

Capítulo 6

# Caracterización, Diagnóstico y Análisis de Vulnerabilidades y Amenazas en el Departamento del Magdalena

*Desertificación*



Corporación Autónoma Regional del Magdalena  
Universidad del Atlántico

# **CORPAMAG – UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO**

**Carlos F. Diazgranados Martínez**

Director

**Victoria Vos Obeso**

Rectora (e)

**Paul Laguna Panetta**

Secretario General

**Luis Carlos Gutiérrez**

Vicerrector de Investigación y Extensión

**Alfredo Martínez Gutiérrez**

Subdirección de Gestión Ambiental

Autores

**Luis Carlos Gutiérrez Moreno**

**Yeison Gutiérrez Rojas**

**Yuri Hurtado García**

Jefe Oficina de Planeación

**Orangel de Jesús Noriega**

**Nelson Rangel Buitrago**

**Ena Lobo Ropain**

Subdirección de Educación Ambiental

**Carlos Fonseca Gamba**

**Elyzabeth Ortega Cuan**

**Héctor García Quiñonez**

**Karen Forero Bula**

Subdirección Técnica

**Colaboradores**

Duvan Pérez Peluffo

Cindy Guzmán Gutiérrez

**Semiranis Sosa Tapias**

Jefe Oficina Jurídica

Ana Jaimes Contreras

Oscar Angarita Medrano

**Luis Francisco Báez**

Profesional Especializado

(Oficina Planeación)

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	263
ANTECEDENTES .....	266
METODOLOGIA.....	269
Área de estudio .....	269
Fase de apresamiento de información .....	269
Fase de identificación de la amenaza .....	269
Fase de zonificación de la amenaza.....	269
Fase de verificación de la amenaza .....	270
Análisis de datos.....	270
RESULTADOS .....	277
Identificación de la amenaza .....	277
Amenaza por Temperatura .....	277
Amenaza por Precipitación.....	279
Amenaza por evaporación .....	282
Amenaza por Radiación solar.....	284
Amenaza por Aridez.....	286
Amenaza por Coberturas de la tierra .....	288
Amenaza por suelos.....	292
Zonificación de la amenaza .....	296
Amenaza Total.....	296
Verificación de la amenaza.....	298
CONSIDERACIONES FINALES .....	302
RECOMENDACIONES .....	304
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	305
Webgrafia .....	308
Siglas, Acrónimos y Convenciones .....	308

## LISTA DE FIGURAS

Figura 116. Mapa de distribución de la amenaza de desertificación por factor de temperatura media anual en el departamento del Magdalena.....	278
Figura 117. Mapa de distribución de la amenaza de desertificación por factor de precipitación media anual en el departamento del Magdalena.....	281
Figura 118. Mapa de distribución de la amenaza de desertificación por factor de evaporación media anual en el departamento del Magdalena. ....	283
Figura 119. Mapa de distribución de la amenaza de desertificación por factor de radiación solar media anual en el departamento del Magdalena. ....	285
Figura 120. Mapa de distribución de la amenaza de desertificación por factor de aridez en el departamento del Magdalena. ....	287
Figura 121. Mapa de distribución de la amenaza de desertificación por factor de cobertura y uso de la tierra en el departamento del Magdalena. ....	291
Figura 122. Mapa de distribución de la amenaza de desertificación por factor geopedología (suelos) en el departamento del Magdalena.....	295
Figura 123. Mapa de distribución de la amenaza de desertificación en el departamento del Magdalena. ....	297
Figura 124. Fotografía de un paisaje en el municipio de Santa Ana, sector El Encanto de las Flores (9°30'1.8" Norte; 74°34'23.7" Oeste, 44 msnm), evidenciando la transformación de los paisajes naturales y un suelo cubierto de gramíneas y herbáceas de porte bajo. ....	299
Figura 125. Fotografía una plantación forestal presente en el municipio de Sabanas de San Ángel, sector Monterrubio (10°10'35" N; 74°19'28"W, 171 msnm), evidenciando actividades que aceleran los procesos de desertificación por pérdida de la cobertura original de vegetación.....	300
Figura 126. Fotografía de un paisaje en el municipio de Pijiño del Carmen, sector Purgatorio (9°22'23"Norte; 74°19'48,3"Oeste, 33 msnm), evidenciando la pérdida de la cobertura original de vegetación, quedando solo algunos individuos en pie, aislados y un suelo cubierto de gramíneas secas. ....	300
Figura 127. Fotografía de un paisaje en el municipio de Ariguaní, sector Carmen de Ariguaní (9°46'8.5"Norte; 73°59'57.5" Oeste, 95 msnm), evidenciando la disminución de la cobertura original de vegetación, quedando algunos individuos en pie, aislados y un suelo cubierto de pastos.....	301
Figura 128. Fotografía de un paisaje en el municipio de Santa Bárbara de Pinto, sector Veladeros (9°29'56.1"Norte; 74°45'08.1"Oeste, 26 msnm), evidenciando formaciones xerofíticas. ....	301

## LISTA DE TABLAS

Tabla 63. Resumen del análisis de homogeneidad y consistencia para series de precipitación. En rojo las estaciones que presentan mayor inconsistencia en la información, por lo tanto se tuvo cuidado al momento de utilizarlas.....	270
Tabla 64. Resumen del análisis de homogeneidad y consistencia para series de evaporación.....	273
Tabla 65. Resumen del análisis de homogeneidad y consistencia para series de temperatura. ....	274
Tabla 66. Calificaciones, categorías de amenaza y colores asignados a cada una de las reclasificaciones hechas durante la realización de mapas. ....	274
Tabla 67. Categorización de la amenaza por temperatura en el departamento del Magdalena .....	277
Tabla 68. Categorización de la amenaza por Precipitación en el departamento del Magdalena .....	280
Tabla 69. Categorización de la amenaza por evaporación en el departamento del Magdalena. ....	282
Tabla 70. Categorización de la amenaza por radiación solar en el departamento del Magdalena. ....	284
Tabla 71. Categorización de la amenaza por aridez en el departamento del Magdalena. ....	286
Tabla 72. Categorización de la amenaza por coberturas de la tierra en el departamento del Magdalena. ....	288
Tabla 73. Categorización de la amenaza por Suelos en el departamento del Magdalena. ....	294
Tabla 74. Categorización de la amenaza total por desertificación en el departamento del Magdalena. ....	296
Tabla 75. Calificación de la amenaza por desertificación para los municipios priorizados en el Magdalena. PDM = Plan de Desarrollo Municipal, PDGRD-UNGRD = Plan Departamental para la gestión del riesgo de desastre - Unidad Nacional para la gestión del riesgo de desastre, PMGRD = Plan Municipal para la gestión del riesgo de desastre, PE = Presente Estudio. ....	302

## INTRODUCCIÓN

Son diversas las definiciones dadas al término desertificación por diferentes autores y en diversos años (López y Romero 1998). Podría decirse que una definición muy acertada es aquella que puntualiza a la desertificación como un proceso complejo que reduce la productividad y el valor de los recursos naturales, en el contexto específico de condiciones climáticas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, como resultado de variaciones climáticas y actuaciones humanas adversas (UNCED 1992). Otra definición un poco menos técnica es aquella que la señala como la disminución de los niveles de productividad de los geosistemas como resultado de la sobreexplotación, uso y gestión inapropiados de los recursos en territorios fragilizados por la aridez y las sequías (UNCOD 1997). Pero la que contempla una visión más amplia del término es la que lo determina como el conjunto de procesos o manifestación de fenómenos implicados en el empobrecimiento y degradación de los ecosistemas (geosistemas terrestres) por impacto humano (López y Romero 1998).

