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO.	63
6.1- Bosque seco tropical – bs-T.	63
6.2.- Bosque seco tropical – bs-T - Transición fría seca.....	63
6.3.- Bosque muy seco tropical – bms-T – Transición fría húmeda.	63
6.4.- Bosque muy seco tropical – bms-T	63
6.5.- Estimacion del indice de aridez.....	63
7. CONCLUSIONES.....	66
8. RECOMENDACIONES.....	68
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	69
ANEXOS.....	71

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Veredas Área de Estudio	26
Tabla 2. Nombres comunes y científicos de algunas especies vegetales presentes en el área de estudio	28
Tabla 3. Resumen encuestas recuperación memoria histórica	30
Tabla 4. Fotografías aéreas y líneas de vuelo	31
Tabla 5. Estaciones meteorológicas zona de estudio	33
Tabla 6. Convenciones coberturas vegetales y usos del suelo presentes en zona de Zonas de estudio	38
Tabla 7. Áreas de coberturas vegetales y usos del suelo presentes en zona de estudio	39
Tabla 8. Tendencia de ocupación de las coberturas vegetales y usos del suelo 1975	42
Tabla 9. Tendencia de ocupación de las coberturas vegetales y usos del suelo 1993	45
Tabla 10. Veredas con mayor riesgo de degradación 1975 – 1993	47
Tabla 11. Tendencia de las coberturas vegetales y usos del suelo en porcentaje y Área periodo 1975 – 1993	49
Tabla 12. Tendencia de ocupación de las coberturas vegetales y usos del suelo 2010	53
Tabla 13. Veredas con mayor riesgo de degradación 1993 – 2010	54
Tabla 14. Tendencia de las coberturas vegetales y usos del suelo en porcentaje y Área periodo 1993 – 2010	57
Tabla 15. Nombres comunes y científicos de especies vegetales en peligro de Desaparición	61
Tabla 16. Resultados de índice de aridez estimado	65

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa mundial de desertificación y vulnerabilidad	18
Figura 2. Colombia, Departamentos susceptibles a desertificación	19
Figura 3. Mapa satelital zona de estudio	27
Figura 4. Ubicación geográfica estaciones meteorológicas Ideam	34
Figura 5. Sistema bioclimático de Holdridge	35
Figura 6. Localización zonas de vida y transiciones	36
Figura 7. Coberturas vegetales y usos del suelo en porcentaje - 1975, 1993 y 2010	41
Figura 8. Coberturas vegetales y usos del suelo en porcentaje – 1975 y 1993	48
Figura 9. Coberturas vegetales y usos del suelo en porcentaje - 1993 y 2010	56

LISTA DE MAPAS

	Pág.
Mapa 1. Cobertura vegetal y usos del suelo 1975	43
Mapa 2. Cobertura vegetal y usos del suelo 1993	46
Mapa 5. Superposición de mapas cobertura vegetal y usos del suelo 1975 - 1993	51
Mapa 3. Cobertura vegetal y usos del suelo 2010	54
Mapa 6. Superposición de mapas cobertura vegetal y usos del suelo 1993 - 2010	59
Mapa 7. Cobertura vegetal bosques 1959 – 1960	62
Mapa 4. Mapa zonas de vida presentes en zona de estudio	64

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Encuesta tesis desertificación E.E. desierto de la Tatacoa	Pág. 72
ANEXO B. Mapa base desarrollo de encuesta	73
ANEXO C. Soporte fotográfico	74

Resumen

El estudio se desarrollo en la zona norte del departamento del Huila, en el municipio de Villavieja y en la zona norte - este de la Vereda Mesa Redonda del municipio de Tello, teniendo un área base de 51773,39 hectáreas.

La recuperación de la memoria histórica de la ecoregión en lo referente a coberturas vegetales, hidrografía y periodos de lluvia, se realizo a través de un SIG participativo, con personas mayores de 50 años de la comunidad presente en la zona de estudio, generando un mapa de cobertura vegetal de bosques de galería para el periodo de 1950- 1960.

Con fotografías aéreas georeferenciadas de los años 1975, 1993, el mapa de cobertura vegetal realizado por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), para el Departamento del Huila en el año 2010 y utilizando el software ARCGIS 10.1, se realizaron los mapas temáticos de cobertura vegetal para los años 1975 y 1993, a partir de ellos por superposición, y teniendo como primer indicador de criticidad en el proceso de desertificación la cobertura de Suelo Expuesto se han obtenido los siguientes resultados se paso en el año 1975 de una área de 2581.4 Has (5%) a 15723.8 Has(30.4%) en el año 2010 , lo que nos da una velocidad promedio de desertificación de 375.5 Has /año y con una dirección de expansión alta hacia el Occidente, el Norte, el Oriente y Suroriente correspondiente a las veredas La Victoria, San Nicolás Gaviotas, Potosí, El Líbano, El Cabuyal, Palmira, El Cuzco, Doche y La Chivera.

Con datos de biotemperatura, precipitación y el sistema bioclimático de Holdridge se hallaron las zonas de vida de Bosque seco tropical (bs-T), Bosque muy seco tropical (bms-T) y las transiciones de Bosque seco tropical (bs-T) Transición fría seca y Bosque muy seco tropical (bms-T) Transición fría húmeda.

Palabras claves: Desertificación, Desierto de la Tatacoa, zonas de vida, ecosistema estratégico, SIG, cobertura vegetal.

Abstract

The study was developed at the north zone of the department of Huila, in the municipality of Villavieja and in the north - east zone of the rural settlement of Mesa Redonda in Tello's municipality, having an area extends over 51773.39 hectares.

The recuperation of the historic memory of the ecoregion about the vegetal coverages, hydrography and periods of rain, it was performed by participatory GIS, with older people over 50 years old of the present community at the survey area, generating a vegetable coverage map forests of gallery for the period of 1950 1960.

With georeferenced aerial photographs in the years 1975, 1993, the vegetable coverage map accomplished by the Autonomous Regional Corporation of the Alto Magdalena (CAM), for the department of Huila in the year 2010 and using the software ARCGIS 10,1, were done the thematic maps of vegetal coverage for the years 1975 and 1993, from them overlap, and having like indicator of the process of desertification At-Risk soil coverage, I have obtain the following results, it passed in the year 1975 of an area extends over 2581,4 hectares (5 %) to an area extends over 15723,8 hectares (30,4 %) in the year 2010, which gives us an average speed of 375,5 per year with an address of high expansion toward the West, the north, the east and south-east corresponding to the rural settlement of la Victoria, San Nicolás Gaviotas, Potosí, el Líbano, el Cabuyal, Palmira, el Cuzco, Doche and la Chivera.

With biotemperature data, precipitation and to hydroclimatic Holdridge's system showed the life-zones dry Tropical Forest (bs T), very dry Tropical Forest (bms T) and the transitions dry Tropical Forest(bsT) cold dry Transition and very dry Tropical Forest (bms T) cold humid transition.

Key words: Desertification, The Tatacoa's Desert, Life-Zones, Strategic Ecosystem, GIS, Vegetal Coverage.

1. INTRODUCCION

1.1 Preliminares de la investigación.

La desertificación es la degradación de las tierras áridas, semiáridas y zonas subhúmedas secas, causado principalmente por variaciones climáticas Y actividades humanas tales como el cultivo y el pastoreo excesivo, la deforestación y la falta de riego. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la desertificación amenaza a la cuarta parte del planeta, afecta directamente a más de 250 millones de personas y pone en peligro los medios de vida de más de 1 000 millones de habitantes de más de 100 países al reducir la productividad de las tierras destinadas a la agricultura y la ganadería (Desertificación, ONU, 1994).

Desde los años cincuenta diferentes organismos de las Naciones Unidas se han preocupado por este fenómeno, en 1994 se aprobó en París la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía (UNCCD) que entró en vigor en 1996, adhiriendo a la Convención 177 países del mundo, entre ellos Colombia, aprobada mediante la Ley 461 del 4 de agosto de 1998 (MINAMBIENTE 2003)

Tenemos este tipo de problema en diversas zonas de nuestra geografía como son la región Caribe, las sabanas de Meta, Arauca y Vichada, la región alto andina Cundiboyacense, y los valles interandinos de los ríos Magdalena y Cauca, siendo unos 245.342 Km² zonas secas (21.5 %) del territorio continental, las cuales están sufriendo una rápida pérdida, fragmentación y degradación de sus ecosistemas desde los páramos a las tierras bajas, y con problemas de desertificación 193.510 Km², 16.95 % del territorio nacional, (MINAMBIENTE 2007)

En nuestro departamento del Huila el fenómeno se presenta a una mayor escala en el ecosistema de zonas áridas y semiáridas desierto de la Tatacoa, ubicado en la subregión norte, en jurisdicción del municipio de Villavieja, atravesándolo de occidente a oriente(Olaya y Sánchez, 2005), las zonas de vida advertidas en ese ecosistema con límites aproximados promedios de Biotemperatura en °C y precipitación en mm son: Bosque muy seco tropical (bms-T) + 24°C, lluvia 500-1000 mm, Bosque seco tropical (bs-T) + 24°C, lluvia 1000-2000 mm (Espinal 1990).

1.2 Planteamiento de la pregunta o problema de investigación.

Por lo comentado anteriormente se hace necesario plantear un problema de investigación que nos ayude a resolver y comprender la siguiente pregunta: ¿Hacia dónde se dirige y en que magnitud avanza el proceso de desertificación en el ecosistema estratégico desierto de la Tatacoa?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el proceso de desertificación y estimar la dirección y velocidad de expansión del ecosistema estratégico desierto de la Tatacoa , teniendo en cuenta la importancia de este fenómeno para la subsistencia de otros ecosistemas y las poblaciones asentadas en el norte de la región Surcolombiana.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Identificar y delimitar el área general de estudio mediante cartografía, fotografías aéreas, imágenes, o estudios que existan desde los años 1950 hasta el 2010.
2. Generar los mapas temáticos de coberturas vegetales, del ecosistema estratégico desierto de la Tatacoa, para periodos de cada 20 años utilizando el software ArcGis u otro que cumpla las condiciones para tal fin.
3. Recuperar algunos aspectos de la memoria histórica de la ecoregión, ecosistema estratégico desierto de la Tatacoa, a partir del aporte vivencial de la comunidad asentada en la zona de estudio a través de charlas y encuestas, en lo referente a coberturas vegetales, hidrografía y periodos de lluvia.
4. Realizar el mapa de clasificación de zonas de vida presentes en el área de estudio a partir del sistema bioclimático de Holdridge y los datos climatológicos de biotemperatura y precipitación.

1.4 JUSTIFICACION

Revisando el Plan de Ordenamiento Territorial – POT- del Municipio de Villavieja, en uno de sus apartes, dice: “La ampliación de la frontera agrícola en tierras aptas para el riego o en secano para cultivos como el algodón, patilla, sorgo o arroz; ha generado que sus habitantes talen los árboles, deforesten zonas completas, aumenten el fenómeno de la desertización y fortalezcan el área de amenazas en ríos como el Magdalena, Cabrera y quebradas como Bateas. Tatacoa, Lajas y Arenosa entre otras.(EOT Municipio de Villavieja 2000).

La Universidad del Tolima en el año 2005 a través de la facultad de Ingeniería Forestal en un estudio sobre caracterización de la desertificación en la eco-región estratégica de la Tatacoa y su área de influencia concluyo que entre las causas de la desertificación están : “*Avance de los procesos de asentamiento humano urbano sobre la eco-región. Aumento en la demanda por usos recreativos y turísticos de la ecoregión. Los bosques naturales de la formación, bosque seco tropical, han sido destruidos en un 90 % para implantar ganadería extensiva y cultivos agrícolas tecnificados*” (Pérez 2005).

El Grupo de Investigación de Ecosistemas Surcolombianos (Ecosurc), junto con la Gobernación del Huila y la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), aseguran que la ganadería, iniciada en la época de la Colonia desgastó las tierras.

Según Alfredo Olaya Amaya, investigador de la facultad de ingeniería de la Universidad Surcolombiana, *“Crece, sí, la desertización, pero no sabemos cuánto”*. Habría que hacer fotos aéreas para tener esa precisión. *Igual, su efecto es visible y nos ahoga. “La Tatacoa es pequeña, el problema es el resto de la región, que va desde Hobo, por todo el valle del Magdalena, hasta el Tolima e incluso el sur de Cundinamarca, por Girardot”*, afirma.

Según la ONU y el Ministerio de Ambiente, el 30 por ciento del territorio huilense está afectado por la desertificación en municipios cercanos a La Tatacoa, Baraya, Villavieja, Tello, Neiva, Aipe, Colombia, Yaguará, Rivera y Campoalegre (El infierno del Huila.2007).

2. MARCO REFERENCIAL O ESTADO DEL ARTE

En el tema de los procesos de degradación de suelos se han planteado una gran variedad de conceptos y definiciones, las cuales apuntan en general a condiciones naturales y humanas que han conllevado a situaciones críticas en algunas zonas y en otras a circunstancias irreversibles. En ese orden de ideas, cabe resaltar los siguientes aportes conceptuales:

En la Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación, se conceptualizó este último término como la degradación de las tierras y de la vegetación, la erosión de los suelos y de las tierras fértiles en las áreas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, causada principalmente por las actividades humanas y por las variaciones del clima. La sequía puede desencadenar o agravar la desertificación (UNCCD, 1994).

Además, afecta aproximadamente un 40% del planeta y un 70% de todas las tierras secas muestran procesos de desertificación (Holtz, 2003). De estas últimas, en África un 73% están graves o moderadamente degradadas, en América del Norte el 74% presenta alguna degradación y en América Latina y el Caribe alcanza un 75% (PNUMA, 1999; Holtz, 2003). (Ver Figura1).

La desertificación es la consecuencia de un conjunto de procesos activos en ambientes áridos y semiáridos, donde el agua es el principal factor limitante de la Productividad en los ecosistemas (Kirby y Kosmas, 1999). Estos procesos son: degradación de la cobertura vegetal, erosión hídrica y eólica, salinización, reducción de la materia orgánica del suelo, encostramiento, compactación y acumulación de sustancias tóxicas por las plantas y animales (PNUMA, 1999). Las consecuencias de la desertificación incluyen la merma en la producción de alimentos, agrava las hambrunas, incrementa los costos sociales, disminuye la suplencia de agua fresca en cantidad y calidad, aumenta la pobreza e inestabilidad política, reduce la resiliencia de las tierras debido a la variabilidad climática y la productividad (UNCCD, 1994).

Los métodos comúnmente utilizados para evaluar la desertificación, incluyen: monitoreo en la zona, cambios en la productividad, estudio de muestras basadas en criterios de campo y opinión de uso de la tierra, informe de expertos, sensores remotos y modelos de simulación (Pla, 2005). De igual manera, se han propuesto una serie de indicadores para su evaluación, tomando particularmente aspectos naturales y socioeconómicos (Rubio y Brochet, 1998). Sin embargo, la desertificación es un proceso tan complejo que requiere de indicadores adecuados que representen el mayor número de interrelaciones de los componentes bajo diferentes escenarios de clima, suelo y uso de la tierra.

En ese sentido, Kosmas *et al.* (2002) definen áreas ambientalmente sensibles a la desertificación (AASD) en función de las etapas de degradación de la tierra:

Desertification Vulnerability

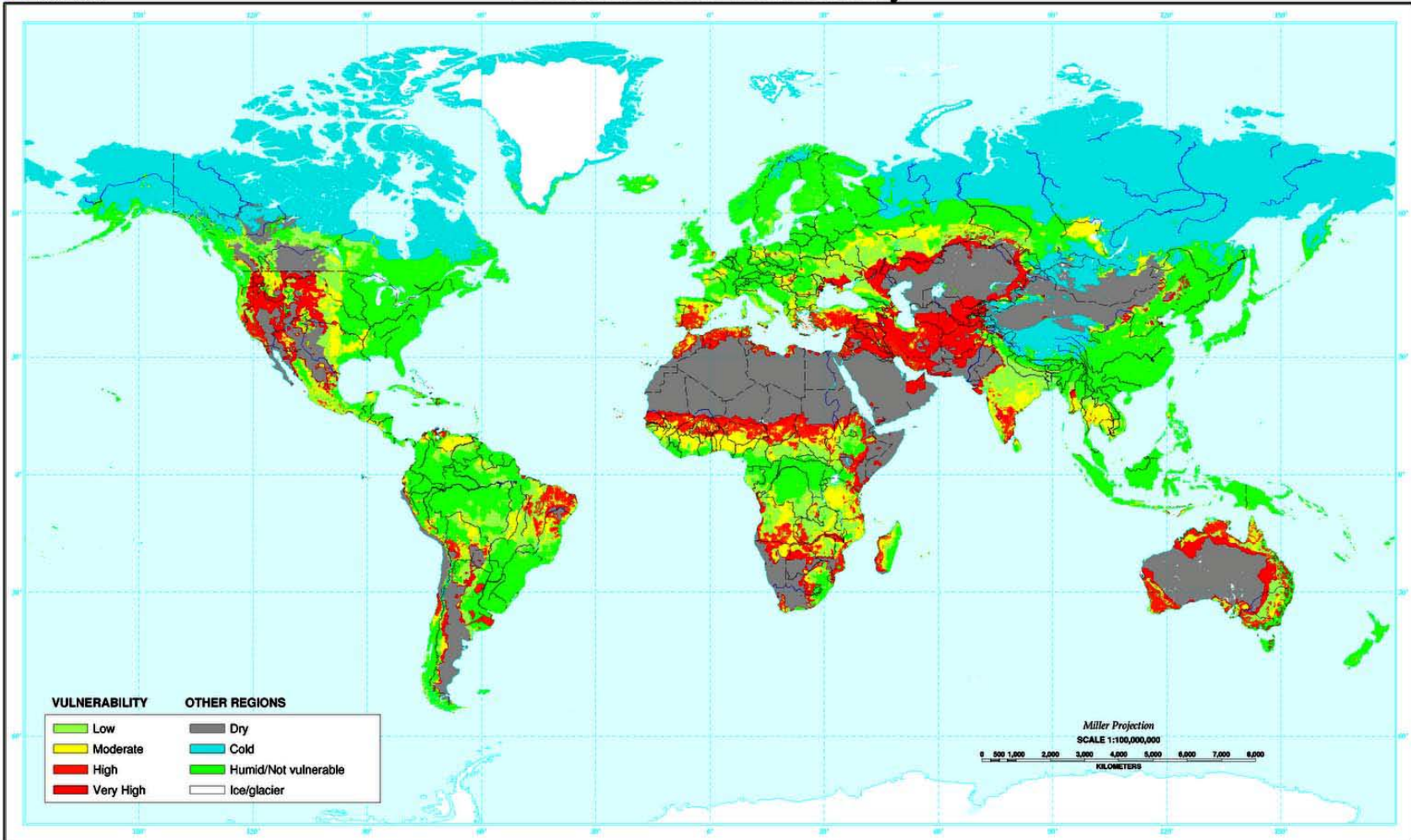


Figura 1. Mapa Mundial Desertificación y Vulnerabilidad
Fuente: U.S. Department of Agriculture 1998

- a) Zonas altamente degradadas a través del mal uso de la vegetación, generando riesgos ambientales en áreas circundantes.
- b) Áreas en las cuales sólo un delicado cambio en el balance entre la actividad natural y la humana probablemente de paso a la desertificación.
- c) Regiones con riesgo bajo cambios significativos de clima, si una particular combinación de uso de la tierra es aplicada, el impacto puede producir daños severos.

Según el movimiento Greenpeace, en 2006, en el documento Desertificación y Sequía: *“Una de las mayores amenazas medioambientales a escala mundial, la desertificación acecha las zonas áridas de los cinco continentes. Está íntimamente relacionada con la pérdida de biodiversidad y con el cambio climático que se potencian mutuamente.”*

La definición internacional del fenómeno de la desertificación establecida por la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación, aprobada en París, el 17 de Junio de 1994; fecha conmemorada desde entonces como día internacional de lucha contra la desertificación, plantea: *“El proceso de desertización se observa en muchos lugares del mundo y es una amenaza seria para el medio ambiente y para el rendimiento agrícola en algunas zonas. Cuando está provocado por la actividad humana se le suele llamar “desertificación”. La desertificación es la degradación de la tierra en regiones áridas, semiáridas y subhúmedas secas, resultante de diversos factores, incluso variaciones climáticas y actividades humanas.*

A los problemas causantes de este fenómeno y de la sequía se suman los efectos que el cambio climático está provocando a nivel global. El aumento de las temperaturas y la disminución de las precipitaciones son sólo dos de los múltiples efectos producidos por el incremento de las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Tratándose de un proceso concatenado de múltiples orígenes es necesario abordar la lucha contra la desertificación desde un punto de vista muy amplio. La desertificación es fundamentalmente un problema de desvinculación entre los recursos naturales y el sistema socio-económico que los explota, o sea, es ante todo un problema de desarrollo sostenible.

Es urgente tomar medidas que impidan seguir perdiendo, cada año, millones de toneladas de suelo arrastrados por el agua y el viento junto con las especies que ahí se albergan como consecuencia del avance de los procesos de desertificación. Las condiciones climáticas son un factor muy importante de la desertización natural. Los ciclos naturales de sequías y lluvias torrenciales que arrastran la capa orgánica del suelo, desde siempre han acechado amplias zonas de los cinco continentes deteriorando el estado del suelo y la biodiversidad. Los recursos hídricos disponibles para la humanidad provienen de un desequilibrio, en los continentes, entre el agua de precipitación y la que se evapora permitiendo la presencia de excedentes de agua.

Los cambios en las precipitaciones condicionan directamente el agua que cae sobre los continentes y los cambios en las temperaturas modifican los valores de su evaporación quedando alterada la cantidad y característica de los recursos hídricos.

En 2001, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) estableció que la principal causa del cambio climático es la quema de combustibles fósiles. A nivel mundial, hay que tener en cuenta otro factor responsable: la deforestación. Hasta el 25% de las emisiones de CO₂ se deben a la tala indiscriminada de árboles. Ésta, a la vez que empobrece el suelo y lo deja desprotegido ante la erosión y la evaporación del agua, contribuye aún más al cambio climático. Al aumentar las sequías y la presión humana sobre el manto forestal, éste se ve en peligro.

Otro de los factores que inciden sobre la desertificación es el mal uso del suelo a través de la agricultura intensiva, la introducción de monocultivos, el uso de variedades transgénicas, el sobre pastoreo, la presión urbanística (especialmente sobre las costas), la deforestación y los incendios.

En muchos casos los incendios están asociados a la deforestación, cuyo efecto acelerador sobre la desertificación es conocido. A menudo, la tala es debida a la búsqueda de suelos para implementar monocultivos intensivos altamente demandantes en energía, agua, abonos derivados del petróleo y tóxicos que contaminan las aguas subterráneas y superficiales.

Más de 6.100 millones de hectáreas, casi 40% de la superficie del planeta son ecosistemas secos, parte de los cuales se han convertido en desiertos como consecuencia de actividades humanas. Se estima que 70% de las tierras secas productivas, están actualmente amenazadas por diversas formas de desertificación y más de cien países sufren los adversos efectos sociales y económicos de la degradación de sus tierras secas. (Plan de Acción Nacional – PAN – Lucha contra la Desertificación y la Sequía en Colombia, 2005).

Esto afecta directamente al bienestar y al futuro de una sexta parte de la población mundial, poniéndose en peligro la supervivencia de casi mil millones de personas que habitan en las zonas afectadas.

En América Latina, aproximadamente un 75% de las tierras secas están afectadas por algún grado de desertificación y 75% de las áreas agrícolas de la región se encuentra seriamente degradado, lo cual significa que la fertilidad natural de los suelos agrícolas está disminuyendo.

La erosión del suelo es la principal amenaza (68% en América del Sur y 88% en Mesoamérica del total de las tierras afectadas en cada subregión) En América del Sur, 100 millones de hectáreas han sido degradadas debido a la deforestación y 70 millones de hectáreas por ganadería intensiva.

En Algunas subregiones de América del Sur como el nordeste brasileño y algunas áreas en Argentina, Paraguay, Bolivia y Colombia estas tendencias se manifiestan más crudamente. A lo largo de la dimensión longitudinal orientada por el esqueleto de la Cordillera de los Andes, es posible encontrar núcleos de tierras desertificadas en etapa avanzada del proceso degradativo, tanto en zonas bajas como en elevaciones con más de 4.000 msnm. Todos los países de América Latina y el Caribe sufren al menos uno - si no todos - los procesos de degradación tales como: degradación de suelos (erosión, salinización, compactación, disminución de nutrientes, acumulación de sustancias tóxicas), degradación de la capa vegetal y pérdida de biodiversidad.

Algunos eventos climáticos como "El Niño" y eventos extremos como los huracanes en los países de la región Caribe han intensificado estos procesos. En la región, la mayoría de los países basa su economía en una agricultura no sostenible y en la agroindustria que depende de ella. La consecuencia de estos patrones de crecimiento que descansan en monocultivos ha sido la degradación de la tierra y el incremento de la pobreza en las áreas rurales.

En tal sentido, en la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible celebrada en Johannesburgo en septiembre de 2002, se reafirmó que la degradación de la tierra era uno de los principales desafíos del medio ambiente mundial y el desarrollo sostenible en el siglo XXI, y se pidió a los países adoptar medidas para "...hacer frente a las causas de la desertificación y la degradación de los suelos, con el fin de conservar y recuperar las tierras y luchar contra la pobreza resultante de estos procesos".

La desertificación es la última etapa del proceso de degradación de la tierra debido a su mal manejo. La degradación se inicia con la reducción de la productividad y termina con la pérdida total del suelo; cuando esto sucede, la desertificación es prácticamente irreversible.

Diversos elementos están contribuyendo a la rápida pérdida y degradación de los ecosistemas, especialmente secos en el país: la creciente adopción de las tecnologías de la Revolución Verde, deforestación, minería, ganadería intensiva y extensiva, desarrollo urbano, extracción y comercio de fauna y flora, sistemas de producción inadecuados, uso inadecuado de fuentes de agua superficial y subterránea, quemas indiscriminadas y cultivos ilícitos, han producido procesos como erosión, compactación o lixiviación de nutrientes, contaminación, salinización y dosificación. Todo lo anterior dentro de una visión limitada, sin hacer un balance a largo plazo de los efectos sobre el ecosistema, aún cuando se conoce de antemano la baja tasa de recuperación de estos.

Además de las actividades antrópicas, en Colombia existen causas naturales muy relevantes que contribuyen a los procesos de degradación de tierras, como la orográfica. El levantamiento de la cordillera oriental y del macizo hace que todos los procesos de corrientes húmedas que vienen del oriente tengan un obstáculo de altitud lo cual ocasiona que el agua, que debía caer en esta zona, se precipite

antes o después de pasarla.

Todo lo anterior vinculado al cambio atmosférico mundial, provoca alteraciones climáticas locales que se manifiestan a través de largas estaciones más cálidas y secas, así como sequías más intensas y frecuentes.

En el país el 78.9% de las zonas secas presentan algún nivel de desertificación derivado principalmente de procesos de erosión y salinización. Con relación a la compactación de los suelos, se puede decir que aproximadamente el 74% del territorio nacional es altamente susceptible a este fenómeno presentándose principalmente en los valles interandinos, el Caribe y la Orinoquia. No se cuenta aun con información puntual o precisa sobre la intensidad de los procesos de degradación de tierras por contaminación. Con relación a la intensidad a la erosión, 48% del territorio nacional está afectado por este fenómeno, en zonas secas se encuentra el 50% de las categorías de procesos erosivos más severos.

Las categorías de intensidad moderada, alta y muy alta cubren grandes extensiones en la región Caribe, las sabanas de Meta, Arauca y Vichada, y los valles interandinos de los ríos Magdalena y Cauca. De otra parte los suelos susceptibles a la salinización cubren una extensión de 86.592 Km² de los cuales 78.277 Km² están en zonas secas, es decir el 90.39%. Las zonas susceptibles a la salinización abarcan gran parte de la región Caribe, los valles interandinos (ríos Magdalena y Cauca) y los altiplanos donde se desarrolla actualmente y se tiene proyectado ampliar la producción intensiva del país.

Las cuencas que presentan mayor cobertura de afectación por desertificación se encuentran localizadas en las regiones Caribe, Andina y de la Orinoquia. Las cuencas de la Alta Guajira, Baja Guajira, Bajo Magdalena, Sinú Caribe y el Río Cesar se ven afectadas por desertificación en más de tres cuartas partes de su área. Otra cuenca prioritaria para el país como la del Río Bogotá, posee un nivel de afectación superior al 50% de su área. A nivel Nacional la cuenca que mayor extensión tiene en zonas en desertificación es la del bajo Magdalena. Las cuencas del río Tomo-Tuparro y Vichada en la región de la Orinoquia, presentan un alto potencial de zonas propensas a la desertificación.

Con relación a los departamentos, se destaca que los departamentos de Atlántico y la Guajira están afectados por desertificación en más del 75% de su extensión. Con porcentajes entre el 50 y 75% se encuentran los departamentos de Magdalena, Cesar, Sucre y Córdoba. Con porcentajes moderados de desertificación (25 a 50%) se encuentran los departamentos de Bolívar, Meta, Tolima, Huila y Cundinamarca. Además a nivel nacional los departamentos del Meta y Vichada presentan las extensiones más amplias con zonas en desertificación. (Ver. Figura 2).

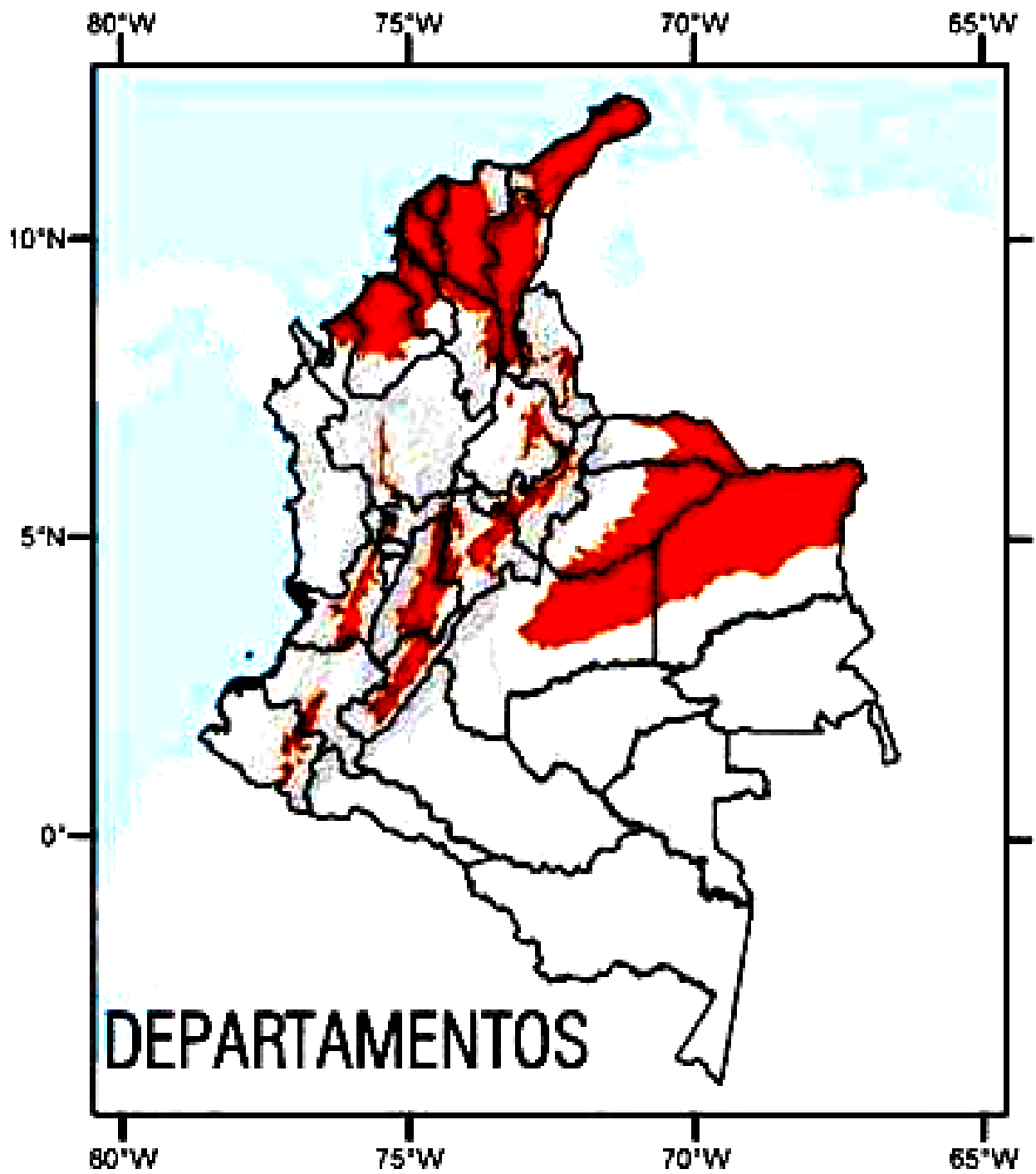


Figura 2. Colombia Departamentos Susceptibles a Desertificación
Fuente: Siac.org.co 2010

Por su parte las Corporaciones Autónomas Regionales que tienen mayor afectación por desertificación con relación a su área son: con porcentajes superiores a 75% CRA, CARSUCRE, CORPOGUAJIRA Y CARDIQUE; con % entre 50 y 75 CORPAMAG, CORPOCESAR Y CVS. CORPORINOQUIA presenta la mayor extensión con zonas en desertificación a nivel nacional.

A nivel local, la Formulación del Plan de Manejo y Declaratoria como Área Natural Protegida del Desierto de La Tatacoa (Convenio Gobernación del Huila-CAM-USCO, 2006), expone: *“...Las áreas de bs-T, bms-T y me-T en el norte del Huila, en conjunto, hacen contacto con áreas de bs-T y bms-T del sur del Tolima, a través del Desierto de La Tatacoa, el río Magdalena y las cuencas hidrográficas de los ríos Cabrera y Patá. La Tatacoa y las áreas circunvecinas de varios municipios, tanto del Huila como del Tolima, según el Ministerio del Ambiente, Cortolima y la CAM, se conocen como la Ecoregión Estratégica de Zonas Áridas del Alto Magdalena o simplemente la Ecoregión de La Tatacoa (Colombia, Ministerio del Ambiente, 2000; Leal, 2003; Convenio Cortolima, CAM, UT, USCO, 2001). Por ende, esta región es susceptible de ser beneficiada con proyectos de desarrollo sostenible, acordados entre instituciones y comunidades de los departamentos de Huila y Tolima, con apoyo del Gobierno Nacional.*

Por lo expresado, la Ecoregión de La Tatacoa posee zonas de vida que se circunscriben a las provincias de subhúmedo, semiárido y árido. Al respecto, es oportuno complementar que en esta Ecoregión no existen áreas que representen las provincias de desecado, superárido, ni perárido; por lo tanto, el Desierto de La Tatacoa no es un desierto. Este término se refiere al nombre del área por su similitud con paisajes y vegetación de ecosistemas secos y no a un calificativo preciso del bioclima o de su provincia de humedad en el sistema de zonas de vida de Holdridge (Olaya y Sánchez, 2001). Al respecto, es apropiado añadir que el Desierto de La Tatacoa en particular, así como la mencionada Ecoregión en general, pertenecen a valles cálidos de la Región Andina que se cuentan entre los territorios más secos, erosionados y susceptibles a la salinización de suelos, con procesos de desertificación y bajo la influencia de la fase cálida de El Niño-Oscilación del Sur (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005). Por último, es importante destacar que la Ecoregión de La Tatacoa constituye el único territorio que en la región del Alto Magdalena concentra áreas subhúmedas, semiáridas y áridas correspondientes a las zonas de bosque seco Tropical, bosque muy seco Tropical y monte espinoso Tropical, que le imprime a La Tatacoa una característica de singularidad....”.

El mismo documento plantea: *“...en La Tatacoa, la concentración de lluvias en cortos periodos, la escasa vegetación y los intensos procesos de erosión imprimen al paisaje una apariencia de desierto tal que pareciera no corresponder a sus valores, tanto de precipitación total anual como de su relación de evapotranspiración potencial, lo cual podría ser explicado con lo que Holdridge (1982) denomina “asociaciones” en el sistema de clasificación bioclimática por él propuesto.”*

Dentro de los problemas identificados en el citado estudio (Volumen II), se comenta: *“...Es indudable que cada día más se amplía la zona del desierto, en donde se ve un avance progresivo de la desertificación, debido a acciones antrópicas y naturales. No se conoce con exactitud el área que ha venido aumentando.”*

En el volumen III Propuesta de Manejo, del citado estudio, se menciona: *“...Realizar proyectos que permitan ampliar y difundir el conocimiento sobre los aspectos geológicos, paleontológicos, históricos, ecológicos, biológicos, astronómicos, climáticos, estéticos y paisajísticos del área.”*

Según Bestalia Flóres et al, 2010: *“La desertificación es la consecuencia de un conjunto de procesos activos en ambientes áridos, semiáridos y subhúmedas secos.”*

3. AREA DE ESTUDIO Y METODOLOGIA

3.1 AREA DE ESTUDIO

El estudio se desarrollo en la zona norte del departamento del Huila, en el municipio de Villavieja (15 Veredas) y en la zona norte - este de la Vereda Mesa Redonda del municipio de Tello (Ver tabla 1), en el valle interandino de la cuenca alta del rio Magdalena, limitando al norte con el municipio de Natagaima (Departamento del Tolima), al oriente con los municipios de Alpujarra (Departamento del Tolima) y el municipio de Baraya, al sur con los municipios de Baraya y Tello y al occidente con el municipio de Aipe, con un rango de temperaturas comprendidas entre 26.2°C a 26.6°C y con alturas comprendidas entre los 350 y los 1400 m.s.n.m. en la Cuchilla el Valle y Alto Buenos Aires, en un área base de 51773,39 hectáreas (Ver Tabla 1 y Figura 3)

Tabla 1. Veredas Área de Estudio

N°	VEREDA	MUNICIPIO
1	GOLONDRINAS	VILLAVIEJA
2	LA CALERA	VILLAVIEJA
3	SAN JUANITO	VILLAVIEJA
4	POTOSI	VILLAVIEJA
5	SAN ALFONSO	VILLAVIEJA
6	LA VICTORIA	VILLAVIEJA
7	SAN NICOLAS GAVIOTAS	VILLAVIEJA
8	EL LIBANO	VILLAVIEJA
9	EL CABUYAL	VILLAVIEJA
10	DOCHE	VILLAVIEJA
11	PALMIRA	VILLAVIEJA
12	LA CHIVERA	VILLAVIEJA
13	EL CUZCO	VILLAVIEJA
14	POLONIA	VILLAVIEJA
15	LA MANGUITA	VILLAVIEJA
16	MESA REDONDA	TELLO