“ La degradación de las tierras corresponde a aquellas condiciones que reflejan una pérdida del equilibrio natural reflejado en la disminución de las funciones ambientales, que a su vez repercute en el debilitamiento de la economía y en el cambio de la estructura social, ocasionado por la ocupación del territorio, el cual propicia la erosión, salinización y/o compactación entre otras; cuando estas condiciones se evidencian en zonas áridas, semiáridas, subhúmedas a secas se denomina Desertificación” (IGAC, IDEAM, MAVDT 2010).

La desertificación es un fenómeno realmente mundial que afecta a un 40% aproximadamente de la masa terrestre de nuestro planeta, incluidas ciertas partes de Europa. Un 70% de todas las tierras secas están afectadas por la desertificación, con una superficie de 36 millones de km<sup>2</sup>; los países menos adelantados son los más afectados por ese fenómeno. Más de 1000 millones de personas en 100 países están afectados directamente por la desertificación, o corren peligro de estarlo (Holtz 2003).

La desertificación no es el avance de los desiertos existentes, es la degradación de las tierras especialmente en las zonas secas (subhúmedas secas, semiáridas y áridas), principalmente a causa de una mala o excesiva utilización de estas por parte del hombre. 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. Ocurre en toda clase de climas, pero es más grave en condiciones de aridez (MinAmbiente 2003).

Más del 44% del total de los cultivos mundiales están en las tierras secas. Las plantas endémicas de las tierras secas representan el 30% de los cultivos actuales y los ascendientes genéticos de estas especies todavía crecen en estas zonas. Tradicionalmente, las tierras secas han sido destinadas al ganado; sin embargo, su uso como tierras de cultivo está aumentando.

Los pastizales abastecen al 50% del ganado mundial y representan además un hábitat para la fauna. La producción de ganado domina en las zonas más áridas y las tierras de cultivo lo hacen en las áreas subhúmedas secas. La subsistencia de más de 1000 millones de personas que habitan alrededor de 100 países está amenazada por la desertificación (ONU 2010).

La degradación de los recursos naturales y el uso inadecuado del territorio, determina la exposición de éste a diversos fenómenos climáticos extremos, como la sequía y la desertificación, temas frente a los cuales se manifiesta alta amenaza y alta vulnerabilidad (PNUD 2012), sumado a esto la evidente afectación que tienen los suelos de la región norte de Colombia en la temporada seca, dedicados en su mayoría a las actividades agropecuarias, acarrear como efectos adversos la escasez de alimentos, afectación de las actividades agrarias y pecuarias, desplazamiento hacia los centros urbanos y en general afectación de las condiciones de vida por el déficit de lluvias y escasez de agua para consumo.

En general para todo el departamento del Magdalena, fenómenos naturales como los incendios forestales, en conjunto con otras actividades como la deforestación, la minería, la ganadería intensiva y extensiva, el desarrollo urbano, los sistemas de producción inadecuados, el uso ineficiente de las fuentes de agua superficial y subterránea, entre otros, contribuyen a la degradación ecosistémica mediante el incremento de la erosión, la lixiviación de nutrientes, la compactación, la salinización y la sodificación, que en últimas, se traducen en una mayor tendencia hacia la desertificación (MAVDT 2007).

El fenómeno de la desertificación está asociado a los prolongados períodos de déficit de lluvias, altas temperaturas y altas tasas de evaporación, en los que la reducida oferta hídrica provoca la reducción del follaje y favorece la degradación de los suelos, aparte de aumentar las probabilidades de generar incendios de la cobertura vegetal. Se presenta con mayor intensidad en Santa Marta y las subregiones centro y sur, lo cual se refuerza con lo planteado por el IDEAM en el mapa de Desertificación de Suelos y Tierras en los que la subregión centro y parte de la subregión río, norte y sur del departamento del Magdalena están clasificados dentro de las zonas de desertificación moderada, alta y muy alta (UNCCD 2007). Según el levantamiento de información del Plan de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía en Colombia, el departamento del Magdalena está afectado por procesos de desertificación en aproximadamente el 75% de su extensión (UNCCD 2005).

La presencia de la Sierra Nevada en esta área del país, trae como consecuencia cierta clase de fenómenos: se opone al paso de los vientos alisios que soplan del norte y noroeste, principalmente; por ello, los flancos norte y noroeste quedan en posición de barlovento presentando una mayor nubosidad y precipitación. Las nubes que dan contra el macizo ascienden por efecto del relieve y se precipitan; las que logran pasar la alta barrera se disuelven por el efecto “fohen” en la vertiente opuesta. Esto explica el porqué de la

característica seca en la vertiente occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta y en el área de Santa Marta. En el área costera de Santa Marta, la sequía se explica por la divergencia de vientos catabáticos secos y calientes. Las brisas marinas ayudan a suavizar la temperatura, pero extienden su influencia hasta el interior, al arrastrar y acumular las nubes en la Sierra produciendo sequedad a su paso. En la Zona Bananera, la Sierra constituye una gran barrera en la corriente aérea o atmosférica regular de los alisios del noroeste, por lo que modifica el clima y se presentan características secas y húmedas. En cambio, en la parte occidental del departamento, entre el municipio de Plato hasta la desembocadura del río Magdalena, se manifiesta una escasa precipitación, ya que los vientos alisios no penetran en este sector por encontrarse dentro de la “sombra seca de la Sierra Nevada” (IGAC, 1993). Un poco más al suroccidente del departamento, existe un “enclave” seco, con la presencia de vegetación natural xerofítica (Hernández-C. 1992), que hacen que los municipios de Santa Bárbara de Pinto, Santa Ana y Pijiño del Carmen tiendan a la desertificación.

El plan departamental de gestión del riesgo para el Magdalena (PNUD 2012) ha evidenciado el carácter dominante que tiene el agua en el departamento del Magdalena, privilegiado además por sus abundantes recursos hídricos pero también altamente amenazado por el impacto de las inundaciones causadas en su mayoría por el manejo inadecuado de la cuencas, lo cual también se refleja en la amenaza que sobre el 75% de su territorio recae por procesos de sequía y desertificación. Esta paradoja, nos conmina de forma prioritaria a concentrar los esfuerzos en la ordenación del recurso hídrico del departamento, en hacer una buena gestión.

Según lo anterior y lo contemplado en el Plan departamental de gestión del riesgo para el Magdalena (PNUD 2012), los municipios priorizados para el presente estudio, por ser considerados los más rurales, las zonas con mayores riesgos, altamente amenazados por desertificación (disminución de precipitación, degradación de suelos y escases de agua), se identificaron cruzando la información disponible, integrando aspectos técnicos ambientales (temperatura, lluvias, evaporación, aridez, entre otros).

## ANTECEDENTES

Desde la década de los cincuenta, diversos organismos de las Naciones Unidas se han preocupado de los problemas de las zonas secas. Es así como en 1974, la Asamblea General de las Naciones Unidas recomendó que la comunidad internacional adoptara sin demora, medidas concretas para detener la desertificación y contribuir al desarrollo económico de las zonas afectadas. De este modo, se convocó en 1977 a una Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Desertificación, donde se adoptó el "Plan de Acción para Combatir la Desertificación", que la Asamblea General de las Naciones Unidas respaldó ese mismo año como uno de los principales programas mundiales (MinAmbiente 2003).

La problemática en Colombia de la degradación de suelos y tierras debe ser entendida integralmente, no sólo desde un componente físico sino también social, cultural y político. El suelo es un recurso que está inmerso dentro de los ecosistemas, los cuales se comportan mediante flujos de materia y energía que si no se respetan se vuelven insostenibles. El suelo acepta, mantiene y libera nutrientes y otros constituyentes primarios -ciclos biogeoquímicos-; sostiene y estimula el crecimiento radicular; acepta, mantiene y libera agua a las plantas, cursos de agua, capas subterráneas y ciclo hidrológico; mantiene un hábitat satisfactorio para la biota del suelo y las funciones ecosistémicas en el cual está inmerso; filtra y depura alterógenos; responde al manejo y resiste a la degradación (MinAmbiente 2003).

Colombia debido a las condiciones topográficas (cadenas montañosas y valles alternos), la forma como se han dado los procesos de ocupación del territorio y la cultura de producción y consumo inherentes al modelo de desarrollo imperante, los procesos de degradación de suelos continúan incrementándose. Factores como erosión, compactación, salinización y contaminación dinamizan un proceso acelerado de desertificación (MinAmbiente 2007).

En cuanto a la desertificación se estableció que 193.510 km<sup>2</sup>, 16.95 % del territorio nacional, se encuentra afectado por este fenómeno. 78.9% de las zonas secas del país presentan diferentes niveles de desertificación, derivados principalmente de la erosión y salinización. Con relación a la compactación se determinó que aproximadamente 74% del territorio nacional es susceptible a esta problemática, presentándose especialmente en los valles interandinos, el Caribe y la Orinoquia (MinAmbiente 2007).

Como elemento constitutivo del cambio global, el fenómeno cálido del pacífico conocido como "El Niño" es una variable fundamental para que la sequía ocurra. Este fenómeno se ha presentado en Colombia con diferentes intensidades, la más fuerte fue la ocurrida entre los años 1982 -1983. El impacto ecológico y socioeconómico de "El Niño" está relacionado con la vulnerabilidad de los ecosistemas y de los sectores de la actividad nacional; siendo las zonas secas especialmente vulnerables a este fenómeno (MinAmbiente 2003).

Contando el país con estadísticas e indicadores sobre los ecosistemas de zonas secas y su afectación por procesos de desertificación, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial conjuntamente con las entidades del Sistema Nacional Ambiental (SINA), sociedad civil y otras entidades relacionadas con el tema, formularon el Plan De Acción Nacional De Lucha Contra La Desertificación y La Sequía (PAN), mediante el cual se espera que al 2020 Colombia haya avanzado en la implementación de estrategias, acciones y mecanismos para la prevención, corrección, restauración, recuperación o detención de los procesos de degradación de tierras, desertificación y mitigación de la sequía, de manera articulada con las instancias internacionales, nacionales, regionales y locales, teniendo en cuenta una visión ecosistémica que garantice la gestión integrada y sostenible de la tierra, el agua, los recursos vivos y ecosistemas, considerando los factores ecológicos, socioeconómicos y culturales del país (MinAmbiente 2007).

El PAN debe identificar las causas de la desertificación y las medidas prácticas para combatirla, así como los papeles de los distintos actores en los diferentes niveles y precisar los recursos que sean necesarios y los que están disponibles. Entre las medidas que se pueden establecer para revertir los procesos de degradación de tierras dentro del PAN, está el fortalecimiento de la prevención de las prácticas de gestión para casos de sequía, que comprenda: planes de emergencia de sequía en el ámbito local, nacional, regional y subregional; establecimiento o fortalecimiento de un sistema de seguridad alimentaria; el desarrollo de proyectos ganaderos, de cultivos alternativos y de programas de riego manejados sosteniblemente; la creación y fortalecimiento de sistemas de alerta temprana; y la elaboración de proyectos de reforestación y de manejo del recurso agua, entre otros (MinAmbiente 2003).

En el marco del convenio interadministrativo realizado entre el IDEAM (015A/2011) y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (060/2011) para la formulación de una Propuesta de Gestión Integral Ambiental del Recurso Suelo (GIARS) se presenta la propuesta del Programa Nacional de Monitoreo y Seguimiento de la Degradación de Suelos y Tierras en Colombia, el cual incluye el diseño, su estructura y sus estrategias de implementación (MADS-IDEAM 2012).

De acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo (2010 –2014), en el progreso del pilar 6, se dice que el 85% de los sistemas productivos de Colombia se ubican en áreas vulnerables a desertificación, y el 48% del país es susceptible de erosión. Estos factores degradan aproximadamente 2.000 hectáreas al año en la región andina y afectan la competitividad del sector agrícola, la disponibilidad de alimentos, y la calidad y cantidad de agua. Con relación a la información del IDEAM la erosión de los suelos se manifiesta en el 48% del territorio nacional, la salinización en el 5% y las tierras susceptibles a la desertificación ocupan el 24%.

Con respecto a la desertificación, el IDEAM montó un modelo para poder encontrar primero, donde está la desertificación en Colombia y posteriormente, cómo evaluar esos niveles de intensidad de la desertificación; en ese ejercicio, inicialmente el propósito era encontrar la superficie de procesos de desertificación y para ello el primer parámetro fue justamente la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía (Holtz 2003).

Las zonas susceptibles a la desertificación son justamente las áreas más golpeadas por el cambio climático y el fenómeno del niño debido a que la sequía aumenta. Estos fenómenos deben tener un seguimiento constante, pues se presentan situaciones críticas en lapsos muy cortos de tiempo (Holtz 2003).

López y Romero (1998) afirman que la desertificación y la erosión son uno de los problemas ambientales y económicos más importantes de los últimos años y va en un crecimiento acelerado por los diferentes factores que influyen en su aparición.

Vargas y Gómez (2003), manifiesta que la desertificación engloba diferentes conceptos y hace referencia a las zonas colombianas más afectadas por este fenómeno.

Ruíz y Febles (2004) proponen al fenómeno de la desertificación como uno de los problemas más importantes en la actualidad en el mundo, anotando las diferentes variables que la causa, sin embargo hacen énfasis en la pobreza como causal importante y plantea que la mejor solución es trabajarle a la pobreza para mitigar los efectos y crecimiento de la desertificación.

López (2006) hace referencia al cambio climático y la desertificación como fenómenos interrelacionados constituyendo una emergencia ambiental para los ecosistemas del planeta, con mayor vulnerabilidad hacia los de régimen hidrológico bajos o tierras secas.

Bunyard y Herrera (2012), relacionan la importancia de la selva amazónica para el mundo y para Colombia, como importante regulador de lluvias, hacen mención importante en la deforestación intensa en la que se encuentra sumida dicha selva y como esta será afectada por la desertificación, y así afectando el comportamiento climático en diferentes puntos geográficos.

Cappacci y Mangano (2015) desarrolla la temática de las catástrofes de origen natural y reflexiona sobre la necesidad de conocer el nivel de riesgo asociado a los diferentes fenómenos, así como estimular campañas de educación, información y prevención, dirigidas a las poblaciones locales.

Troyo-Diéguez et al. (2015) propone la estimación de la aridez y desertificación mediante la utilización de índices tomando la temperatura como uno de los factores importantes para relacionarla con los fenómenos.

## **METODOLOGIA**

### **Área de estudio**

El presente trabajo se llevó a cabo en todo el territorio denominado políticamente “Departamento del Magdalena”, en el cual se evaluó la amenaza de desertificación, se zonificó y se corroboró en campo los resultados obtenidos.

### **Fase de apresamiento de información**

Se revisó información secundaria, de diferentes entidades relacionadas directa e indirectamente con la gestión del riesgo, en el departamento del Magdalena (MADS, IDEAM, SIAC, IGAC, UNGRD, UDGRD, CORPAMAG, entre otras), de las cuales se obtuvieron datos relevantes de temperatura, precipitación, evaporación, radiación solar, aridez, suelos y coberturas de la tierra para llevar a cabo la evaluación de la amenaza por desertificación en el área de estudio.