Fuente: Autor Estudio

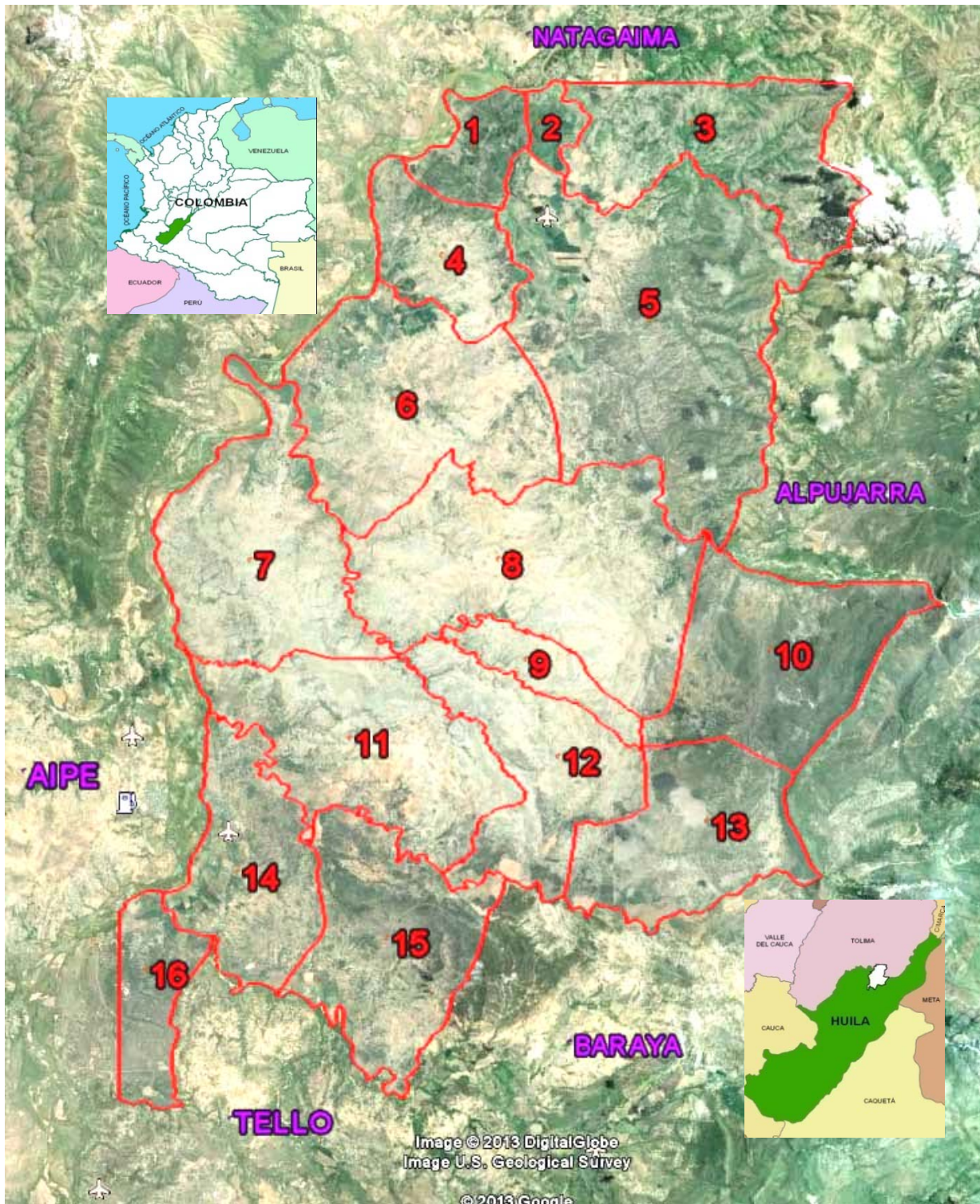


Figura 3. Imagen Satelital Área de Estudio
Fuente: Google Earth 2013

3.2 METODOLOGIA

La metodología es de carácter descriptivo-cuantitativo ya que busca medir y ver la dirección y la velocidad del fenómeno de la desertificación en el ecosistema estratégico Desierto de la Tatacoa, por medio de un análisis multitemporal de imágenes (fotografías aéreas) y se desarrollo como se describe a continuación:

Se realizo el diseño de la encuesta a aplicar (Anexo A y B), a personas mayores de 50 años y que hubieran vivido o residan en la zona del estudio se realizaron 5 visitas a la zona del presente estudio y se aplico la respectiva encuesta, con la cual se busca recuperar la memoria histórica de la zona, en lo concerniente a periodos de lluvias y meses de lluvia más intensos, zonas en las cuales para la época se encontraban con cubierta vegetal de tipo bosque marcándolas en un plano de la zona y cuales quebradas o ríos presentaban durante la mayor parte del año un flujo continuo de agua, y cuales especies vegetales arbóreas ya para la época actual han desaparecido o su presencia es mínima (Fotos 1,2,3,4).

Durante estos recorridos para la aplicación de las encuestas se realizo una toma de fotografías para ilustrar más el estudio en lo concerniente a los tipos de cobertura vegetal existente, quebradas, cerros, sitios de interés y algunas especies vegetales presentes en la zona como se observa en las fotografías (5 al 26) y en la tabla N° 2 .

Tabla 2. Nombres comunes y científicos de algunas especies vegetales presentes en la zona de estudio

Nombre Común	Nombre Científico
Arepo	<i>Opuntia pubescens</i>
Cabecinegro, Cabeza de indio	<i>Melocactus curvispinus</i>
Cachovenao	<i>Machaoinia acuminata</i>
Cardo Pitahaya	<i>Cereus hexagonus</i>
Chichato	<i>Mantingia calabura</i>
Cruceto	<i>Randia aculeata</i>
Cuji	<i>Prosopis juliflora</i>
Pela	<i>Acacia farnesiana</i>
Pringamosa	<i>Cnidoscolus urens</i>
Tatamaco	<i>Bursera gravelens</i>

Fuente: Autor Estudio

Después de obtenida la información se procedió a depurarla, procesarla y tabularla por medio del programa Excell, obteniendo los resultados que se ven en la tabla N° 3.

Se recolecto la información que existía de la zona en mapas, fotografías aéreas de los periodos de los años 1970 a 2010, en los diferentes entidades como la Universidad Surcolombiana, la Corporación del Alto Magdalena CAM, la Secretaria de Agricultura del Departamento del Huila , y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC principalmente.

Se tomo como base cartográfica y área del presente trabajo la determinada en el estudio “Formulación del plan de manejo y declaratoria como área natural protegida del Desierto de La Tatacoa”, desarrollado de acuerdo con los lineamientos señalados en el convenio interadministrativo No. 1071-200 del 21 de diciembre de 2005, suscrito entre la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), el Departamento Administrativo de Planeación (DAP) de la Gobernación del Huila y la Universidad Surcolombiana (USCO), a través de la facultad de ingeniería, y se emplearon las fotografías aéreas correspondientes a las líneas de vuelo suministradas por el IGAC en formato digital, como se enumeran a continuación en la tabla 4:

Y como mapa de control final el mapa de cobertura vegetal para el Departamento del Huila realizado por la Corporación del Alto Magdalena CAM en el año 2010, este se encuentra desarrollado de acuerdo a la metodología Corine Land Cover que es el proyecto de cobertura de la Tierra desarrollado dentro del programa CORINE (Coordination of Information on the Environment) promovido por la Comisión de la Comunidad Europea, que definió una metodología específica para realizar el inventario de la cobertura de la tierra, y en Colombia promovido y desarrollado entre otros institutos por el IDEAM, IGAC, CORMAGDALENA a partir de una línea base (2000-2002) y a una escala 1:100.000, (IDEAM, et. al. 2008), para el presente estudio solo se toman los niveles I y II por el nivel de detalle básico.

Todo la cartografía está referenciada al marco geocéntrico nacional de referencia o Datum oficial de Colombia MAGNA–SIRGAS, Magna (Marco Geocéntrico Nacional de Referencia) y Sirgas (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas), que reemplazo al antiguo Sistema Geodésico local Datum BOGOTA y su red ARENA (IGAC 2004)

Tabla 3. Resumen encuesta recuperación memoria histórica

Periodo	Edad	Total	%	Periodos de Lluvia		Meses Lluvias más Intensas	Q. Flujo Continuo	Plantas o Arboles	Sitios Vegetación
1970-1960	55	8	15,1	MARZO- ABRIL- MAYO	SEPTIEMBRE- OCTUBRE- NOVIEMBRE	ABRIL- NOVIEMBRE	Tatacoa, Lajas, Cervetanas, La Yeguera, Bateas,	Iguá, Guadua, Diomate, Matarratón, Guácimo,	Tatacoa, Lajas, Cervetanas, Villavieja, Bateas,
1960-1950	65	22	41,5	MARZO- ABRIL- MAYO	SEPTIEMBRE- OCTUBRE- NOVIEMBRE	ABRIL- OCTUBRE- NOVIEMBRE	Tatacoa, Lajas, Cervetanas, La Venta, La Arenosa, Chunchullo,La Gutiérrez, Rio Cabrera	Iguá, Guadua, Diomate, Matarratón, Guácimo, Amargoso, Naranjuelo, Plátano, Cacao, Ajonjolí.	Tatacoa, Lajas, La Arenosa, Chunchullo, Cervetanas, Rio Cabrera, Cabuyal , La Venta, La Gutiérrez, Los Fiques
1950-1940	75	19	35,8	MARZO- ABRIL- MAYO	SEPTIEMBRE- OCTUBRE- NOVIEMBRE	ABRIL- OCTUBRE- NOVIEMBRE	Tatacoa, Lajas, Cervetanas, La Venta, La Arenosa, Chunchullo,La Gutiérrez, Rio Cabrera	Iguá, Guadua, Diomate, Matarratón, Guácimo, Amargoso, Payandé, Dinde, Cachimbo, Cacao,	Tatacoa, La Arenosa, Villavieja, La Venta, Cervetanas, Rio Cabrera, La Gutiérrez, Lajas,
1940-1930	85	3	5,7	MARZO- ABRIL- MAYO	SEPTIEMBRE- OCTUBRE- NOVIEMBRE	ABRIL- OCTUBRE- NOVIEMBRE	Tatacoa, Lajas, Cervetanas, Bateas, Rio Cabrera	Iguá, Matarratón, Guácimo, Amargoso, Payandé, Caguanejo, Cachimbo, Cacao, Plátano. Maíz.	Tatacoa, Lajas, Villavieja, Cervetanas, Rio Cabrera
1930-1920	92	1	1,9	MARZO- ABRIL- MAYO	SEPTIEMBRE- OCTUBRE- NOVIEMBRE - DICIEMBRE	ABRIL- OCTUBRE	Tatacoa, Lajas, Cervetanas	Mamoncillo, Iguá, Matarratón, Caucho, Guadua.	Tatacoa, Lajas , Cervetanas , Loma Miguelito
Totales		53	100						

Fuente: Autor Estudio

Tabla 4. Fotografías aéreas y líneas de vuelo

Línea de Vuelo	Año	Fotografías	Total	Cámara Distancia Focal (f =mm)	Escala Media
C 1586	1975	066-065-064-063-062-061-060-059	8	152	1:32500
C 1604	1975	032-033-034-035-036-037	6	152	1:55000
C 2520	1993	193-192-191-190- 212-213-214-215- 231-230-229-228	12	153	1:49850

Fuente: Autor Estudio

Todo el trabajo de fotointerpretación se realizó en forma digital, se inició con la georeferenciación de todas las fotografías aéreas correspondientes a los vuelos de los años 1975 y 1993 con el software ARCGIS 10.1, buscando cubrir toda el área de estudio, se realizó la fotointerpretación teniendo en cuenta elementos relevantes de la fotografía aérea como son: tamaño, tono, colores de grises y textura (Chuvieco 1995), y con las visitas de campo proceder a realizar los mapas para las coberturas vegetales presentes en la zona como son: Bosques, Matorral, Pasto natural con Sinuceas Arbóreas, Pasto natural, Suelo expuesto con Pasto natural, Suelo expuesto, y otras coberturas como son playones, cauces, lagos y zonas urbanizadas, para los años 1975 y 1993.

Con los respectivos mapas de cobertura vegetal se procedió a realizar la superposición de estos entre los años 1975 con 1993 y 1993 con 2010 y con la intersecciones respectivas calcular las aéreas y porcentajes de las diferentes coberturas ganadas o perdidas en esos periodos de tiempo, para poder determinar el avance y dirección del proceso de desertificación, teniendo como indicador de este la cobertura de suelo expuesto (Se), que es la que nos indica la mayor degradación del suelo, dejándolo susceptible a procesos erosivos ya sea por medio del viento, el agua o una combinación de estos.

Para complementar el presente estudio se determinaran las zonas de vida por medio de la biotemperatura, la precipitación y el sistema bioclimático de Holdridge que es una representación gráfica por medio de un hexágono de las diferentes zonas de vida que se pueden encontrar en el mundo, desde el ecuador hasta los polos sin importar en que hemisferio este ubicada, y se puede definir como la relación entre las comunidades vegetales, los animales y las actividades culturales del hombre, en una unidad, relacionadas entre sí por factores como la biotemperatura y la progresión logarítmica formada por los incrementos de calor y la precipitación que afectan sensiblemente las plantas (Holdridge, 1982); para continuar con el desarrollo del estudio se tomó la información de las estaciones climatológicas del IDEAM presentes y aledañas a la zona de estudio (Ver Figura

4), en sus registros de precipitación, temperatura, para los periodos de tiempo como se observa en la tabla 5.

Las Estaciones del Banquito, Arizona, Hacienda Manila y Mesa Redonda, están por fuera del área de estudio pero se incluyen en el estudio, debido a que en esa zona Sur y Oriente no se encuentran estaciones de referencia.

Para hallar la temperatura media anual de las estaciones marcadas con (#), como son la Yeguera, El Tomo y Mesa Redonda, que no tienen datos de temperatura se utilizó un análisis de regresión entre la altitud y la temperatura media anual ($Y = -0.0078X + 31.77$; $r = 0.97$, $p < 0.05$). bs-T (Bosque seco tropical), bms-T (Bosque muy seco tropical), (Cavelier, 1996).

Para el cálculo de la Biotemperatura que es la referida al crecimiento de la plantas en un rango de temperatura entre 0°C y 30°C, se empleo la ecuación basada en la temperatura media mensual ($T^{\circ}MM$) que cuando esta es mayor de 24°C la formula es:

$$t^{\text{bio}} = t - [(3 \times \text{Grados latitud}/100) \times (t - 24)^2]. \text{ (Holdridge óp. cit.)}$$

Donde: t^{bio} = Biotemperatura (°C). t = Temperatura media mensual (°C).

Tomando los valores de biotemperatura y precipitación y entrado con estos al diagrama de Holdridge (Figura 5), se procedió a determinar las diferentes zonas de vida presentes en el área de estudio, dando como resultado las siguientes: bosque seco tropical (bs-T), bosque muy seco tropical (bms-T) y las transiciones bosque seco tropical (bs-T) Transición Fría Seca y bosque muy seco tropical (bms-T) Transición Fría Húmeda ; en la provincias de humedad Árido y Semi-Árido (Ver Figura 6) .

Con estos datos consolidados de las estaciones climatológicas en lo referente a biotemperatura, precipitación , sus respectiva coordenadas Norte-Este (Tabla 1), y utilizando el software Surfer8 y ARCGIS 10.1, se generaron las líneas isotermas e isoyetas, con el método de interpolación Kriging que es un procedimiento geostadístico avanzado que genera una superficie estimada a partir de un conjunto de puntos dispersados con valores z, y que está basado en modelos estadísticos que incluyen la autocorrelación, es decir, las relaciones estadísticas entre los puntos medidos, gracias a esto, las técnicas de estadística geográfica no solo tienen la capacidad de producir una superficie de predicción sino que también proporcionan alguna medida de certeza o precisión de las predicciones, (ArcGIS Resource Center , 2013) .para luego superponer las líneas de isotermas e isoyetas en el mapa general de la zona de estudio consolidando así el mapa de zonas de vida (ver mapa 4).

Tabla 5. Estaciones meteorológicas zona de estudio

ESTACION	CODIGO	MUNICIPIO	LATITUD	LONGITUD	COTA msnm	PREC. mm	TEMP. °C	BIO T °C	PERIODO
San José	21115060	Villavieja	3°20' N	75°11' W	400	1138,2	28,2	26,44	1963-1995
La Yeguera #	21110120	Villavieja	3° 19' N	75° 10' W	400	1226,5	28,63	26,50	1985-1995
Villa Vieja FFCC	21115080	Villavieja	3° 14' N	75° 13' W	430	1122,3	27,9	26,42	1989-2 011
San Alfonso	2114504	Villavieja	3° 23' N	75° 06' W	440	1028	28,6	26,45	1958 -2004
El Tomo #	21140110	Villavieja	3° 19' N	75° 06' W	444	955,1	28,28	26,46	1989 -2011
Arizona	21140030	Baraya	3° 17' N	74° 58' W	650	532,6	27,3	26,23	1973-1989
El Banquito	21145010	Baraya	3° 23' N	74° 51' W	800	688,7	25,8	25,5	1963-1983
Hacienda Manila	21115180	Baraya	3° 09' N	75° 06' W	600	1181,8	26,9	26,11	1965-1988
Mesa Redonda #	21110160	Tello	3° 07' N	75° 12' W	400	1168,7	28,63	26,63	1971-1983

Fuente: IDEAM

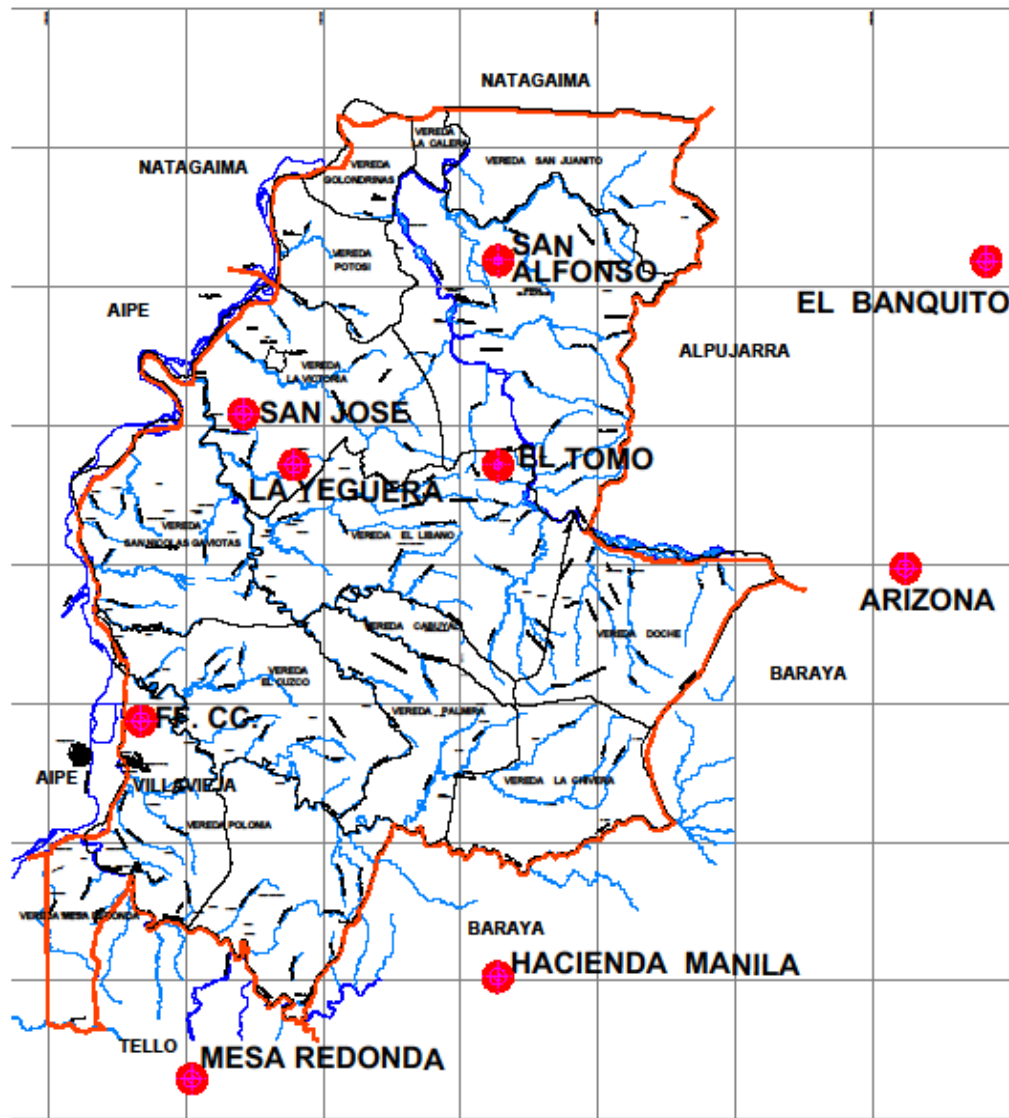


Figura 4. Ubicación geográfica Estaciones meteorológicas IDEAM
Fuente: Autor Estudio