### **Fase de identificación de la amenaza**

En esta fase se requirió identificar plenamente las zonas del departamento del Magdalena más afectadas por el fenómeno de desertificación, cruzando la información disponible. Para ejecutar esta fase, fue necesario integrar y analizar aspectos con soporte técnico a fin de caracterizar con mayor precisión las condiciones de amenaza a la que está expuesto el territorio departamental del Magdalena, cruzando información disponible. Se procede a categorizar las amenazas y a generar los mapas de amenaza para cada factor establecido como decisivo en el análisis de identificación (temperatura, precipitación, evaporación, radiación solar, aridez, suelos y coberturas de la tierra). Con la integración de las amenazas por factor, se generó un mapa de zonificación de la amenaza por desertificación para el departamento del Magdalena.

### **Fase de zonificación de la amenaza**

Se llevó a cabo la valoración de la amenaza por desertificación para el departamento del Magdalena, priorizando las zonas más afectados por este fenómeno, utilizando lo propuesto en la guía metodológica para la elaboración de planes departamentales para la gestión del riesgo en Colombia (PNUD 2013). Una vez ejecutadas las fases propuestas en la presente metodología, se elaboró el documento final y el mapa donde se zonifican las áreas de mayor incidencia o zonas potenciales a sufrir el fenómeno de desertificación. Para la realización de

los mapas de zonificación se emplean diversos insumos, tanto cartográficos como de origen tabular.

### Fase de verificación de la amenaza

Con base a la información generada en la fase anterior (identificación de la amenaza), se procede a calcular la amenaza total del territorio Magdalenense, haciendo ponderaciones a cada uno de los factores de amenaza identificados. Se realizaron visitas a las zonas establecidas en el mapa de zonificación de la amenaza por desertificación para el departamento del Magdalena y por medio de la observación en campo (registro fotográfico) se verificó el estado actual de las zonas del departamento del Magdalena más amenazadas por este fenómeno.

### Análisis de datos

El análisis de los datos utilizados en la elaboración del mapa de amenaza de desertificación se llevó a cabo mediante de tres pasos a describir:

Un primer paso en el que se obtuvo la información climática, cartográfica y geológica y de otro tipo que fue necesaria como insumo para la elaboración posterior, dentro de las fuentes se cuentan: Datos históricos (Registros diarios) de Precipitación, Evaporación y Temperatura, estos datos fueron procesados, compilados y sometidos a pruebas de homogeneidad y consistencia a fin de garantizar el uso de un conjunto de datos confiable (tablas 63-65); es necesario aclarar que con estos datos se calculó el índice de Aridez. Se obtuvo información en formato geográfico (Shape) para los factores Radiación anual, Coberturas de la Tierra “*Corine Land Cover*” (2005 - 2009) y Geopedología (Orden de los Suelos).

Tabla 63. Resumen del análisis de homogeneidad y consistencia para series de precipitación. **En rojo** las estaciones que presentan mayor inconsistencia en la información, por lo tanto se tuvo cuidado al momento de utilizarlas.

ESTACIÓN	CONSISTENTE	HOMOGENEA	FECHAS DE CAMBIO
AGUADAS LAS ALERTA	NO	SI	
<b>ALTO DE MIRA</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	08/1997
APTO ALFONSO LOPEZ	NO	SI	
<b>APTO BARACOA</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	01/1964, 01/1974, 01/1984, 01/1994
APTO E CORTISSOZ	SI	NO	01/1951, 01/1961, 01/1981, 01/1991
<b>APTO LAS FLORES</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	06/1967, 06/1977, 06/1987, 06/1997
<b>APTO SIMÓN BOLIVAR</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	06/1962, 06/1972, 06/1982, 06/1992, 06/2002
APURE	SI	SI	

ESTACIÓN	CONSITENTE	HOMOGENEA	FECHAS DE CAMBIO
ASTREA	SI	NO	05/2002
<b>ATANQUEZ</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	04/1969, 04/1979
<b>BARBOSA</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	11/1996
<b>BARRANCO DE LOBA</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	09/1994
BARRANCO DE YUCA	SI	SI	
BAYANO	NO	SI	
BELLAVISTA	SI	SI	
<b>BOSCONIA</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	01/2000
BURITACA	SI	NO	10/2003
CAMPO DE LA CRUZ	SI	SI	
CANDELARIA	NO	SI	
CANDELARIA (MOMPOS)	NO	SI	
<b>CARACOLI</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	01/1981, 01/2001
CHILLOA	SI	SI	
CHIMICHAGUA	SI	SI	
COL AGRO PAILITAS	SI	SI	
CORDOBA	SI	NO	05/1994, 05/2004
COYONGAL ALERTAS	NO	SI	
DIBULLA	NO	SI	
DIFICIL EL CAMP	SI	SI	
DOÑA MARIA	SI	NO	12/1994
EL AGRADO	SI	NO	06/1992
EL BONGO	SI	SI	
EL BRILLANTE	SI	SI	
EL CALLAO	SI	SI	
<b>EL CANAL</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	04/1993, 04/2003
<b>EL CARMEN</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	01/1987, 01/1997
<b>EL CENIZO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	03/1989, 03/1999
<b>EL DESCANSO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	01/1997
<b>EL DESTINO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	01/1997
EL ENANO	SI	SI	
EL GUAMO	SI	SI	
EL JOLON	SI	SI	
EL LIMÓN	NO	SI	
EL MOLINO	SI	SI	
EL PALMOR	SI	SI	
EL PASO	NO	SI	
EL POZON	SI	SI	
EL PUEBLITO	SI	SI	
EL RUBY	SI	SI	
EL SEIS	SI	NO	04/1995
EL YUCAL	NO	SI	
FILO CARTAGENA	NO	SI	
FUNDACIÓN	NO	SI	
<b>GARRAPATA</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	12/1994
GAVILAN	NO	SI	
<b>GUACHACA</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	02/1979, 02/1989, 02/1999
GUAYMARAL	SI	NO	01/1982, 01/1992
GUAYMARAL (MOMPOS)	SI	SI	
HACIENDA LA CABAÑA	SI	SI	
HDA CANONEGRO	SI	SI	
HDA EL TERROR	SI	SI	
HDA INDUGAN	SI	NO	01/2001
HDA LA ESPERANZA	SI	NO	07/2000

ESTACIÓN	CONSITENTE	HOMOGENEA	FECHAS DE CAMBIO
HDA LA FRONTERA	SI	NO	05/1994
HDA MANATURE	NO	SI	
IRAN	SI	NO	07/1992
<b>LA ESPERANZA</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	04/1995
LA ESPERANZA (CICUCO)	NO	SI	
LA FLORIDA	SI	SI	
LA HAYA	SI	SI	
LA LOMA	SI	NO	11/2003
LA MARIA	SI	NO	11/1994
LA MECHA	SI	SI	
LA PALMA	NO	SI	
LA PINTADA	NO	SI	
LA PLAYA	SI	SI	
LA RAYA	SI	NO	01/2003
LA SARA	SI	SI	
LA UNIÓN	NO	SI	
LA YE	SI	SI	
LAS FLORES	NO	SI	
LENA	SI	SI	
LOS ALAMOS	SI	SI	
<b>LOS CAMPANOS</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	09/1988, 09/1998
LOS COCOS	NO	SI	
<b>LOS NEGRITOS</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	08/1996
LOS PROYECTOS	SI	SI	
<b>MEDIA LUNA</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	01/1995
MENCHIQUEJO	SI	SI	
MINCA	NO	SI	
MOMPOS	SI	SI	
MONTEBELLO	NO	SI	
<b>MONTECRISTO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	04/1985, 04/1995
MONTERREY FORESTAL	NO	SI	
MONTERRUBIO	SI	NO	01/2001
NORMAL MANATI	SI	SI	
NUEVA GRANADA	SI	SI	
PADELMA	SI	SI	
PALMARIGUANI	SI	NO	01/1993
PALMASOLA	SI	SI	
PALO ALTO	SI	SI	
PALOMINO	NO	SI	
<b>PARIS DE FRANCIA</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	01/1992
PARQUE TAYRONA	NO	SI	
PATILLAL	SI	SI	
<b>PINILLOS</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	06/1994
PLAYITAS	NO	SI	
POLONUEVO	SI	SI	
PONEDERA	NO	SI	
PRADO SEVILLA	SI	SI	
PTO COLOMBIA	NO	SI	
PTO GIRALDO	SI	SI	
PUEBLO BELLO	SI	SI	
RIONUEVO	SI	SI	
SABANALARGA	SI	SI	
SALAMINA	SI	SI	
SALOA	SI	SI	

ESTACIÓN	CONSISTENTE	HOMOGENEA	FECHAS DE CAMBIO
SAN ANGEL	SI	SI	
SAN ANGEL (VALLEDUPAR)	SI	SI	
<b>SAN ANTONIO ALERTA</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	05/1984, 05/1994, 05/2004
SAN CAYETANO	SI	SI	
SAN ISIDRO	NO	SI	
SAN LORENZO	SI	SI	
SAN PABLO	SI	NO	09/2000
SAN PEDRITO ALERTA	SI	SI	
SAN RAFAEL	SI	SI	
SAN ROQUE ALERTAS	NO	SI	
SAN SEBASTIÁN	SI	SI	
SAN SEBASTIAN DE R	SI	SI	
<b>SAN ZENON</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	05/1984, 05/1994, 05/2004
SEVILLANO	NO	SI	
STA CRUZ	SI	NO	04/2004
STA ROSA	NO	SI	
STA ROSA DE LIMA	SI	SI	
TAMALAMEQUE	SI	SI	
TASAJERA	NO	SI	
TERMOGUAJIRA	NO	SI	
TIERRA GRATA	SI	NO	05/2004
TIOGOLLO	SI	SI	
USIACURI	SI	NO	02/1974, 02/1994, 02/2004
VILLA MARLENE	SI	NO	01/1996
VILLA ROSA	SI	NO	03/1998
VISTA NIEVES	SI	SI	
ZAMBRANO	SI	SI	

Tabla 64. Resumen del análisis de homogeneidad y consistencia para series de evaporación.

ESTACIÓN	CONSISTENTE	HOMOGENEA	FECHAS DE CAMBIO
APTO ALFONSO LOPEZ	SI	SI	
APTO E CORTISSOZ	SI	NO	01/1993, 01/2003
APTO SIMÓN BOLIVAR	SI	SI	
COL AGRO PAILITAS	SI	NO	12/1997
EL CALLAO	SI	SI	
LA YE	SI	NO	03/1998
LAS FLORES	SI	SI	
LOS ALAMOS	SI	NO	01/1995
MONTERREY FORESTAL	SI	NO	01/2000
PRADO SEVILLA	SI	NO	01/1989
SAN LORENZO	SI	NO	09/1988
TERMOGUAJIRA	SI	SI	
VILLA ROSA	SI	NO	05/2003

Tabla 65. Resumen del análisis de homogeneidad y consistencia para series de temperatura.

ESTACIÓN	CONSISTENTE	HOMOGENEA	FECHAS DE CAMBIO
ALTO DE MIRA	SI	NO	08/1997
APTO ALFONSO LOPEZ	SI	NO	01/1986
APTO BARACOA	SI	SI	
APTO E CORTISSOZ	SI	NO	01/1988, 01/1998
APTO LAS FLORES	SI	SI	
APTO SIMON BOLIVAR	SI	NO	01/1988, 01/1998
COL AGRO PAILITAS	SI	SI	
EL CALLAO	SI	SI	
EL GUAMO	SI	NO	01/1993
EL SEIS	SI	SI	
GUAYMARAL	SI	SI	
LA YE	SI	NO	01/1986, 01/1996
LAS FLORES	SI	NO	07/1990, 07/2000
LOS ALAMOS	SI	NO	01/1995
MEDIA LUNA	SI	SI	
MOTERREY FORESTAL	SI	SI	
NORMAL MANATI	SI	NO	01/1988, 01/1998
PADELMA	SI	NO	01/1998
PARQUE TAYRONA	SI	NO	06/1989, 06/1999
PINILLOS	SI	NO	01/1988
PRADO SEVILLA	SI	NO	01/1988, 01/1998
SAN LORENZO	SI	SI	
TERMOGUAJIRA	SI	SI	
VILLA ROSA	SI	NO	01/1995

En el segundo paso, se elaboraron los mapas de amenaza por factor, de manera individual, tal proceso implicó la realización de interpolaciones de los datos procesados en la fase previa, el corte de todas las capas obtenidas y la reclasificación de su contenido de acuerdo a los criterios establecidos o consultados en bibliografía, en general se establecieron cinco categorías de amenaza aplicables a todos los factores de amenaza utilizados en el presente trabajo (tabla 66).

Tabla 66. Calificaciones, categorías de amenaza y colores asignados a cada una de las reclasificaciones hechas durante la realización de mapas.

Calificación de la amenaza	Categoría de amenaza	Color
1	Muy Baja	
2	Baja	
3	Moderada	
4	Alta	
5	Muy Alta	

En el caso en que encontraron elementos dentro de una capa (obtenida en formato shape) que no encajaba dentro de los criterios de clasificación, se recurrió a la asignación de una categoría de amenaza mediante análisis visual de los polígonos adyacentes a dicho objeto. Se realizó un análisis de los porcentajes de cobertura de cada categoría de amenaza por lo que fue necesario el cálculo de áreas.

En el tercer paso, se procedió a la elaboración del mapa de amenaza total de desertificación, para tal fin se ponderó cada una de las variables de acuerdo criterios técnico-científicos que determinaron el peso o índice de explicación de cada factor en el proceso de desertificación; se procedió a rasterizar la información con base en la calificación de la amenaza asignada a cada factor, con el mismo tamaño de celda para todas las capas y empleando el mismo sistema de coordenadas; una vez completados los anteriores procesos se realizó el álgebra de mapas sobre la calificación de las amenazas de cada factor usando las ponderaciones de la siguiente manera:

$$\text{Amenaza Total} = ((\text{Temperatura} \times 0,12) + (\text{Precipitación} \times 0,12) + (\text{Evaporación} \times 0,12) + (\text{Radiación} \times 0,10) + (\text{Aridez} \times 0,18) + (\text{Geopedología} \times 0,18) + (\text{Corine Land Cover Nivel 3} \times 0,18))$$

La capa resultante del álgebra de mapas fue reclasificada de acuerdo a las categorías establecidas en la Tabla 4 y de igual forma que en casos anterior fue hecho el respectivo análisis de área.

Los mapas resultantes fueron exportados a salidas de alta resolución y suministrados como insumo, el sistema de coordenadas utilizado para su presentación fue MAGNA Santa Marta Magdalena 2007 – (EPSG: 6270) que utiliza como base de proyecciones el Plano Cartesiano establecido por el IGAC para Colombia.

Aportes para tener en cuenta, al momento de interpretar los datos en el presente informe es que actividades como la agricultura depende del clima, ya que el calor, la luz y el agua son los factores que más afectan el crecimiento de las plantas y su fisiología. Miles de distintas clases de reacciones químicas se realizan continuamente en toda célula viva, transformando agua, sales minerales y gases del ambiente en tejidos y órganos de la planta. “Aproximadamente el 40% del peso seco de todas las plantas consisten en moléculas de carbono fijadas durante la fotosíntesis”. De un año a otro la cantidad de alimentos que se producen varía, debido en gran parte al comportamiento de los factores climáticos, afectando más unas zonas que otras por la mayor sensibilidad a las variaciones climáticas, sobre todo en los países menos desarrollados, donde disponen de tecnología muy atrasada para prevenir

los efectos devastadores de las sequías y las inundaciones. De acuerdo con la espacialización de los escenarios de cambio climático y las zonas en desertificación, se supone que existen áreas que van a ser mayormente afectadas si se tiene en cuenta la disminución porcentual de la precipitación y el aumento en la temperatura.