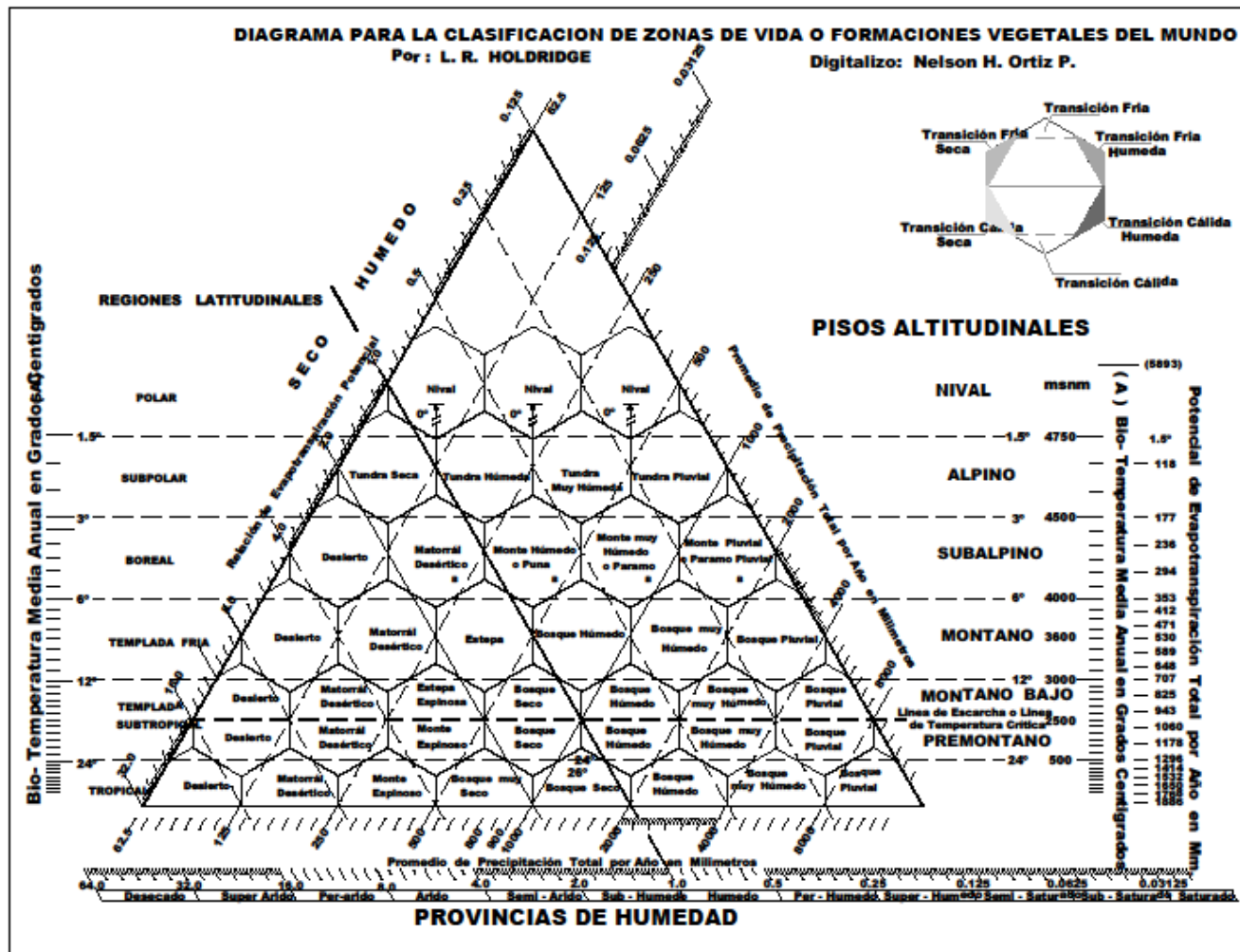


Figura 5 Sistema Bioclimático de Holdridge. F
 Fuente: L.R. HOLDRIDGE

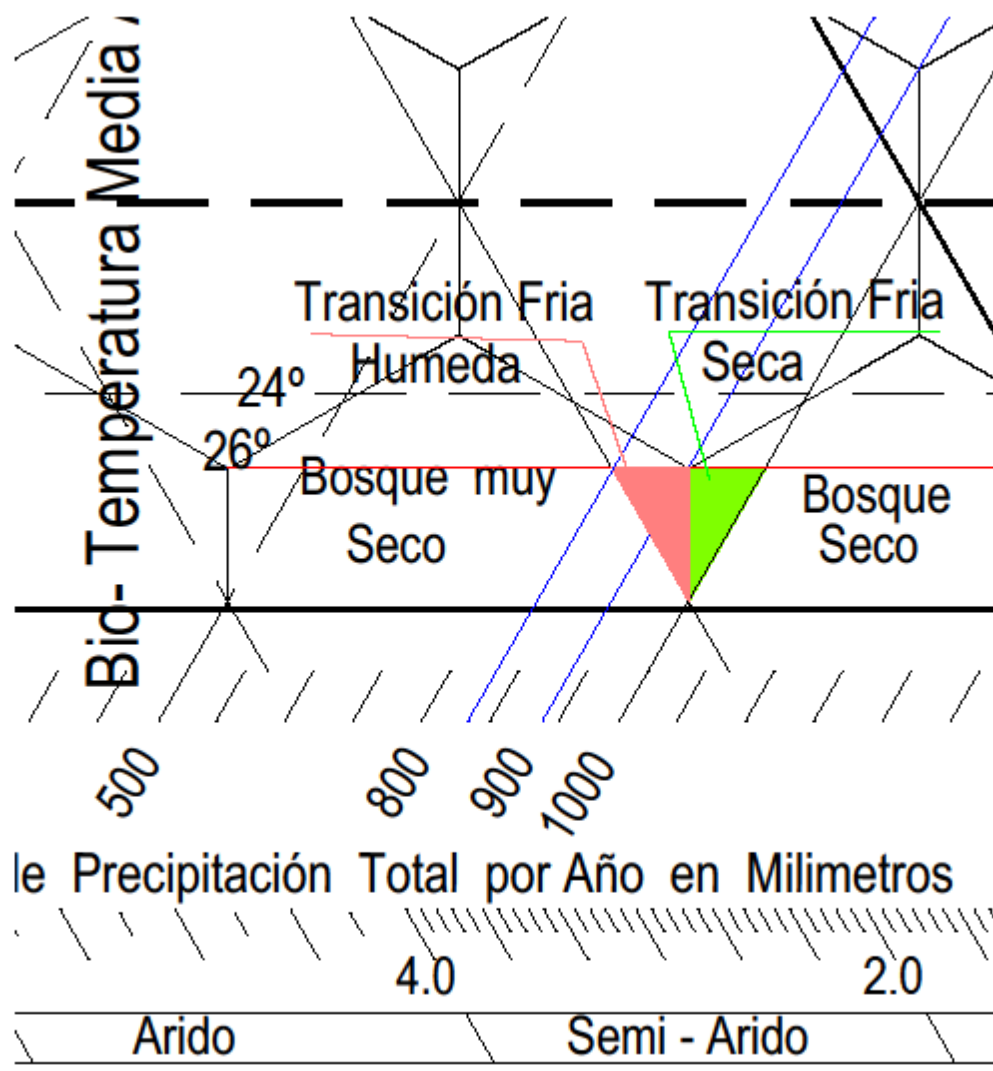


Figura 6. Localización Zonas de Vida y Transiciones
Fuente: Autor Estudio

4. RESULTADOS Y ANALISIS

De acuerdo a lo planteado en los objetivos de la propuesta que dio origen al presente trabajo de investigación, a continuación se presentan los resultados obtenidos y su respectivo análisis.

4.1 IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA GENERAL DE ESTUDIO.

En este sentido, es válido aclarar que se dispuso de la información existente en diferentes entidades, tales como el Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”, la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, la Universidad Surcolombiana y la Gobernación del Huila.

Una vez procesada la información recopilada, consistente en fotografías aéreas de los años 1975 y 1993, y realizando la respectiva georeferenciación de estas fotografías (Ver Tabla 4), se obtuvo un mapa base de la zona de estudio, utilizando como herramienta el software ArcGis 10.1.

El mapa base permite definir el área de estudio como una zona con una extensión de 51773,4 Hectáreas, en jurisdicción del municipio de Villavieja, la cual está delimitada por el norte con el municipio de Natagaima (Tolima), por el oriente con los municipios de Alpujarra (Tolima) y Baraya (Huila), por el occidente con el municipio de Aipe (Huila) y por el sur con los municipios de Baraya y Tello (Huila). La delimitación del área general del estudio definió el punto de partida para el desarrollo cartográfico temático, y las condiciones de análisis ecológico de la zona.

4.2 GENERACIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS.

Mediante el uso del software ArcGis 10,1 a partir del área base y con las fotografías georeferenciadas, se obtuvieron los mapas temáticos que corresponden a cobertura vegetal y usos del suelo, para diferentes momentos o periodos de tiempo. La escala de los mapas es de 1:50.000.

Las convenciones utilizadas en todos los desarrollos cartográficos, se relacionan con los siguientes temas como se observa en la tabla 6, así como los valores de áreas y porcentajes en la tabla 7.

Se mapificaron las diferentes coberturas de acuerdo a la tabla anterior, para los años 1975, 1993, y se incluyó el mapa de cobertura vegetal elaborado por la CAM en el año 2010. Con base en esta distribución temporal, los resultados cuantitativos y porcentuales fueron los siguientes:

Tabla 6. Convenciones coberturas vegetales y usos del suelo presentes en la zona de estudio

Tipo de Cobertura		Descripción - Referencias
Bosques.	Bo	(del b. lat. <i>boscus</i>), m. Sitio poblado de arboles arbustos y matas, cuando se establece en las riberas de una corriente de agua o masa de agua se llama bosque de galería o ribereño (PÍO Font Quer 2001), Hace referencia a las coberturas vegetales representadas en especies arbóreas, principalmente las asociadas a riberas de ríos y quebradas, y algunos “parches” boscosos en otras zonas, como las estribaciones y las partes altas de algunos cerros.
Matorral	Ma	(de mata) m. Sitio poblado de arbustos, matas y malezas(PÍO Font Quer 2001) . Se relaciona con la presencia de especies vegetales de porte mediano a bajo, con escasa frondosidad, tallos y ramas delgadas, presencia de hojas pequeñas y espinas, en algunos casos. Pueden estar asociadas con otras plantas o aisladas en diversas zonas.
Pasto Natural con Sinusia Arbórea	PnSa	Pasto (del latín <i>pastús</i>), m. Hierba que el ganado come en el mismo terreno donde se cría. Sinusia: Comunidad constituida por especies pertenecientes a un biotipo determinado de exigencias ecológicas uniformes (PÍO Font Quer 2001). Corresponde a la presencia de especies de porte bajo o rastrero, tipo pasturas naturales, entremezclada con comunidades de plantas de estructura uniforme, es este caso cobertura arbórea.
Pasto Natural	Pn.	Hace referencia a la cobertura vegetal mínima, representada por pasturas naturales, de porte bajo o rastrero.
Suelo Expuesto con Pasto Natural	SePn	Representa aquellas áreas en donde la cobertura en pasturas naturales no es completa y se observan “parches” de suelo sin cobertura alguna y con inicios de procesos erosivos.
Suelo Expuesto	Se	Muestra las condiciones de criticidad en los suelos, en donde se ha perdido la cobertura vegetal de manera permanente, y el proceso de erosión y desertización es progresivo. Es de tener en cuenta que esta cobertura incluye pequeñas asociaciones de suelo expuesto con especies de cardos, pequeños arbustos y herbáceas de bajo porte.
Cultivos	Cu	Representa la presencia de coberturas vegetales resultantes de actividades antrópicas, ya sea de manutención o consumo propio, o para actividades comerciales.
Zona urbana	Zu	Indica las zonas de ocupación humana, específicamente núcleos urbanos.
Cauces	Ca	Corresponde a las áreas que normalmente ocupan las corrientes de agua, sin generar riesgos de inundación o avalancha.
Lago	La	Indican la presencia de cuerpos de agua lenticos, ya sean naturales o artificiales.
Playones	Pla	Hace referencia a las zonas aledañas a los cauces, ocupadas eventualmente por las corrientes hídricas en época de invierno.

Fuente: Autor Estudio

Tabla 7. Áreas de coberturas vegetales y usos del suelo presentes en la zona de estudio

Tipo de Cobertura	1975		1993		2010	
	Area (Has)	%	Area (Has)	%	Area (Has)	%
Bosques.	6303,6	12,2	4078,0	7,9	4828,3	9,3
Matorral	7318,8	14,1	7443,8	14,4	1931,9	3,7
Pasto Natural con Sinusia Arbórea	18728,1	36,2	10849,1	21,0	10507,8	20,3
Pasto Natural	7665,3	14,8	10146,8	19,6	6861,2	13,3
Suelo Expuesto con Pasto Natural	4243,5	8,2	4045,4	7,8	4930,0	9,5
Suelo Expuesto	2581,4	5,0	7659,6	14,8	15723,8	30,4
Cultivos	3473,4	6,7	6039,3	11,7	5418,3	10,5
Zona urbana	61,2	0,1	113,1	0,2	125,7	0,2
Cauces	1058,6	2,0	1058,6	2,0	1058,6	2,0
Lago	4,3	0,0	4,3	0,0	335,5	0,6
Playones	335,5	0,6	52,4	0,1	335,5	0,6
TOTALES	51773,4	100,0	51773,4	100,0	51773,4	100,0

Fuente: Autor Estudio

4.2.1 Cobertura vegetal y usos del suelo – Año de control 1975.

Como se observa en la figura 7 y Mapa 1, la cobertura vegetal más significativa corresponde a la de Pastos naturales con Sinusia arbórea (PnSa), con un 36,2% del área total de estudio, equivalente a 18728,1 hectáreas. Esto implica que en dicha época, las actividades humanas principales estaban relacionadas con el sector pecuario, en donde posiblemente por efectos de ampliar las zonas de pastoreo, era necesaria la intervención de algunas zonas boscosas.

La tendencia de ocupación de esta cobertura vegetal Pasto natural con Sunusias Arbóreas (PnSa), se observa en las siguientes veredas pertenecientes a la zona de estudio (Ver Tabla 8):

Las coberturas que siguen en porcentaje de ocupación, para el año en referencia, corresponden a Pasto natural (Pn) con un 14,8%, Matorral con 14,1% y Bosques con 12,2%. Estos valores muestran una secuencia de ocupación directamente relacionada con las actividades antrópicas de la época.

Luego aparece la cobertura de Suelo expuesto con Pasto natural (SePn) con una ocupación de 8,2%, lo que permite deducir que en ese periodo ya se podía observar la afectación de la actividad del pastoreo representada en la pérdida de cobertura vegetal con la consecuente aparición de suelos expuestos y el riesgo de afrontar procesos erosivos y de empobrecimiento en su fertilidad.

En lo que respecta a la cobertura tipo Suelo expuesto (Se), considerada como el principal indicador del proceso de desertificación, se observa una ocupación del 5%, equivalente a 2581,4 hectáreas. Esta ocupación se evidencia en la vereda El Cuzco, con una tendencia alta, y en parches pequeños en las veredas Cabuyal y San Nicolás Gaviotas. Adicionalmente, y como parte de ese proceso degradante en los suelos, se observa que la cobertura vegetal de tipo Suelo expuesto con Pasto natural (SePn), segundo indicador del proceso en discusión, presenta una ocupación del 8,2% del total del área de estudio, que representa 4243,5 hectáreas. Esta ocupación se observa principalmente en las veredas San Nicolás Gaviotas, Palmira y Cabuyal, y en menor proporción en las veredas El Líbano y el Cuzco.

Los valores más bajos corresponden a Cauces, lagos, zona urbana y playones, en donde la suma de sus porcentajes de ocupación no sobrepasa el 3% del área de estudio.

La tendencia de ocupación de las coberturas vegetales Suelo Expuesto (Se) y Suelo Expuesto con Pasto Natural (SePn), se observa en la Tabla 7.