Al interpretar los resultados de los escenarios climáticos en función de la afectación de los suelos, se debe asumir que, a menor precipitación, las bases o sales van a tender a acumularse pues el lavado será menor. El pH del suelo se mantiene, pero dependiendo de la temperatura puede tener una tendencia a disminuir su acidez, es decir se puede acercarse a 7. A mayor precipitación la pérdida de bases intercambiables es más alta y con una mayor rapidez de lavado. El pH del suelo se tiende a acidificar más, por la pérdida de sales, los suelos serán más frágiles con una baja capacidad de recuperarse ante una intervención del ecosistema. A mayor aumento de temperatura, la evapotranspiración es más alta, lo cual puede conllevar a la salinización de áreas vulnerables a desertificarse; la mineralización de la materia orgánica es mayor siempre y cuando la humedad relativa sea alta. Los episodios de lluvia intensos pueden dañar las estructuras de las plantas por el impacto además favorecen la erosión del suelo.

Las altas temperaturas afectan a las plantas directamente aumentando la tasa de evaporación de agua, las hojas están provistas de pequeños poros, llamados estomas, que son el mecanismo más importante de regulación de agua dentro de la planta, que se encargan de abrir o cerrar los poros dependiendo de lo que la planta necesite, durante periodos secos se cerrarán para que la planta no pierda mucha agua y estarán abiertos en periodos de humedad normal. Cada tipo de planta tiene características diferentes, por eso no todas crecen igual en todos los tipos de entornos y en los mismos rangos de temperatura. Cuando se supera el rango de temperatura óptimo de una especie en particular, ésta tiende a responder de forma negativa, disminuyendo su producción. La mayoría de las plantas son muy sensibles a las altas temperaturas, aunque esto varía mucho dependiendo de la edad de la planta y de su capacidad para soportar situaciones adversas. Las altas temperaturas también disminuyen la capacidad del suelo para retener agua, porque se evapora muy rápidamente. Esto afecta a las plantas ya que el suelo es su principal reserva de agua. Las altas temperaturas normalmente acompañan a periodos secos, ambos aspectos son negativos para el crecimiento de las plantas. Las raíces no encuentran agua en el suelo y los estomas tienen que cerrarse para no perder más agua, esto hace que la temperatura de la planta ascienda y que a veces se produzcan daños serios (IGAC, IDEAM, MAVDT 2010).

## RESULTADOS

### Identificación de la amenaza

Para la identificación de la amenaza por desertificación en el departamento del Magdalena es necesario exponer la información resultado del análisis realizado a los datos de cada uno de los factores tenidos en cuenta en el presente informe como determinantes, su calificación y su categorización de amenaza para cada factor. También es indispensable definir cada una de las variables tenidas en cuenta, para el cálculo de las amenazas de riesgo por desertificación en el departamento del Magdalena y aclarar que en general, estas se obtuvieron de series de datos (de aproximadamente 30 años hasta el 2014), los cuales fueron debidamente analizados para probar la homogeneidad (Uniformidad) y consistencia (Calidad) de la información consignada en estos.

### *Amenaza por Temperatura*

La temperatura media es una propiedad del ambiente relacionada con la sensación de calor o frío que se siente en un sitio determinado. La temperatura de un lugar está en función de su posición geográfica, de la época del año, y de su altura con respecto al nivel del mar. Se puede medir en grados Celsius o Centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ), Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) y Kelvin (K). El clima involucra una serie de condiciones atmosféricas que caracterizan una región donde los elementos más importantes son la precipitación y la temperatura. En las bajas latitudes (entre los trópicos) como Colombia, las temperaturas varían de acuerdo con la altitud, permitiendo definir franjas o cinturones que presentan características térmicas similares, llamadas pisos térmicos (PNUD 2012). Esta información ambiental sirvió como herramienta en la evaluación de la amenaza por desertificación en el departamento del Magdalena. Para el desarrollo de la Amenaza por temperatura, se utilizó la información de las temperaturas que se presentan en las diferentes estaciones meteorológicas localizadas en el departamento del Magdalena. Para la categorización de la amenaza por temperatura se toma como categoría menor las temperaturas por debajo de  $24^{\circ}\text{C}$ , por ser esta la temperatura media anual que caracteriza los ambientes cálidos en el país (IDEAM 2007) y es precisamente en este tipo de ambientes donde concurridamente se presenta el fenómeno o los procesos de desertificación (Tabla 67).

Tabla 67. Categorización de la amenaza por temperatura en el departamento del Magdalena

Temperatura media anual ( $^{\circ}\text{C}$ )	Calificación Temperatura	Categoría de amenaza	Área ( $\text{m}^2$ )	Porcentaje (%)
$< 25^{\circ}$	1	Muy baja	2847164338,41	12,3140
$25^{\circ} - 26^{\circ}$	2	Baja	552607469,27	2,3900
$26^{\circ} - 27^{\circ}$	3	Moderada	811897887,01	3,5115
$27^{\circ} - 28^{\circ}$	4	Alta	6616690988,06	28,6172
$> 28^{\circ}$	5	Muy Alta	12293046706,94	53,1674