Coberturas Vegetales

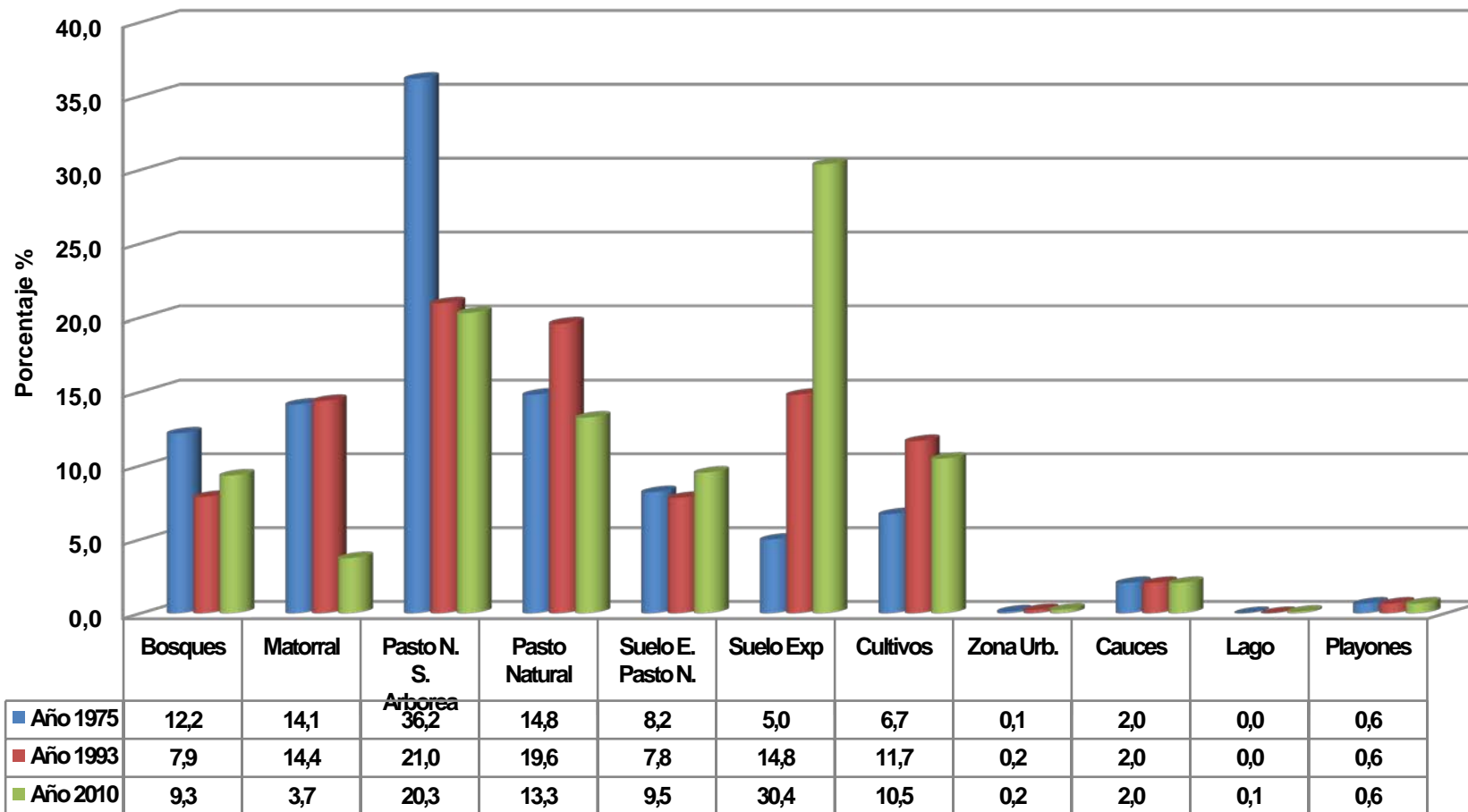
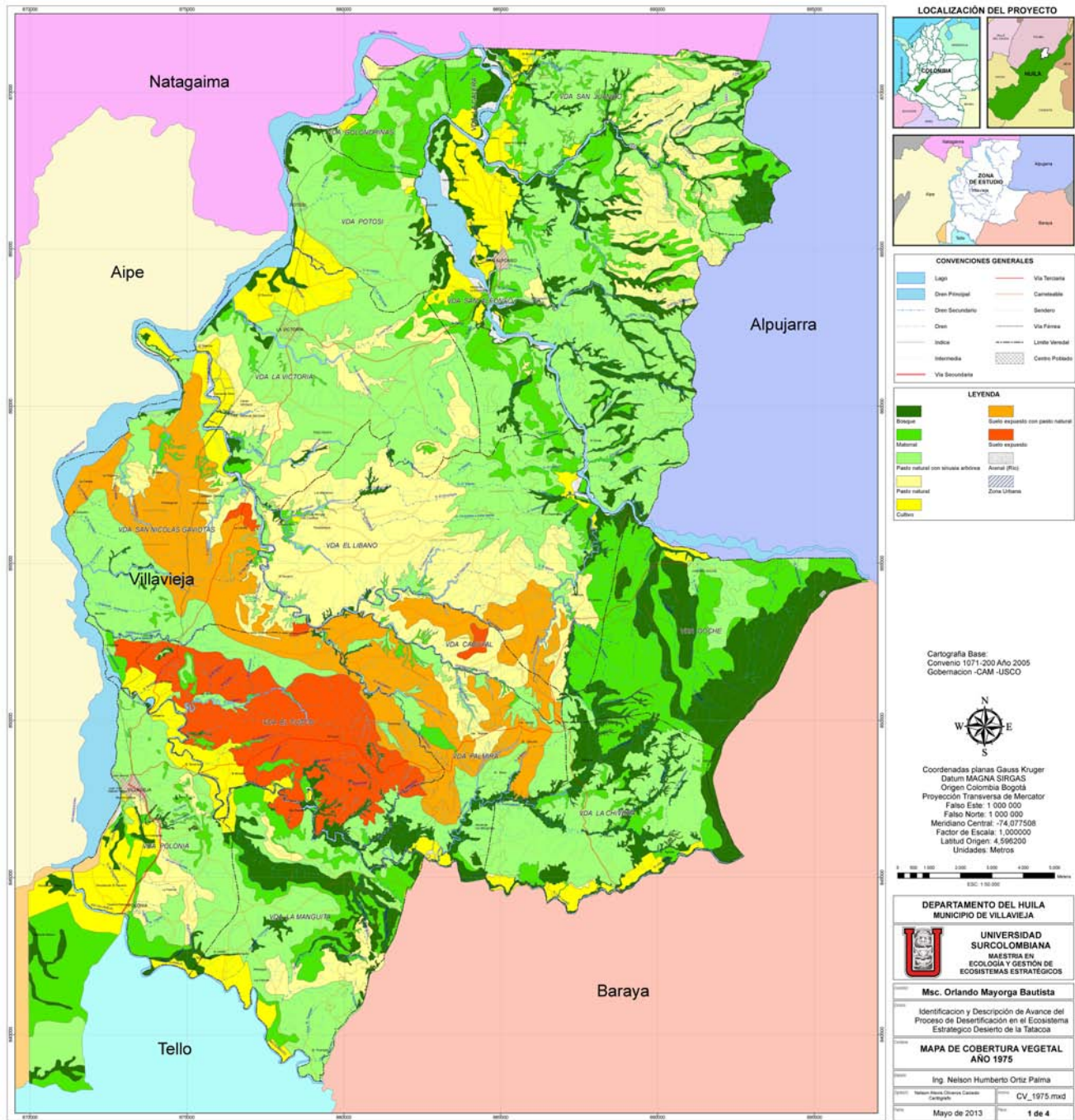


Figura 7. Coberturas Vegetales y Usos del Suelo en Porcentajes Años 1975, 1993 y 2010
Fuente: Autor Estudio

Tabla 8. Tendencia de ocupación de las Coberturas vegetales y usos del suelo - Año 1975

Sector en área de estudio	Zona o Vereda	Tendencia de ocupación Pasto N. Sinusia A	Tendencia de ocupación Suelo Exp. Pasto N.	Tendencia de ocupación Suelo Expuesto
Norte	La Calera	Baja	No detectada	No detectada
Nororiente	San Juanito	Media	No detectada	No detectada
Nororiente	San Alfonso	Alta	No detectada	No detectada
Noroccidente	Golondrinas	Media	No detectada	No detectada
Noroccidente	Potosí	Alta	No detectada	No detectada
Noroccidente	La Victoria	Alta	No detectada	No detectada
Occidente	San Nicolás Gaviotas	Media	Alta	Baja
Centro - Occidente	El Cuzco	Baja	Baja	Alta
Centro	El Líbano	Baja	Baja	No detectada
Centro	Cabuyal	Baja	Media a alta	Baja
Centro	Palmira	Baja a media	Alta	No detectada
Oriente	Doche	Baja	No detectada	No detectada
Oriente	La Chivera	Alta	No detectada	No detectada
Suroccidente	Polonia	Media	No detectada	No detectada
Suroccidente	Mesa Redonda	Baja	No detectada	No detectada
Sur	La Manguita	Media a alta	No detectada	No detectada

Fuente: Autor Estudio



Mapa 1. Cobertura Vegetal y Usos del Suelo - 1975
Autor: Nelson Ortiz 2013.

4.2.2 Cobertura vegetal y usos del suelo – Año de control 1993.

En este periodo de control (Ver figura 7 y Mapa 2), la cobertura vegetal predominante corresponde a Pasto natural con Sinusia arbórea (PnSa) con un 21% de ocupación representada en 10849,1 hectáreas. En segundo lugar, con un valor muy cercano al anterior, aparece la cobertura vegetal de tipo pasto natural (Pn) con un 19,6% de ocupación traducida en 10146,8 hectáreas.

Lo anterior permite hacer un análisis de tal forma que si bien la cobertura (PnSa) se mantiene en primer lugar en comparación con el año de control de 1975, su porcentaje de ocupación disminuyó en quince puntos porcentuales, expresado en 7879 hectáreas, y por el contrario, la cobertura de (Pn) aumentó de 1975 a 1993 en cinco puntos porcentuales, representada en 2481,5 hectáreas. Esta condición indica un aumento en la afectación de los bosques, los cuales disminuyeron de un periodo a otro en cuatro puntos porcentuales, representados en 2225,5 hectáreas.

Esta situación se considera estrechamente ligada con la explotación ganadera y con el aumento en la ocupación de los cultivos, los cuales aumentaron de un periodo a otro en cinco puntos porcentuales, es decir 2565,9 hectáreas.

La tendencia de ocupación de esta cobertura vegetal (PnSa), se observa en las siguientes zonas (Ver Tabla8).

Mención especial debe hacerse a la ocupación con suelo expuesto (Se), el cual pasó de 5% (2581,4 hectáreas) en 1975, a 14,8% (7659,6 hectáreas), lo que indica un aumento cercano a los diez puntos porcentuales, representados en 5078,2 hectáreas. Esta ocupación se evidencia en las veredas El Cuzco, San Nicolás Gaviotas, Palmira, Cabuyal y El Líbano, con una tendencia alta, y en parches pequeños en la vereda La Victoria. Se observa que la cobertura vegetal de tipo Suelo expuesto con Pasto natural (SePn), presenta una ocupación del 7,8% del total del área de estudio, que representa 4045,4 hectáreas. Esta ocupación se observa principalmente en las veredas La Victoria, Potosí, Polonia y La Manguita, y en menor proporción en las veredas La Chivera, Palmira, Cabuyal, Doche, El Líbano y San Juanito, la tendencia de ocupación de estas coberturas vegetales, la observamos en la Tabla 9.

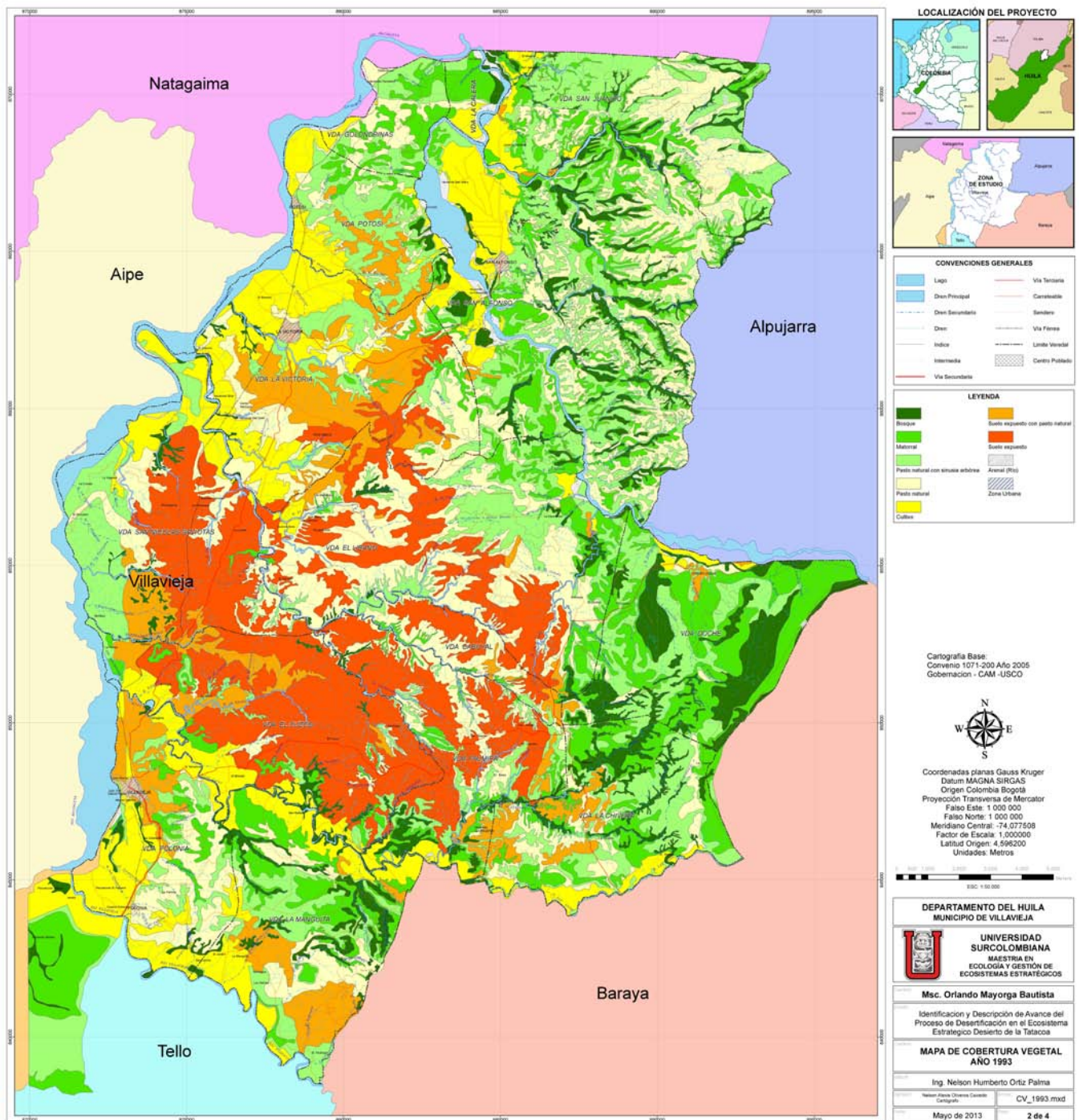
Las coberturas que siguen en porcentaje de ocupación, para el año en referencia, corresponden a Matorral con 14,4% y Cultivos con 11,7%. Es de anotar que el valor de Cultivos se incrementó en cinco puntos porcentuales, equivalentes a 2565,9 hectáreas más cultivadas desde el año de control 1975 a 1993, y muestran una secuencia de ocupación directamente relacionada con las coberturas indicadoras de desertificación.

Los valores más bajos corresponden a Cauces, Lagos, Zona urbana y Playones, en donde la suma de sus porcentajes de ocupación no sobrepasa el 3% del área de estudio.

Tabla 9. Tendencia de ocupación de las Coberturas vegetales Año 1993

Sector en área de estudio	Zona o Vereda	Tendencia de ocupación Pasto N. Sinusia A	Tendencia de ocupación Suelo Exp. Pasto N.	Tendencia de ocupación Suelo Expuesto
Norte	La Calera	Baja	No detectada	No detectada
Nororiente	San Juanito	Media a Baja	Baja	No detectada
Nororiente	San Alfonso	Media a Baja	Baja	No detectada
Noroccidente	Golondrinas	Media a Baja	Media a Baja	No detectada
Noroccidente	Potosí	Media	Media a Baja	No detectada
Noroccidente	La Victoria	Baja	Media a Alta	Baja
Occidente	San Nicolás Gaviotas	Media a Baja	Baja	Media a Alta
Centro - Occidente	El Cuzco	Baja	Baja	Alta
Centro	El Líbano	Baja	Baja	Media
Centro	Cabuyal	Baja	Baja	Media a Alta
Centro	Palmira	Baja	Baja	Alta
Oriente	Doche	Baja	Baja	No detectada
Oriente	La Chivera	Media a Baja	Media a Baja	No detectada
Suroccidente	Polonia	Baja	Media a Baja	No detectada
Suroccidente	Mesa Redonda	Baja	No detectada	No detectada
Sur	La Manguita	Media a Baja	Media a Baja	No detectada

Fuente: Autor Estudio



Mapa 2. Coberturas Vegetales y Usos del Suelos - 1993
 Autor: Nelson Ortiz 2013.

4.2.3- Análisis progresivo del proceso de desertificación entre los años de control 1975 a 1993.

Para una mejor comprensión de los cambios en los datos obtenidos de las ocupaciones respectivas para cada una de las coberturas vegetales en estudio, se presenta a continuación un análisis pormenorizado de los cambios ocurridos entre los años de control mencionados en los numerales anteriores.

Este análisis se presenta desde varios puntos de vista, así: Sector dentro del área de estudio, zona o vereda, tendencia de aumento o disminución de la ocupación por cobertura vegetal, posible causa del cambio y efecto del cambio, dirección y velocidad del proceso de desertificación. Estos elementos de análisis se presentan a continuación:

4.2.3.1 - Sector dentro del área de estudio.

Los sectores que se ven involucrados en el proceso de cambio en la ocupación de las coberturas vegetales, analizados del año de control 1975 al año de control 1993 (periodo de 18 años) (Mapa 5), corresponden de mayor a menor incidencia a: Sectores sur, con presencia que fluctuó de 8 a 9 de las 11 coberturas vegetales analizadas, seguidos del sector norte que se mantuvo con presencia en 8 de las coberturas, sector centro con presencia que fluctuó de 7 a 3 de las coberturas, sector occidente fluctuante de con 6 a 4, sector noroccidente se mantuvo en 5, sector nororiental fluctuó de 3 a 1 presencias y con menor presencia los demás sectores (suroriente, suroccidente, oriente, centro-sur, centro-oriente).

4.2.3.2- Zonas o veredas.

Las zonas o veredas con mayor grado de afectación en el proceso progresivo de desertificación para el periodo de control años 1975 a 1993, son entendidas como aquellas con más cantidad de coberturas vegetales y usos del suelo conllevan a un alto riesgo de degradación, son en su orden (Ver Tabla 10):

Tabla 10. Veredas con mayor riesgo de degradación Periodo 1975 – 1993.

Primer Orden	San Nicolás Gaviotas - La Victoria - San Alfonso - Potosí - El Cuzco - Palmira – Polonia - El Líbano
Segundo Orden	Golondrinas - La Manguita - El Cabuyal
Tercer Orden	La Chivera - La Calera - San Juanito - Mesa Redonda - Doche

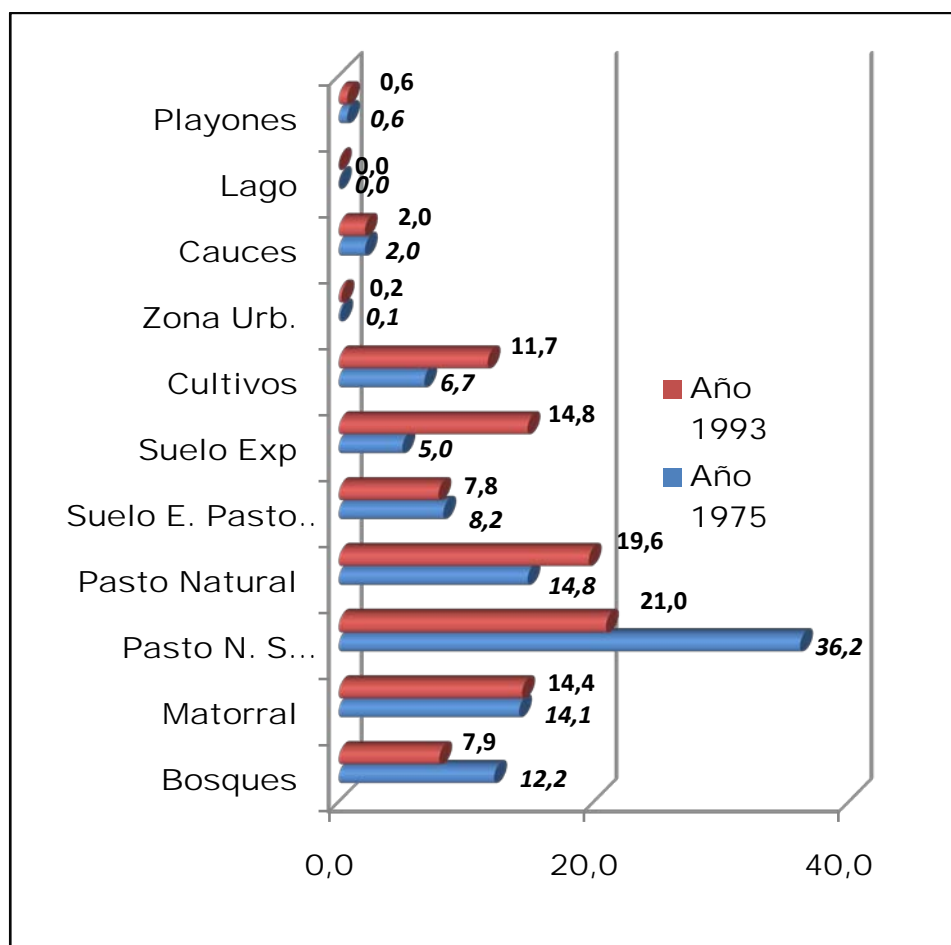
Fuente: Autor Estudio

A partir del primer indicador de degradación – Suelo expuesto (Se) – los resultados nos permiten observar que el proceso de desertificación, parte desde el

sector centro y occidente del área de estudio – veredas El Cuzco, Palmira y Cabuyal -, prosiguió en una expansión hacia el noroccidente y norte, principalmente – veredas San Nicolás Gaviotas, El Líbano, La Victoria, San Alfonso y Potosí, y en menor proporción hacia el suroccidente vereda Polonia. La tendencia de degradación se orienta en particular hacia las zonas con mayor actividad agropecuaria, lo cual indica ineficacia en el manejo de los recursos naturales debido a falta de planes de manejo ambiental que garanticen la producción a largo plazo en condiciones de sostenibilidad.

4.2.3.3- Tendencia de aumento o disminución en la ocupación por cobertura vegetal.

Este análisis parte del proceso comparativo entre los años de control – 1975 a 1990 - para la ocupación de cada una de las coberturas vegetales, los resultados se observan en figura (8) en porcentaje (%), y la tendencia de aumento o disminución, y las causas y efectos en la tabla 11:



**Figura 8. Coberturas vegetales y usos del suelo en porcentaje
Periodo 1975 – 1993.
Fuente: Autor Estudio**

Tabla 11. Tendencia de las coberturas vegetales y usos del suelo en porcentaje y área - Periodo 1975 – 1993.

Cobertura	Aumento Hectáreas	Disminuyo Hectáreas	%	Causa del cambio	Efecto del cambio	Sector	Veredas (Tabla 1)
Bosques		2225.6	4.3	Expansión de la frontera agrícola que requería mayor área de explotación tanto para cultivos como para el sector pecuario.	Aumento de zonas con Pasto natural (Pn) y Suelo expuesto (Se)	Norte, Nororiente, Suroriente, Sur,	Todas (1 - 16)
Matorral	125		0,2	Transporte de semillas por el viento y las condiciones de precipitación, que aunque no sean frecuentes, facilitan la aparición de estas coberturas	Aporte en mejoramiento de suelos	Norte, Sur Nororiente, Noroccidente,	Todas (1 - 16)
Pasto natural con Sinusia arbórea (PnSa)		7878,9	15.2	Adecuación de áreas para explotación agropecuaria.	Riesgo en aumento de zonas con Pasto natural (Pn) y Suelo expuesto (Se)	Todos los Sectores	Todas (1 - 16)
Pasto natural (Pn)	2481,6		4,8	Necesidad de tierras para pastoreo	Riesgo en aumento de zonas con Suelo expuesto (Se)	Norte, Centro, Sur	No aplican Doche, Mesa Redonda, La Chivera
Suelo expuesto con Pasto natural (SePn)		198,1	0,4	Pastoreo, suelo más fácil de degradarse	Riesgo en aumento de zonas con Suelo expuesto (Se)	Centro, Occidente	San Nicolas Gaviotas, El Líbano, Cabuyal, el Cuzco, Palmira
Suelo expuesto (Se)	5078,2		9,8	Actividades agropecuarias mas condiciones climáticas, propician el aumento del primer indicador de desertificación.	Degradación extrema de suelos, Riesgo de pérdida de fertilidad.	Centro sur, Occidente	El Cuzco, Palmira, San Nicolas Gaviotas, Cabuyal, La Manguita
Cultivos	2565,9		5.0	Incremento en el área explotada en actividades agrícolas	Riesgo en aumento de zonas con Suelo expuesto (Se)	Norte, Sur Noroccidente, Centrooriente, Occidente	No aplica La Chivera
Zona Urbana	51,9		0,1	Aumento de la población y por ende mas necesidades básicas por satisfacer	Disminución en áreas con cobertura vegetal	Norte, Sur Noroccidente,	Polonia, San Alfonso, Potosí, La Victoria
Cauces, Lagos y Playones	No Aplica	No Aplica	0.0	No Aplica	No Aplica	Lagos al Noroccidente,	La Victoria, San Nicolas Gaviotas

Fuente: Autor Estudio

4.2.3.4- Dirección del crecimiento del proceso de desertificación.

Según el análisis aplicado al mapa 5, en donde se superponen las condiciones de cobertura para los años de control 1975 y 1993, se puede observar que la dirección de crecimiento para el proceso de desertificación, aplicando el primer indicador de cobertura vegetal crítica, Suelo expuesto (Se), indica que la orientación se da hacia el occidente y norte del área de estudio, partiendo la medición desde la zona centro de la misma área.

Esta dirección de crecimiento hace referencia a las veredas La Victoria, San Nicolás Gaviotas, El Líbano, El Cabuyal, Palmira y El Cuzco.

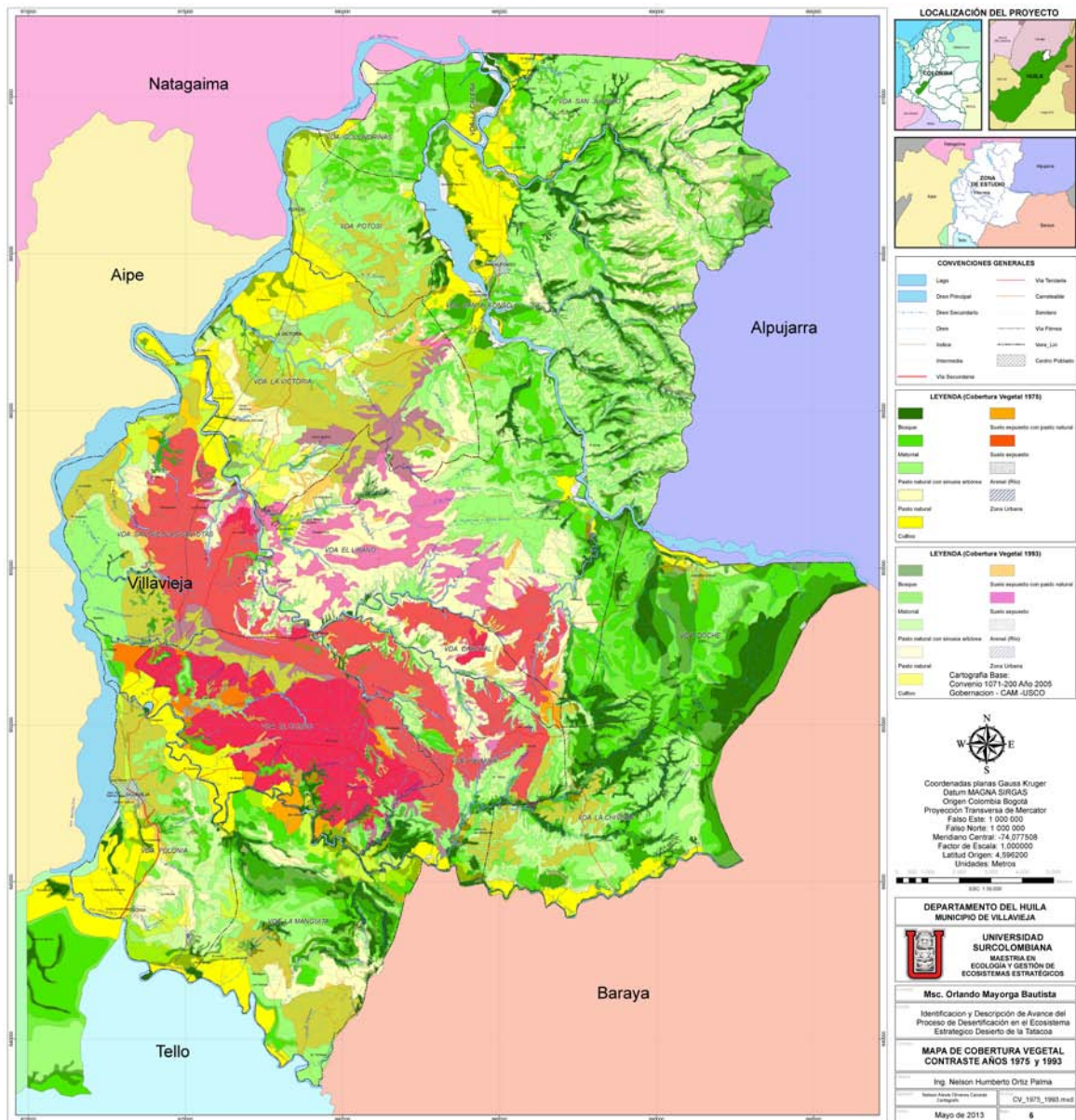
Aplicando el segundo indicador de cobertura vegetal crítica, Suelo expuesto con Pasto natural (SePn), se observa que la orientación se da hacia todos los sectores (norte, sur, oriente y occidente) alrededor de la zona de Suelo expuesto (Se).

Esta dirección de crecimiento hace referencia a las veredas San Juanito, San Alfonso, Potosí, La Victoria, San Nicolás Gaviotas, El Líbano, El Cabuyal, Doche, Palmira, El Cuzco, La Chivera, La Manguita y La Polonia.

4.2.3.5- Velocidad de crecimiento del proceso de desertificación

Según el cálculo estimado para la comparación de los años de control 1975 y 1993, da como resultado una velocidad de desertificación de 281 hectáreas por año, entendidas como un total de 5078 hectáreas perdidas en un periodo de 18 años, para la cobertura vegetal crítica, Suelo expuesto (Se).

Para el segundo indicador de criticidad, Suelo expuesto con Pasto natural (SePn), se presenta un decrecimiento representado en -11 hectáreas por año, entendidas como un total de -198,1 hectáreas recuperadas naturalmente en un periodo de 18 años.



**Mapa 5. Superposición Mapas Cobertura Vegetal y Usos del Suelo 1975-1993
 Autor: Nelson Ortiz 2013.**

4.2.4- Cobertura vegetal y usos del suelo – Año de control 2010.

Se utilizó para este periodo de control, la cartografía elaborada por la CAM para ese año (Ver Figura 7 y Mapa 3). La cobertura vegetal predominante corresponde a Suelo expuesto (Se) con un 30,4% de ocupación representada en 15723,8 hectáreas. En segundo lugar, aparece la cobertura vegetal de tipo Pasto natural con Sinusia arbórea (PnSa) con un 20,3% de ocupación traducida en 10507,8 hectáreas.

Lo anterior permite hacer un análisis de tal forma que a diferencia de lo detectado en los años de control 1975 y 1993, en donde la cobertura vegetal predominante era el PnSa, ahora prevalece el Suelo expuesto (Se), con un incremento de más de quince puntos porcentuales equivalentes a 8064 hectáreas más de afectación por falta de cobertura vegetal. Esta condición indica un aumento considerablemente alto de esta cobertura, en comparación con los otros años de control, y pone de manifiesto la afectación de otras coberturas vegetales variadas que existen en la zona, especialmente los Matorrales y el Pasto natural (Pn), manteniéndose con dificultad las coberturas de Bosque y PnSa.

Esta situación se considera estrechamente ligada con la explotación ganadera, y factores de cambio climático.

Las coberturas que siguen en porcentaje de ocupación, para el año en referencia, corresponden a Pasto natural (Pn) con 13,3%, Cultivos con 10,5% y Bosques con 9,3%. Es de anotar que el valor de Cultivos no se incrementó, probablemente debido a las mismas condiciones de degradación de los suelos aledaños representados en los indicadores de desertificación anotados anteriormente.

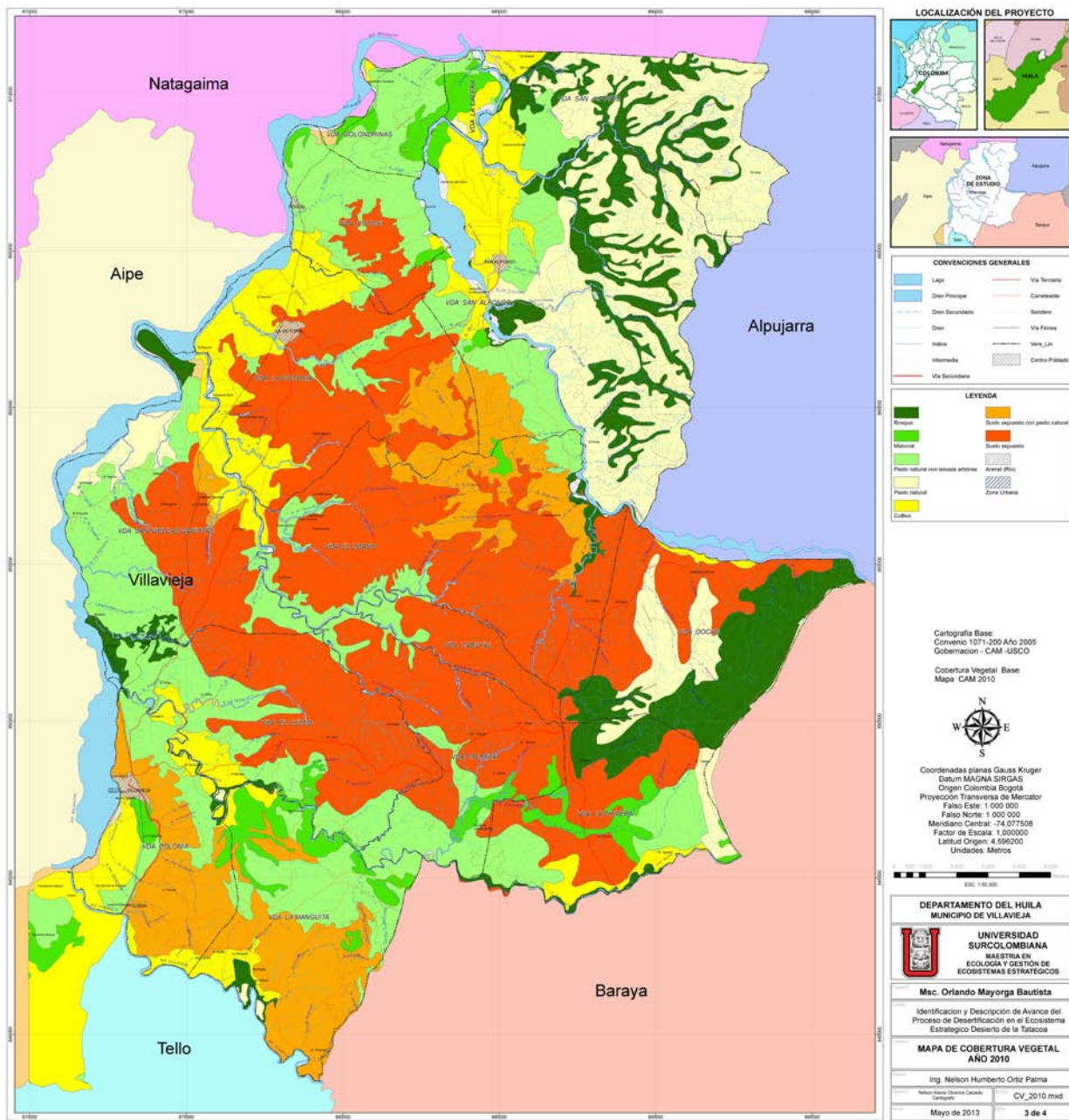
Los valores más bajos corresponden a Cauces, Lagos, Zona urbana y Playones, en donde la suma de sus porcentajes de ocupación no sobrepasa el 3% del área de estudio.

La tendencia de ocupación de esta cobertura vegetal Pasto natural con Sinusia arbórea (PnSa), suelo expuesto con pasto natural (SePn), y suelo expuesto (Se), se observa en las siguiente Tabla 12:

Tabla 12. Tendencia de ocupación de las Coberturas vegetales - Año 2010

Sector en área de estudio	Zona o Vereda	Tendencia de ocupación Pasto N. Sinusia A	Tendencia de ocupación Suelo Exp. Pasto N.	Tendencia de ocupación Suelo Expuesto
Norte	La Calera	No detectada	No detectada	Baja
Nororiente	San Juanito	No detectada	No detectada	Baja
Nororiente	San Alfonso	Baja	Baja	Media a Baja
Noroccidente	Golondrinas	No detectada	No detectada	Alta
Noroccidente	Potosí	No detectada	No detectada	Alta
Noroccidente	La Victoria	Alta	Baja	Baja
Occidente	San Nicolás Gaviotas	Media a Baja	Baja	Media a Baja
Centro - Occidente	El Cuzco	Alta	No detectada	Media a Baja
Centro	El Líbano	Alta	Media a Baja	Baja
Centro	Cabuyal	Alta	No detectada	Baja
Centro	Palmira	Alta	No detectada	Media a Baja
Oriente	Doche	Media a Baja	No detectada	No detectada
Oriente	La Chivera	Media	No detectada	Media a Baja
Suroccidente	Polonia	No detectada	Media a Alta	Media a Baja
Suroccidente	Mesa Redonda	No detectada	No detectada	Baja
Sur	La Manguita	No detectada	Media a Alta	Media a Baja

Fuente: Autor Estudio



Mapa 3. Cobertura Vegetal y Usos del Suelo - 2010
 Autor: Nelson Ortiz 2013.

4.2.5- Análisis progresivo del proceso de desertificación entre los años de control 1993 a 2010.

Para este periodo de comparación, el análisis se presenta desde varios puntos de vista, como el realizado para el periodo 1975-1993 así: Sector dentro del área de estudio, zona o vereda, tendencia de aumento o disminución de la ocupación por cobertura vegetal, posible causa del cambio y efecto del cambio, dirección y velocidad del proceso de desertificación, los elementos de análisis se presentan a continuación

4.2.5.1- Sector dentro del área de estudio.

Los sectores que se ven involucrados en el proceso progresivo de cambio en la ocupación de las coberturas vegetales, analizados del año de control 1993 al año de control 2010 (periodo de 17 años) (Mapa 6), corresponden de mayor a menor incidencia a: Sectores sur y norte, con presencia en 8 de las 11 coberturas vegetales analizadas, seguidos de los sectores noroccidental y centro con presencia en 5 coberturas, sector occidente con 4, sectores oriental y suroriental con 3 presencias y con menor presencia los demás sectores (suroccidente, nororiental, centro-sur, centro-norte, centro-occidente y centro-oriente).

4.2.5.2- Zonas o veredas.

Las zonas o veredas con mayor grado de afectación en el proceso progresivo de desertificación para el periodo de control entre los años 1993 a 2010, entendidas como aquellas con más cantidad de coberturas vegetales y usos del suelo que conllevan a un alto riesgo de degradación, son en su orden (Ver Tabla 13):

Tabla 13. Veredas con mayor riesgo de degradación Periodo 1993 – 2010.

Primer Orden	San Nicolás Gaviotas - La Victoria - San Alfonso - Potosí - El Cuzco - Palmira – Polonia - El Líbano
Segundo Orden	Golondrinas - La Manguita - El Cabuyal - La Chivera - La Calera
Tercer Orden	Doche - San Juanito - Mesa Redonda -

Fuente: Autor Estudio

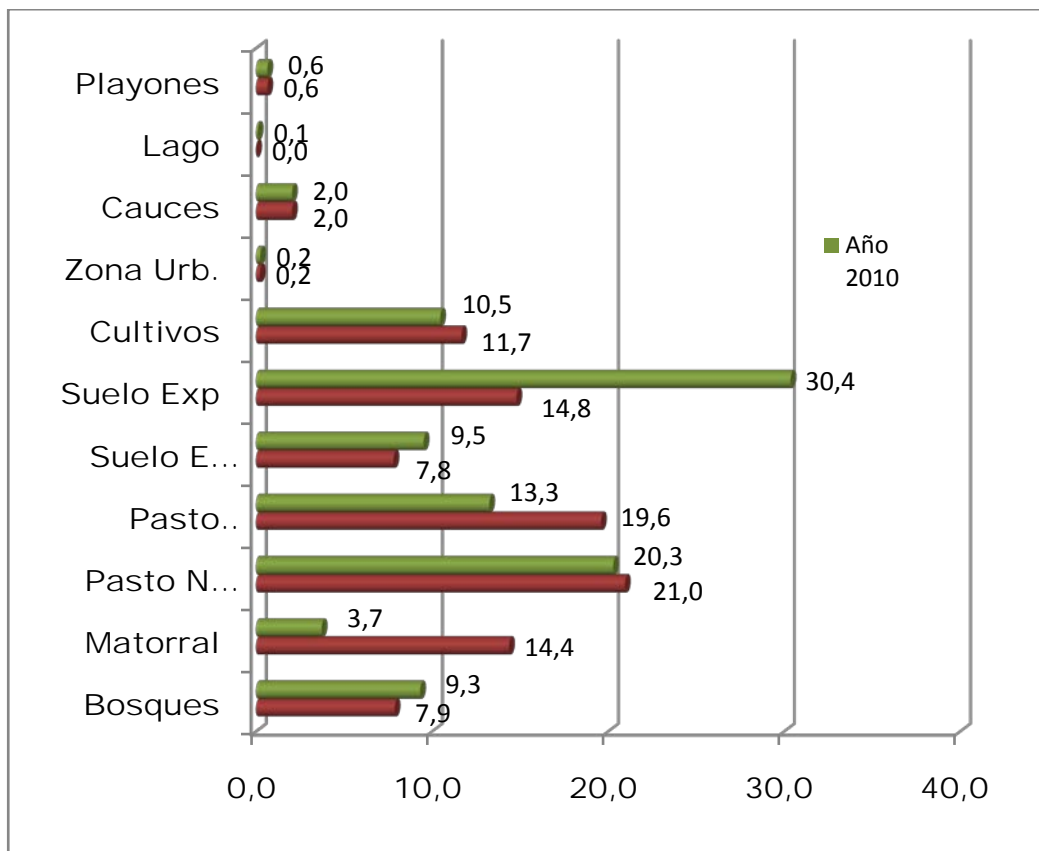
Estos resultados permiten observar que el proceso de desertificación, comparativamente con el anterior periodo analizado, muestra un incremento hacia la vereda La Chivera, en el sector suroriente tomando como referente el primer indicador

de degradación – Suelo expuesto Se. Los demás sectores se mantienen en la tendencia de degradación aun cuando su área va en aumento.