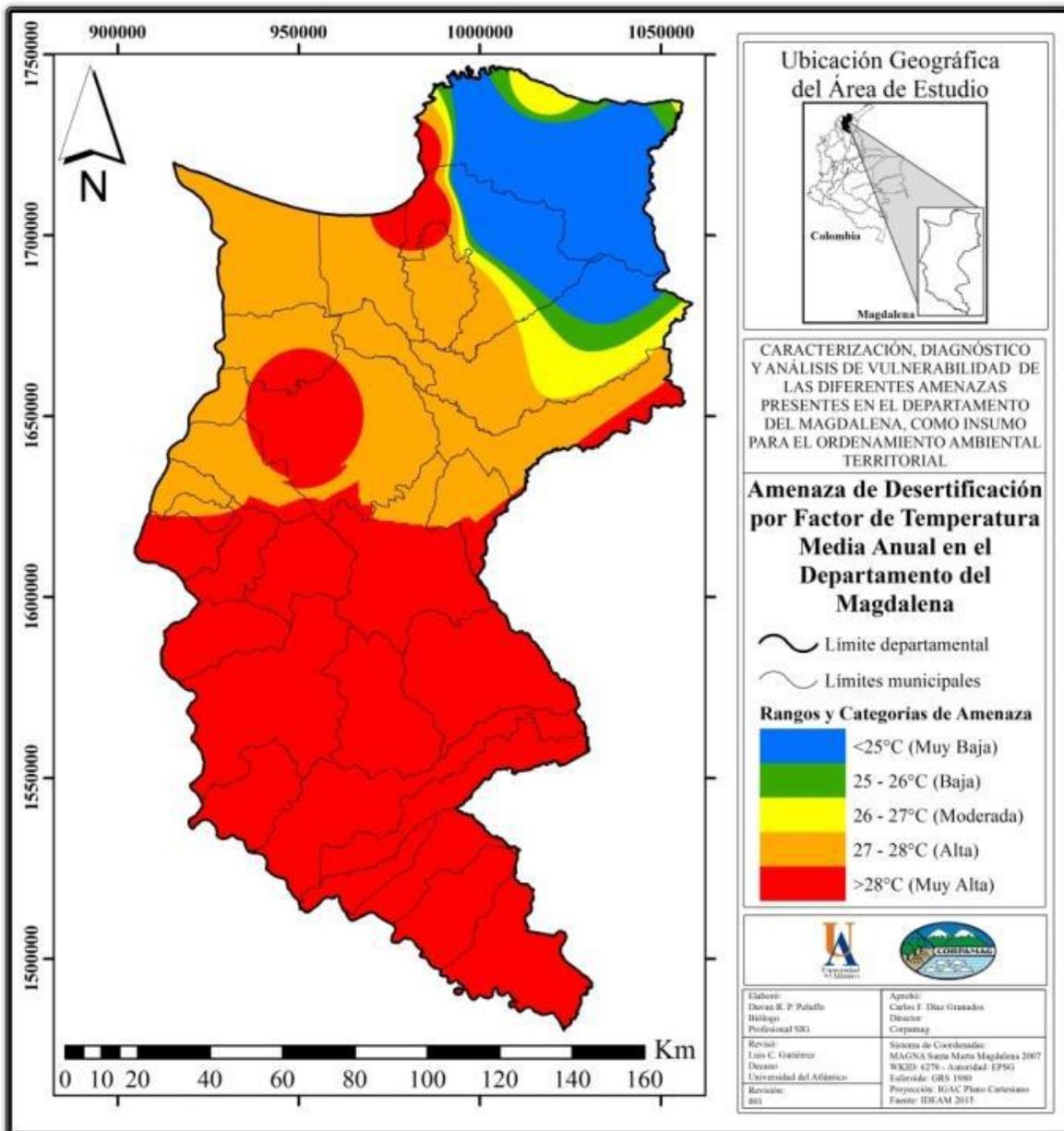


Figura 116. Mapa de distribución de la amenaza de desertificación por factor de temperatura media anual en el departamento del Magdalena.

De los 23 mil kilómetros cuadrados que aproximadamente conforman el departamento del Magdalena, en un poco más de la mitad (53,1674%) se registra una amenaza de desertificación por factor de temperatura media anual muy alta, lo que se traduce en que

todos los territorios pertenecientes a las subregiones sur y centro, parte de los municipios que componen la sub región Río (Pedraza y Zapayán) y una pequeña área entre el municipio de Ciénaga y el distrito de Santa Marta (enclave seco) presentan valores de temperaturas media anuales por encima de los 28°C que inciden de manera decisiva en la ocurrencia de procesos de desertificación.

Gran parte de los municipios pertenecientes a la subregión Norte (exceptuando la SNSM) y los restantes pertenecientes a la subregión Río (28,6172% del departamento), por ser territorios en los que se registra una amenaza de desertificación por factor de temperatura media anual alta, lo que permite afirmar que más del 80% de las tierras que conforman el departamento del Magdalena se encuentran en evidente amenaza (alta y muy alta) de desertificación por factor de temperatura (Figura 116).

### ***Amenaza por Precipitación***

Proceso mediante el cual el agua que se acumula en la atmosfera en forma de vapor, cae a la superficie terrestre, debido a la condensación de las partículas que al alcanzar el peso suficiente se precipitan hacia el suelo gracias a la acción de la gravedad. La precipitación se puede presentar en diferentes formas, ya sea como lluvia, llovizna, nieve o granizo. Suele medirse en milímetros (mm). La zona de convergencia intertropical (ZIC) es la región del globo terrestre donde se encuentran los vientos alisios del hemisferio norte con los del hemisferio sur. A esta región también se la conoce como frente intertropical o zona de convergencia ecuatorial. Se caracteriza por ser un ancho cinturón de baja presión constituido por corrientes de aire ascendente, donde convergen grandes masas de aire cálido y húmedo provenientes del norte y del sur de la zona intertropical. Las lluvias en el territorio colombiano están sujetas a este fenómeno atmosférico; las regiones de influencia directa de los alisios del Norte como son las Llanuras del Caribe, La Guajira y la región del río Catatumbo presentan una distribución unimodal con un período seco definido entre diciembre y marzo, con las mayores cantidades de lluvia en los meses de octubre y noviembre (Jaramillo y Chaves 2000).

Particularmente, en el departamento del Magdalena se presenten dos temporadas de lluvia, la primera en parte del mes de abril y el mes de mayo, la segunda entre los meses de septiembre y noviembre; una temporada de menor intensidad de lluvias entre los meses de junio y agosto y, por último, una temporada seca entre los meses de diciembre a marzo. En el sector litoral del departamento la precipitación presenta valores inferiores a los 400 mm anuales; de norte a sur del territorio, la precipitación aumenta hasta alcanzar los 1800 mm

anuales en el área comprendida por los municipios de San Zenón, San Sebastián, Guamal y El Banco. En las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta la precipitación promedio multianual alcanza valores de 1300 mm, disminuyendo con la altitud hasta registrar valores de 600 mm (PNUD 2012). Para la categorización de la amenaza por precipitación se toman los intervalos utilizados para caracterizar los ambientes y ecosistemas en el país (IDEAM 2007), Tabla 68.

Tabla 68. Categorización de la amenaza por Precipitación en el departamento del Magdalena

<b>Precipitación media anual (mm)</b>	<b>Calificación Precipitación</b>	<b>Categoría de amenaza</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Húmedo, muy húmedo, Pluvial (> 2000)	1	Muy baja	3480292425,27	15,0514
Seco (1000-2000)	2	Baja	18415957498,49	79,6444
Muy seco (500-1000)	3	Moderada	1140419832,20	4,9320
Árido (250 - 500)	4	Alta	86061695,12	0,3722
Desértico (0 – 250)	5	Muy Alta	0,00000	0,0000