La tendencia de degradación se orienta en particular hacia las zonas con mayor actividad agropecuaria, lo cual reitera la ineficacia en el manejo de los recursos naturales debido a falta de planes de manejo ambiental que garanticen la producción a largo plazo en condiciones de sostenibilidad.

4.2.5.3- Tendencia de aumento o disminución en la ocupación por cobertura vegetal.

Este análisis parte del proceso comparativo entre los años de control – 1993 a 2010 para la ocupación de cada una de las coberturas vegetales, los resultados se observan en figura (9) en porcentaje (%), y la tendencia de aumento o disminución, y las causas y efectos en la tabla 14:



**Figura 9. Coberturas vegetales y usos del suelo en porcentaje
Periodo 1993 – 2010.
Fuente: Autor Estudio**

Tabla 14. Tendencia de las coberturas vegetales y usos del suelo en porcentaje y área - Periodo 1993 – 2010.

Cobertura	Aumento Hectáreas	Disminuyo Hectáreas	%	Causa del cambio	Efecto del cambio	Sector	Veredas (Tabla 1)
Bosques	750		1.4	Variación climática con aumento de lluvias y suelos dejados de cultivar.	Mejoramiento de suelos.	Norte, Nororiente, Centrosur.	Todas (1 - 16)
Matorral		5512	10.6	Aumento de actividades pecuarias, ampliación de la frontera agrícola y variación climática.	Aumento de zonas en Pasto natural (Pn), y Suelo expuesto (Se).	Norte, Sur Oriente,	No aplica Golondrinas
Pasto natural con Sinusia arbórea (PnSa)		341	0.7	Aumento de actividades pecuarias, ampliación de la frontera agrícola y variación climática.	Aumento de zonas en Pasto natural (Pn), y Suelo expuesto (Se).	Todos los Sectores	Todas (1 - 16)
Pasto natural (Pn)		3286	6.3	Aumento de actividades pecuarias, ampliación de la frontera agrícola y variación climática.	Riesgo de aumento de zonas con Suelo expuesto (Se).	Norte, Centro, Sur	No aplican Doche, Mesa Redonda, La Calera
Suelo expuesto con Pasto natural (SePn)		885	1.7	Inicio de proceso de degradación de suelos por manejos inadecuados.	Riesgo de aumento de zonas con Suelo expuesto (Se).	Centro, Occidente	No aplican Mesa Redonda, La Calera, Golondrinas.
Suelo expuesto (Se)	8064		15.6	Manejos inadecuados relacionados con el aumento de actividades agropecuarias.	Degradación extrema de suelos. Riesgo de pérdida de fertilidad.	Centro sur, Occidente	El Cuzco, La Chivera, Palmira, La Victoria. El Líbano, Cabuyal, San Nicolas Gaviotas.
Cultivos		621	1.2	Factores climáticos y degradación de los suelos.	Riesgo de aumento de zonas con Suelo expuesto (Se).	Norte, Sur Noroccidente, Centrooriente, Occidente	No aplica Potosí.
Zona Urbana	13		0,1	Incremento en la población	Disminución de áreas con cobertura vegetal.	Norte, Sur Noroccidente,	Polonia, San Alfonso, Potosí, La Victoria
Lagos	48		0,1	Suministro de agua a zonas que se destinan a labores agropecuarias	Adecuación de suelos para actividades agropecuarias	Noroccidente,	San Nicolas Gaviotas, La Victoria.
Cauces, Playones	No Aplica	No Aplica	0.0	No Aplica	No Aplica		La Victoria, San Nicolas Gaviotas

Fuente: Autor Estudio

4.2. 5.4 - Dirección del crecimiento del proceso de desertificación 1993-2010.

Según el análisis aplicado al mapa 5, en donde se superponen las condiciones de cobertura para los años de control 1993 y 2010, se puede observar que la dirección de crecimiento para el proceso de desertificación, aplicando el primer indicador de cobertura vegetal crítica, Suelo expuesto (Se), indica que la orientación se da hacia el occidente, el norte, el oriente y suroccidente del área de estudio, y en menor grado hacia el sur. Este análisis se hace a partir de lo definido en el primer análisis del periodo de control de los años 1975 a 1993.

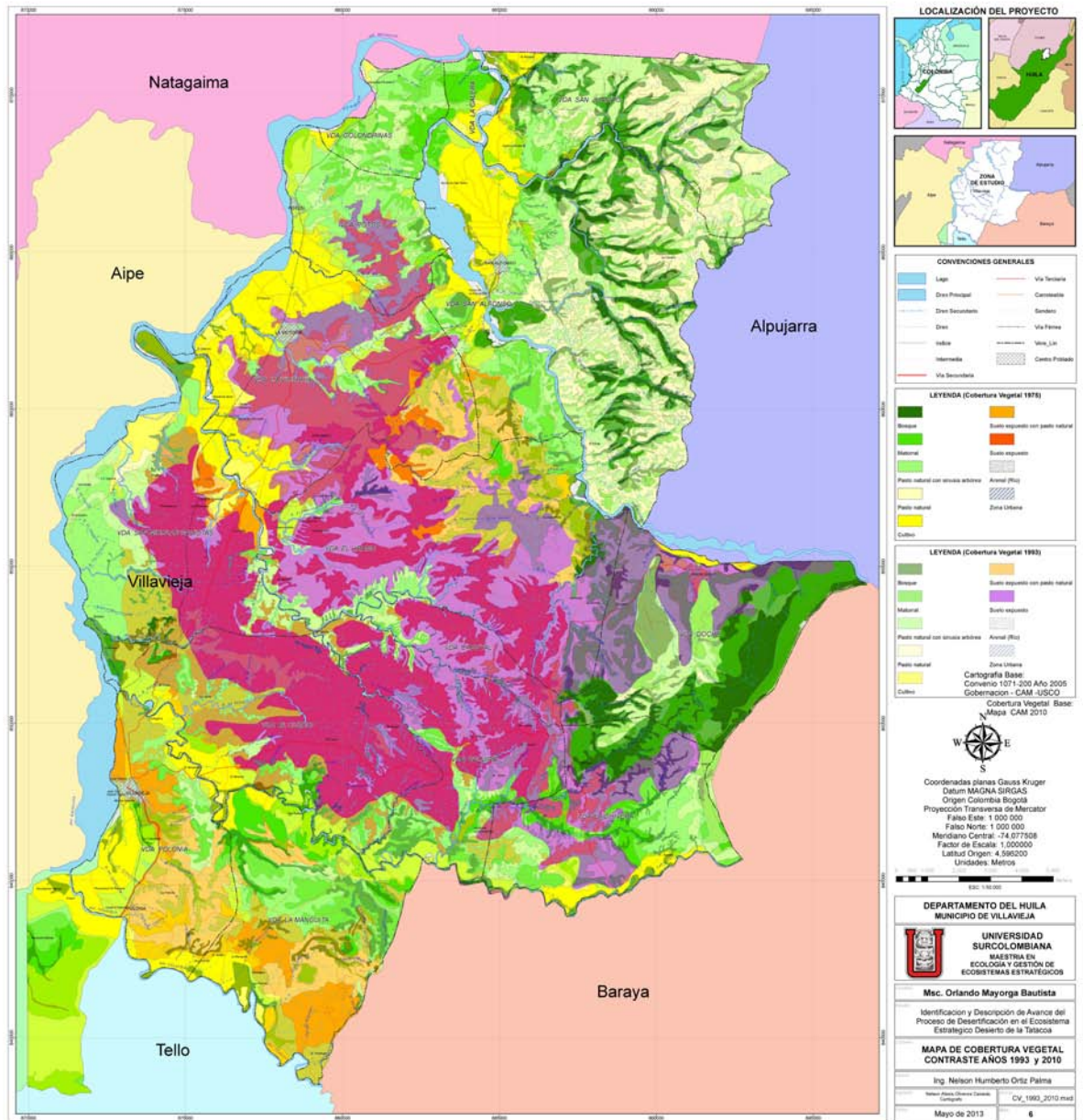
Como se puede observar, en este periodo se ha acelerado el proceso de desertificación, especialmente hacia las veredas La Victoria, San Nicolás Gaviotas, Potosí, El Líbano, El Cabuyal, Palmira, El Cuzco, Doche y La Chivera.

Aplicando el segundo indicador de cobertura vegetal crítica, Suelo expuesto con Pasto natural (SePn), se observa que la orientación se da hacia el noroccidente, suroccidente y sur. Esta dirección de crecimiento hace referencia a las veredas La Victoria, San Nicolás Gaviotas, El Cuzco, Polonia y La Manguita..

4.2.5.5 - Velocidad de crecimiento del proceso de desertificación 1993-2010.

Según el cálculo estimado para la comparación de los años de control 1993 y 2010, da como resultado una velocidad de desertificación de 474,4 hectáreas por año, entendidas como un total de 8064,2 hectáreas perdidas en un periodo de 17 años, para la cobertura vegetal crítica, Suelo expuesto (Se), y se observa con preocupación que la degradación de suelos se aumentó en 59,5%, en este periodo de diecisiete años.

Para el segundo indicador de criticidad, Suelo expuesto con Pasto natural (SePn), se presenta un crecimiento representado en 52 hectáreas por año, entendidas como un total de 884,6 hectáreas de suelo en riesgo de degradación, comparando estos resultados con los arrojados en el análisis del periodo de control 1975 – 1993, se observa que la cobertura con mayor riesgo de degradación de suelos se incrementó en 121,2%, en tan solo diecisiete años de actividad humana en el desierto.



**Mapa 6. Superposición Mapas Cobertura Vegetal y Usos del Suelo 1993-2010
Autor: Nelson Ortiz 2013.**

5. RECUPERACIÓN MEMORIA HISTÓRICA DE LA POBLACIÓN ASENTADA EN EL AREA DE ESTUDIO

La recuperación de la memoria histórica de la ecoregión se realizó en lo concerniente a los temas de coberturas vegetales, hidrografía y periodos de lluvia.

Mediante la aplicación de la encuesta (Ver Anexo A) a 53 personas que habitan o han habitado en el área de estudio, definiéndose cinco periodos de tiempo entre los años 1920 y 1970, es decir cubriendo edades superiores a 50 años de estancia, y que da los resultados que vemos en la tabla N°3:

Según lo reportado en las encuestas, se presentaban dos periodos de lluvias bien definidos, el primero llamado mitaca que iba de marzo a mayo, y el segundo llamado de las siembras, que iba de septiembre a noviembre. Dentro de esos periodos, los meses más lluviosos eran abril, en el primer periodo, y en el segundo periodo la opinión se repartía entre octubre y noviembre. Curiosamente, los encuestados mencionaron que a comienzos del mes de diciembre cesaban las lluvias, dando comienzo a lo que se conocía como el verano de los quesos.

Lo anterior le permitía a la gente programar la siembra y recolección de sus cosechas, muy diferente a lo que pasa en estos últimos años donde los periodos de lluvia y verano se están dando en épocas y tiempos diferentes sin existir una periodicidad, lo que dificulta las labores agrícolas, expresado así por la mayoría de los encuestados.

También se indagó sobre las fuentes hídricas de flujo continuo, reportando que para los diferentes periodos las siguientes fuentes presentaban un flujo continuo la mayor parte del año: Quebrada La Tatacoa, Quebrada Las Lajas, Quebrada Cervetanas, Río Cabrera, Quebrada Bateas, Quebrada La Arenosa, Quebrada Chunchullo y Quebrada La Gutiérrez (Ver tabla N°3).

Hoy en día podemos observar y los entrevistados comentaron que el flujo de estas fuentes a disminuido considerablemente, siendo el caso más representativo el de la quebrada la Tatacoa que solo presenta flujo de agua en su cuenca alta.

Adicionalmente, se consultó sobre especies vegetales que existieron o que están en proceso de desaparición (Ver tabla N°15) , expresando los entrevistados que algunas como el cedro (*Cedrela odorata*) y el roble (*Tabebuia chrysantha*) solo hay unos árboles en la parte alta del cerro Saltaren, en algunas zonas como San Alfonso, La Victoria y Potosí existieron cultivos de Cacao(*Theobroma cacao*), Plátano (*Musa paradisiaca*) y Ajonjolí (*Sesamum indicum*), en la parte baja del Río Cabrera y la Quebrada la Gutiérrez, pero fueron reemplazados por cultivos de arroz (*Oryza sativa*) y sorgo (*Sorghum spp.*).

En lo que respecta a coberturas vegetales, los encuestados se refirieron y marcaron sobre el plano base que se llevo de la zona, principalmente los bosques de galería asociados a las fuentes hídricas, siendo las principales las quebradas

Lajas y la Gutiérrez y algunos parches específicos ubicados en sitios como Cerro Saltarén, Cerro La Becerrera, Loma Tenerife, Loma de Miguelito y las estribaciones de los Cerros Gramal, La Buitrera, el Volador, Cuchilla el Valle y Alto Buenos Aires, esta información aparece en el mapa adjunto (Mapa 7) con un área aproximada de 11584.2 Hectáreas equivalente a un 54.4 % mas área que la existente en 1975.

Tabla 15. Nombres comunes y científicos de especies vegetales en peligro de desaparición en la zona de estudio

Nombre Vulgar	Nombre Científico
Ajonjolí	<i>Sesamum indicum</i>
Amargoso	<i>Aspidosperma cuspa</i>
Cacao	<i>Theobroma cacao</i>
Caguanejo	<i>Croton glabellus</i>
Cachimbo	<i>Erythrina fusca Loureiro</i>
Caucho	<i>Hevea brasiliensis</i>
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>
Dinde	<i>Maclura tinctoria</i>
Diomate	<i>Astronium graveolens</i>
Guadua	<i>Guadua angustifolia</i>
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>
Iguá	<i>Pseudosamanea guachapele</i>
Mamoncillo	<i>Melicoccus bijugatus</i>
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>
Naranjuelo	<i>Crataeva tapia</i>
Payandé	<i>Pithecellobium dulce</i>
Plátano	<i>Musa paradisiaca</i>
Roble	<i>Tabebuia chrysantha</i>

Fuente: Autor Estudio

6. CLASIFICACIÓN DE ZONAS DE VIDA PRESENTES EN ÁREA DE ESTUDIO.

De acuerdo a la metodología comentada se determinaron las siguientes zonas de vida y transiciones.

6.1- Bosque seco tropical – bs-T.

Ocupa la mayor del parte del área estudio, equivalente a 72.1%. Se encuentra representada en los sectores norte, toda la parte occidental y el sur, identificada por las veredas La Calera, Golondrinas, San Alfonso, Potosí, La Victoria, El Cuzco, El Líbano, El Cabuyal, Polonia, Mesa Redonda, Palmira, La Chivera, Polonia, La Manguita, San Nicolás Gaviotas y San Juanito. Los datos climáticos corresponden a: temperatura promedio de 26,3°C y 26,6°C, y una precipitación entre 1100 y 1280 mm, encontrándose en la provincia de humedad de Semi-Árido.

6.2.- Bosque seco tropical – bs-T - Transición fría seca

Ocupa una porción equivalente a 19.3% del área de estudio. Se encuentra representada en una franja que se ubica de norte a sur, identificada por las veredas San Juanito, San Alfonso, El Líbano, Doche y La Chivera. Los datos climáticos corresponden a: temperatura promedio entre 26,3°C y 26,45°C una precipitación entre 900 y 1000 mm, igual que el anterior se encuentra en la provincia de humedad de Semi-Árido.

6.3.- Bosque muy seco tropical – bms-T – Transición fría húmeda.

Ocupa una porción equivalente a 7.4% del área de estudio. Se encuentra representada en una franja ubicada en la zona nororiente, identificada por las veredas San Juanito, San Alfonso y Doche. Los datos climáticos corresponden a: temperatura promedio entre 26,1°C y 26,4°C, y una precipitación entre 800 y 900 mm, lo que lo ubica en la provincia de humedad de Árido.

6.4.- Bosque muy seco tropical – bms-T

Ocupa una porción equivalente a 1.2% del área de estudio. Se encuentra representada en una franja ubicada en la zona oriente, identificada por la vereda Doche. Los datos climáticos corresponden a: temperatura promedio de 26,3°C y una precipitación entre 700 y 800 mm, ubicado en la provincia de humedad de Árido.

Los datos antes mencionados se presentan en el Mapa 4.

6.5 ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE ARIDEZ

El Índice de Aridez especifica cuál es la situación hídrica de una región con base en la relación oferta/demanda hídrica. El índice propuesto por las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, por sus siglas en inglés, 1992) define la aridez mediante la interrelación de la temperatura con las precipitaciones, basándose en el supuesto que con la temperatura aumenta correlativamente la evapotranspiración.

Para efectos de estimar el índice de aridez para la zona de estudio, se utilizó el método planteado por LANG.

INDICE DE LANG

Está definido por medio de la expresión:

$$Pf = P/tm$$

Donde,

P: precipitación media anual en mm.
tm: temperatura media anual en °C

Según las zonas de análisis se tiene:

Indice Lang Pf = P/tm	ZONA
0 - 20	Desiertos
20 - 40	Árida
40 - 60	Húmedas de estepa y sabana
60 - 100	Húmedas de bosques claros
100 - 160	Húmedas de grandes bosques
> 160	Perhúmedas con prados y tundras

Tabla 16. Resultados del índice de aridez estimado

ESTACION	PREC. mm	TEMP. °C	Indice Lang Pf = P/tm	ZONA
Villa Vieja FFCC	1122,3	27,9	39.24	Árida
San Alfonso	1028	28,6	35.94	Árida
El Tomo	955,1	28,28	33.80	Árida

7. CONCLUSIONES

Con base en los análisis de los resultados obtenidos, se puede concluir sobre el proceso de desertificación en el ecosistema estratégico “Desierto de La Tatacoa”, lo siguiente:

- Del área de estudio 51773,4 Hectáreas correspondiente al 100% están afectadas por el primer indicador de criticidad en desertificación, la cobertura vegetal – Se (Suelo expuesto) – 15723.8 Hectáreas (30.4%), y 4930 Hectáreas (9.5%) están con la cobertura vegetal – PnSe (Pasto natural con Suelo expuesto) – como segundo indicador de criticidad en desertificación, por lo que tenemos un área crítica afectada por suelo expuesto de 20653.8 Hectáreas equivalente a un 39.9% del área de estudio.
- Los sectores que mayor riesgo de desertificación presentan son: el occidente, el noroccidente, el oriente y suroriental del área de estudio, que corresponde a las veredas de: La Victoria, San Nicolás Gavioyas, Potosí, El Líbano, El Cabuyal, Palmira, El Cuzco, Doche y La Chivera, siendo la vereda Doche la que presenta también la mayor cobertura en Bosque concentrada en el área correspondiente al cerro Saltaren.
- La velocidad promedio de crecimiento del proceso de desertificación en el área de estudio, para el periodo comprendido entre los años 1975 a 2010 fue de 375.5 Has/año, de tierras degradadas a la cobertura de - Se (Suelo expuesto), pasando de 2581.4 Hectáreas (5%) a 15723.8 Hectáreas (30.4%), valor que por las nuevas actividades que se están desarrollando actualmente, como son turismo en diversas modalidades, recreación, competiciones deportivas, etc., se puede ver incrementado, a futuro, de manera rápida y en mayor proporción.
- En lo concerniente a la recuperación de la memoria histórica de la comunidad asentada en el área de estudio se concluye que en la década de 1960 y anteriores, el clima estaba definido por 2 periodos bimodales uno lluvioso y otro seco, los meses más lluviosos eran abril, octubre y noviembre, se determinó que la cobertura de bosques asociada más que todo a bosque de galería en ese periodo de tiempo era de aproximadamente 11584.2 Hectáreas, comparadas con las 6303.6 Hectáreas existentes en 1975, nos daría 54.4% más de cobertura en bosques para ese periodo de tiempo anterior a 1960.
- Se determinó por medio del modelo bioclimático de Holdridge que las zonas de vida presentes en la zona de estudio corresponden a Bosque seco tropical (bs-T) 37324,3 Hectáreas (72.1%), Bosque muy seco tropical (bms-T) 599 Hectáreas (1.2%), y las transiciones de Bosque seco tropical Transición fría seca 10002.7 Hectáreas (19.3%), y Bosque muy seco tropical Transición fría húmeda 2847.4 Hectáreas (7.4%), así también se concluye que la zona de Bosque seco tropical (bs-T) y su transición corresponden a la provincia de

humedad SEMI-ARIDO y que el Bosque muy seco tropical (bms-T) y su transición se ubican en la provincia de humedad ARIDO.

- Se observó que el ecosistema conserva su capacidad auto-regenerativa natural en cuanto se refiere al área ocupada por la cobertura de bosques para el periodo de tiempo entre los años 1993 a 2010, logrando aumentar su área en esta cobertura de 4078 Hectáreas a 4828.3 Hectáreas con un crecimiento del 1.4%, lo que nos indicaría una velocidad de recuperación aproximada de 1.2 Hectáreas/Año.
- Con base en la estimación del índice de aridez, por el método Lang, se puede observar que para las tres estaciones tomadas como referencia ubicadas dentro de la zona de estudio, todos los valores obtenidos apuntan a zonas clasificadas como áridas, de acuerdo a los registros de precipitación y temperatura, lo que demuestra una vez más que la zona todavía no ha llegado al punto extremo de desierto. Esta aseveración, puede servir de apoyo a lo planteado en la conclusión anterior, en el sentido de que mientras los valores de precipitación y temperatura no sean extremos, la capacidad de auto - regeneración natural se puede mantener y así posibilitar la recuperación gradual de las zonas degradadas.

8. RECOMENDACIONES

- Se considera de suma importancia definir en consenso, donde se involucren a todos los actores que intervienen en la dinámica socio-económica y ambiental en la zona de estudio, sobre el manejo sostenible que se le debe definir al ecosistema estratégico “Desierto de La Tatacoa”.
- Resulta indispensable determinar la capacidad de carga que puede soportar este ecosistema, incluyendo todas las actividades que actualmente se desarrollan y las que estén proyectadas.
- Como se observó que el ecosistema conserva su capacidad auto-regenerativa natural en cuanto se refiere al área ocupada por las coberturas de bosques y pasto natural con sinusia arbórea, cobra vital importancia considerar el diseño e implementación de “corredores biológicos” u otra forma de repoblamiento biótico, que permita la recuperación gradual de los suelos degradados sin menoscabo de las condiciones ecológicas propias y en plena concordancia con los preceptos del desarrollo sostenible.
- Se plantea como herramienta de monitoreo, hacer mediciones de control como las que se desarrollaron en este trabajo, con el objeto de contar con información actualizada sobre el proceso en mención, y así revisar y actualizar las medidas de manejo a aplicar.
- Es imprescindible adelantar procesos de capacitación sobre manejo sostenible de suelos, orientados a los pobladores de la zona, con el objeto de garantizar sus actividades productivas pero sin aumentar los niveles de degradación de las zonas afectadas.
- Es fundamental que las autoridades gubernamentales con jurisdicción sobre la zona de estudio, ejerzan mayor control a las actividades que se adelantan para evitar que el proceso de desertificación siga en aumento desmesurado.
- Se considera de gran importancia la instalación de al menos dos estaciones meteorológicas automatizadas en los sectores oriental y suroriental para mejor cubrimiento de la información de los factores climáticos presentes en la zona.
- En lo que respecta a la conservación, es válido tener en cuenta la implementación de proyectos tendientes a garantizar la presencia de coberturas boscosas y de matorrales con el objeto de mantener las relaciones ecosistémicas propias de la zona.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Cavelier, J, Ruiz, A., Santos, M., Quiñones, M. & P. Soriano. 1996. El proceso de degradación y sabanización del valle alto del Magdalena. Fundación Alto del Magdalena, Neiva, Huila. 1996 104 pp.

Chuvienco Emilio, Fundamentos de teledetección espacial, ediciones Rialp S.A: Madrid 2 edición 1995.

Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Dirección de Ecosistemas/Fajardo, Zoraida. Tercer Informe Nacional de Implementación de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía. Bogotá, D.C. Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial / Secretaría UNCCD, 2007. 38 p.

Cómo funciona kriging. Arcgis Resource Center 2012, disponible en: <http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//009z00000076000000>

Desertificación, ONU, Centro de Información 1994, disponible en: http://www.cinu.org.mx/temas/des_sost/desert.htm.

El infierno del Huila. 2007. disponible en: http://www.semana.com/wf_ImprimirArticulo.aspx?IdArt=107252

ESPINAL, Luis Sigfredo. 1990. Notas ecológicas sobre el Huila. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. 91 p.

Holdridge, L. R. 1982. Ecología Basada en Zonas de Vida. (Traducción del inglés por Humberto Jiménez Saa). (1a. ed.) 2ª. reimpresión San José, Costa Rica: IICA

HOLTZ, U. 2003. La Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación y su dimensión política (en línea). 14 p. Disponible en: <http://www.unccd.int/parliament/data/bginfo/PDUNCCD%28spa%29.pdf>. Incluido en artículo científico: Áreas ambientalmente sensibles a la desertificación en la microcuenca Callecitas, estado Guárico. FLORES, Bestalia et.al. 2010. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Revista Agronomía Tropical.

IDEAM. Registros de estaciones meteorológicas. Periodo 1963 a 2011.

IDEAM, IGAC y CORMAGDALENA. 2008. Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca: Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Corporación Autónoma Regional del río Grande de La Magdalena. Bogotá, D.C., 200p.

KIRKBY, M. and C. Kosmas. 1999. Introduction (en línea). **In:** The medalus project Mediterranean desertification and land use. Manual on key indicators of desertification and mapping Environmentally Sensitive Areas to desertification. 9-10 pp. Disponible en: <http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks/downloads/publicdownloads/ESA%20Manual.pdf>. Incluido en artículo científico: Áreas ambientalmente sensibles a la desertificación en la microcuenca Callecitas, estado Guárico. FLORES, Bestalia et.al. 2010. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Revista Agronomía Tropical.

KOSMAS, C., S. Gerontidis, M. Tsara, M. Marantianou and N. Yassoglou. 2002. Defining environmentally sensitive areas to desertification: An application to the Island of Lesbos. Proceedings of the Third International Congress Man and Soil at the Third Millennium. Geoforma Ed. Logroño, España, 2:1 233 - 1 253. Incluido en artículo científico: Áreas ambientalmente sensibles a la desertificación en la microcuenca Callecitas, estado Guárico. FLORES, Bestalia et.al. 2010. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Revista Agronomía Tropical.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, I Jornada Nacional de Sensibilización en Desertificación y Sequía, Memorias Junio 2003. 166p.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.. Plan de Acción Nacional – Lucha contra la Desertificación y la Sequía en Colombia – P.A.N. Xpress Estudio Gráfico. 2005, 138 p.

OLAYA, A., Alfredo, SÁNCHEZ, R., Mario, Acebedo, Juan Carlos, Editores. La Tatacoa: ecosistema estratégico de Colombia. Neiva: Universidad Surcolombiana, 2001, 158p.

OLAYA, A., Alfredo y SÁNCHEZ, R., Mario, Editores. Del Macizo Colombiano al Desierto de la Tatacoa: La ruta del río Magdalena en el Huila. Editora Guadalupe Ltda., primera edición, Bogotá D.C. 2005, 524 p.

PÍO Font Quer. Diccionario de Botánica. Ediciones Península, Segunda edición 2001. Pág. 85, 86, 146, 690, 808, 1004.

POT Municipio de Villavieja. Año 2000 Capitulo Dimensión Social y Económica. Pérez Gómez, Uriel. Caracterización de la desertificación en la ecoregión estratégica de la Tatacoa y su área de influencia apoyado en SIG y teledetección. Universidad del Tolima. -“Semana de Geomatica”. 2005

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA). 1999. ¿Qué es la desertificación? (en línea). Oficina Regional para América Latina y El Caribe. 9 p. Disponible en: <http://www.rolac.unep.mx/deselac/esp>. Incluido en artículo científico: Áreas ambientalmente sensibles a la desertificación en la microcuenca Callecitas, estado

Guárico. FLORES, Bestalia et.al. 2010. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Revista Agronomía Tropical.

UNITED NATIONS CONVENTION TO COMBAT DESERTIFICATION (UNCCD). 1994. Intergovernmental negotiating committee for the elaboration of an international convention to combat desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa. United Nations, New York, USA. Incluido en artículo científico: Áreas ambientalmente sensibles a la desertificación en la microcuenca Callecitas, estado Guárico. FLORES, Bestalia et.al. 2010. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Revista Agronomía Tropical.

UNEP. 1992. Disponible en:
<http://www.miliarium.com/prontuario/MedioAmbiente/Atmosfera/IndicesClima.htm#Lang>

ANEXOS

ANEXO A:

ENCUESTA TESIS DESERTIFICACION E.E. DESIERTO DE LA TATACOA

1. Usted ha vivido o vivió en la zona entre los años?

1970 – 1960	1960 - 1950	1950 - 1940	1940 - 1930	1930 - 1920

2. En cuales meses se presentaban lluvias

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC

3. En cuales meses se presentaban las lluvias mas fuertes

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC

4. En cuales de estas quebradas o caños había flujo de agua continuo

La Tatacoa _____ La Venta _____ La Tasajera _____

Saltaren _____ Los Hoyos _____ Los Golosos _____

Los Fiques _____ Las Lajas _____ La Arenosa _____

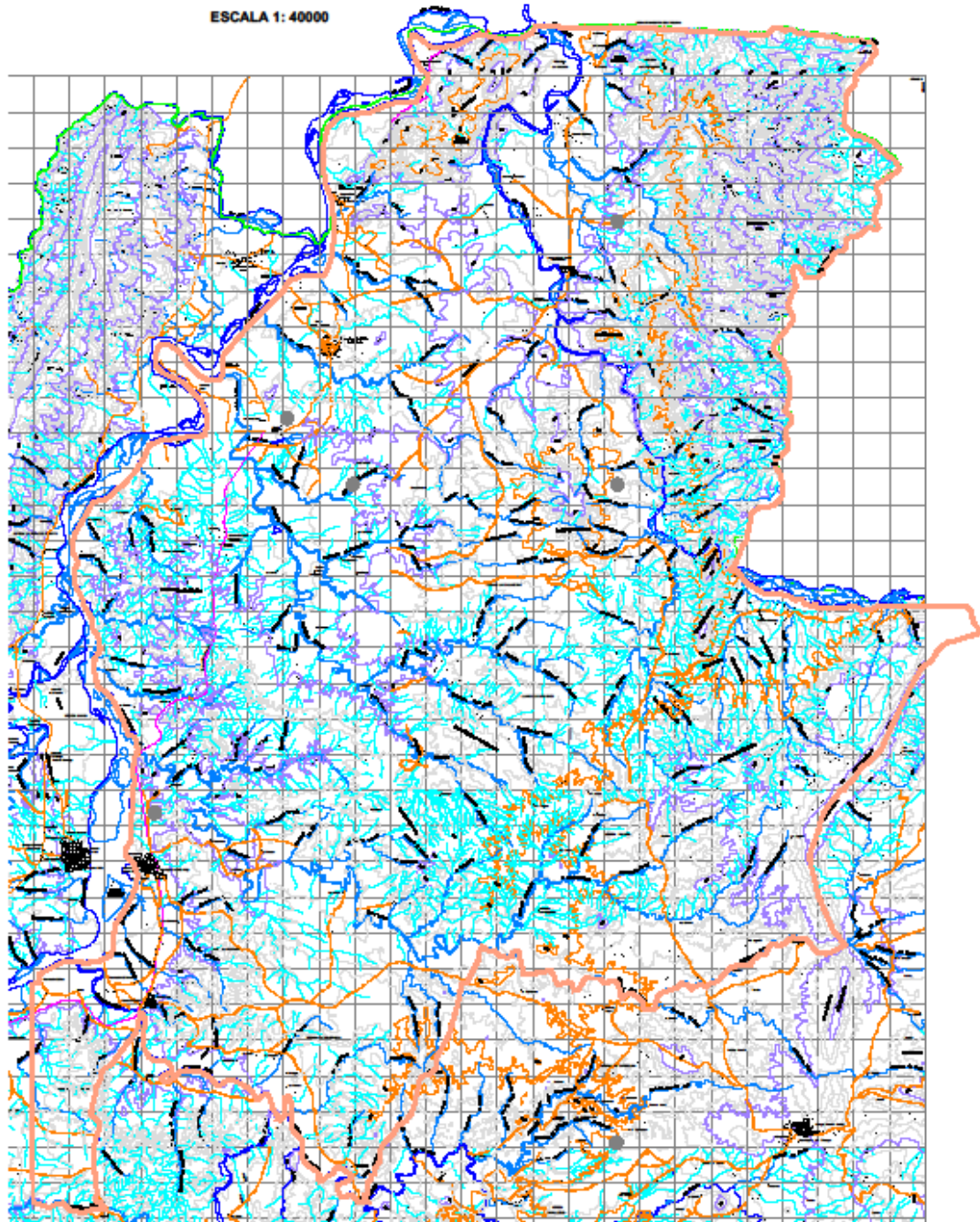
El Venado _____ Pachingo _____ El Igua _____

Otras _____

5. Cuales Plantas o Arboles se encontraban.

6. Sobre el plano marque los sitios donde había vegetación.

ANEXO B – MAPA BASE DESARROLLO DE ENCUESTAS



Autor: Nelson Ortiz

ANEXO C - SOPORTE FOTOGRÁFICO



Foto 1. Visitas Aplicación de Encuestas.
Autor: Nelson Ortiz 2012.



Foto 2. Visitas Aplicación de Encuestas.
Autor: Nelson Ortiz 2012.



Foto 3. Visitas Aplicación de Encuestas.
Autor: Nelson Ortiz 2012.

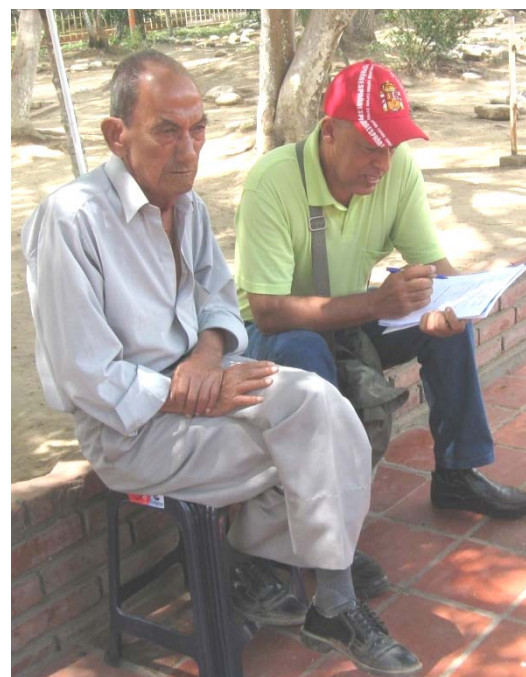


Foto 4. Visitas Aplicación de Encuestas.
Autor: Nelson Ortiz 2012.



**Foto 5. Panorámica Entrada Principal desde el Mirador de Miguelito
Autor: Nelson Ortiz 2012.**



**Foto 6. Panorámica Entrada Principal Quebrada Lajas al Fondo Cerro Saltaren
Autor: Nelson Ortiz 2012.**



**Foto 7. Panorámica Entrada al Cardón, al fondo Estribaciones Cordillera Oriental
Autor: Nelson Ortiz 2011.**



**Foto 8. Panorámica el Cuzco, en dirección al Sur -Este
Autor: Nelson Ortiz 2011.**



**Foto 9. Panorámica Sector el Cuzco, Observatorio Astronómico, en dirección Oriente
Autor: Nelson Ortiz 2011.**



**Foto 10. Panorámica Sector la Venta, al fondo Observatorio Astronómico
Autor: Nelson Ortiz 2011.**



Foto 11. Panorámica Sector Ventanas, Vista al Norte
Autor: Nelson Ortiz 2012.



Foto 12. Panorámica Sector Ventanas, Vista al Sur
Autor: Nelson Ortiz 2012.



Foto 13. Panorámica Sector Los Hoyos, Valle de los Fantasmas Vista al Norte
Autor: Nelson Ortiz 2012.



Foto 14. Panorámica Vía Doche Baraya. Vista al Sur
Autor: Nelson Ortiz 2012.



Foto 15. Panorámica Vía a Doche. Vista al Oriente. Veredas Cabuyal, el Líbano.
Autor: Nelson Ortiz 2012.



Foto 16. Panorámica Vía a Doche. Vista al Norte.
Autor: Nelson Ortiz 2012.



**Foto 17. Panorámica Cerró la Becerrera, Rio Cabrera, Caserío Doche. Vista al Norte.
Autor: Nelson Ortiz 2012.**



**Foto 18. Panorámica, Rio Cabrera, Sector Doche, Cerro Saltaren, Vista desde Cerro la Becerrera.
Autor: Nelson Ortiz 2013.**



**Foto 19. Rio Cabrera, Paso Cerro la Becerrera.
Autor: Nelson Ortiz 2013.**



**Foto 20. Quebrada Lajas, Paso Cerro Saltaren.
Autor: Nelson Ortiz 2013.**



**Foto 21. Panorámica, Quebrada Lajas, Sector Vereda la Chivera, Vista desde Cerro Saltaren.
Autor: Nelson Ortiz 2013.**



**Foto 22. Panorámica, Quebrada Cervetanass. Vista al Oriente.
Autor: Nelson Ortiz 2012.**



**Foto 23. Panorámica, Vía a San Alfonso, Sector Vereda San Nicolás Gaviotas. Vista al Norte - Oriente.
Autor: Nelson Ortiz 2012.**



**Foto 24. Panorámica, Vía a San Alfonso, Sector Vereda La Victoria. Vista al Norte
Autor: Nelson Ortiz 2012.**



**Foto 25. Panorámica, San Alfonso - Potosi, Cultivos, Canal Distrito de Riego. Vista al Norte
Autor: Nelson Ortiz 2012.**



**Foto 26. Panorámica, Vía a San Alfonso Rio Cabrera – Vista al Norte.
Autor: Nelson Ortiz 2012.**