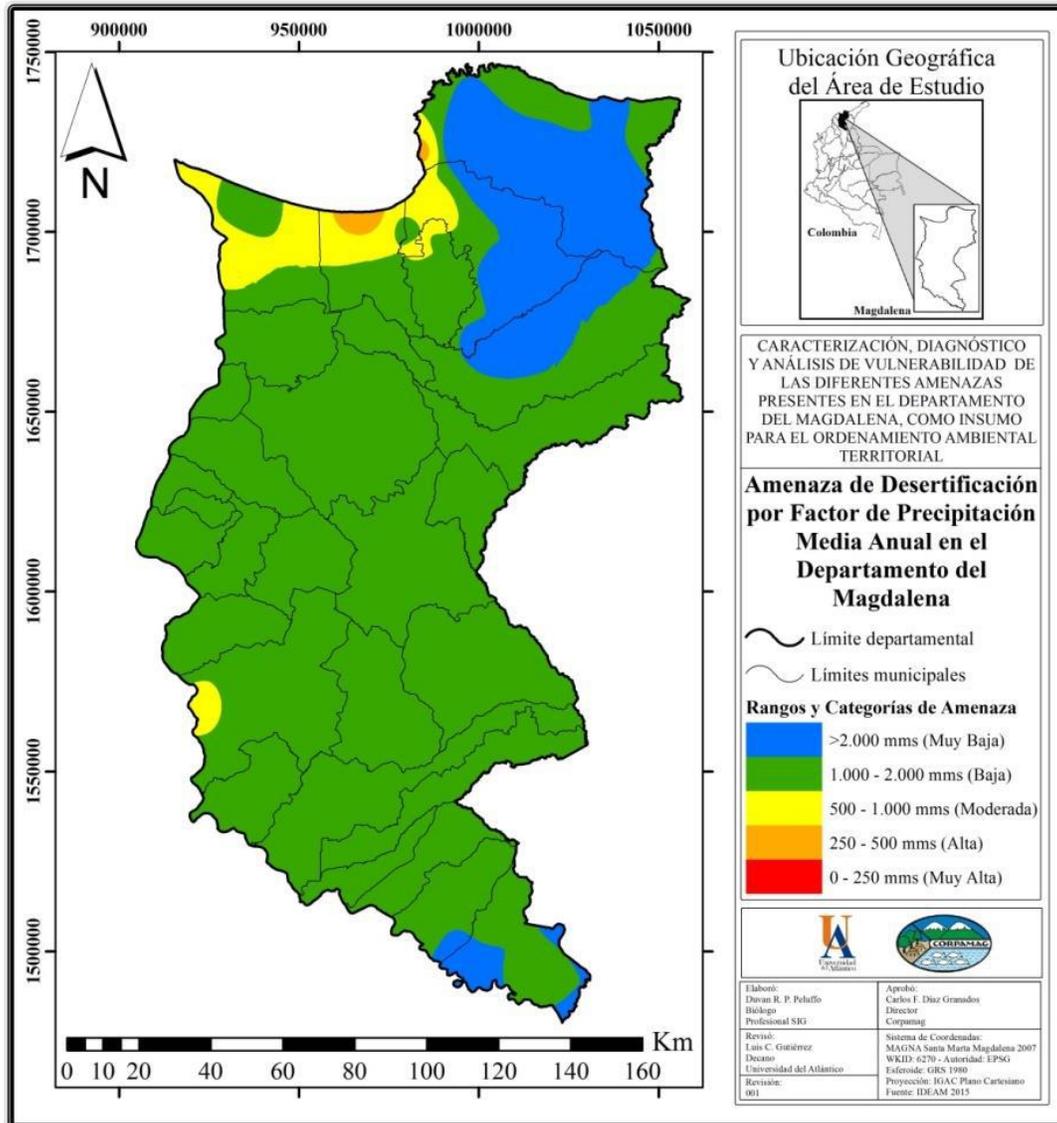


Figura 117. Mapa de distribución de la amenaza de desertificación por factor de precipitación media anual en el departamento del Magdalena.

Del total del área que conforma el departamento del Magdalena, en la mayoría (79,6444%) se registra una amenaza de desertificación por factor de precipitación media anual baja, lo que se traduce en que todos los territorios pertenecientes a las subregiones sur, centro y río presentan valores de precipitación media anuales por encima de los 1000 mm.

Una pequeña parte (4,9320%) del departamento, en los municipios de Santa Marta, Ciénaga, Zona Bananera, Pueblo Viejo y Sitio Nuevo, pertenecientes a la subregión Norte (exceptuando el ultimo), son territorios en los que se registra una amenaza de desertificación

por factor de precipitación media anual moderada; esto aunado a lo expuesto en el párrafo anterior, permite afirmar que en general las tierras que conforman el departamento del Magdalena se encuentran en la categoría de amenaza (moderada y baja) de desertificación por factor de precipitación media anual. El análisis de la figura 117. Solo permite identificar una muy pequeña área al norte del departamento donde se registra amenaza de desertificación por factor de precipitación media anual alta.

### ***Amenaza por evaporación***

La evaporación se define como el proceso mediante el cual el agua líquida se convierte en vapor de agua (gas), gracias al aumento de temperatura que proporciona energía suficiente para que las partículas de agua escapen a la atmosfera. Suele medirse en milímetros (mm). Para la categorización de la amenaza por evaporación se toman los intervalos (inversos a precipitación) utilizados para caracterizar los ambientes y ecosistemas en el país (IDEAM 2007), tabla 69.

Tabla 69. Categorización de la amenaza por evaporación en el departamento del Magdalena.

Evaporación media anual (mm)	Calificación Precipitación	Categoría	Área (m <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)
< 500	1	Muy baja	0,0000	0,00000
500 - 1000	2	Baja	1401639985,16	6,06139
1000 - 1500	3	Moderada	1940220268,92	8,39049
1500 - 2000	4	Alta	19668975279,93	85,05852
> 2000	5	Muy Alta	113214063,84	0,48959

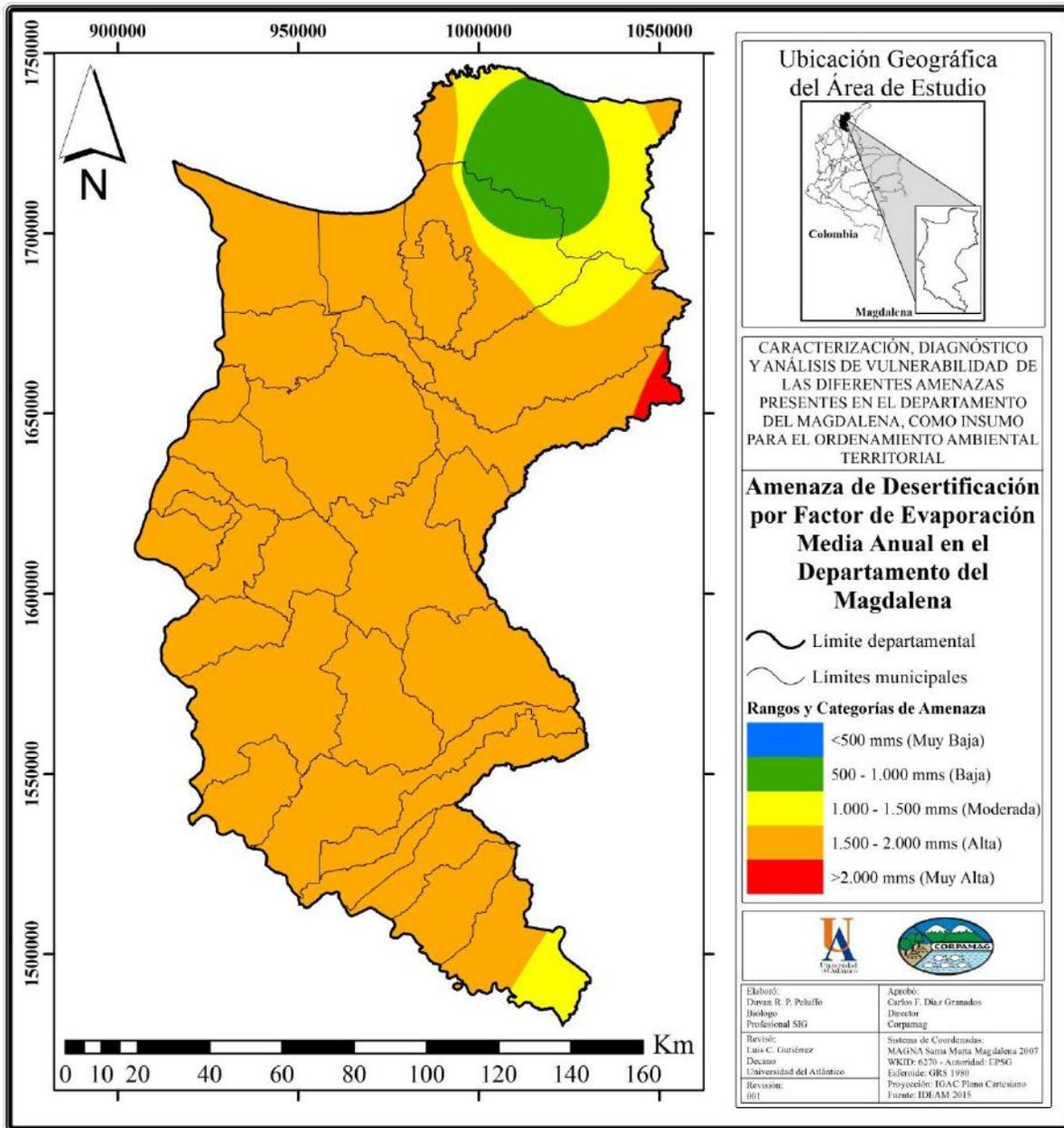


Figura 118. Mapa de distribución de la amenaza de desertificación por factor de evaporación media anual en el departamento del Magdalena.

En más del 80 por ciento (85,05852%) del territorio que conforma el departamento del Magdalena, se registra una amenaza de desertificación por factor de evaporación media anual alta, lo que se traduce en que todos los territorios pertenecientes a las subregiones sur, centro, rio y gran parte de los municipios que componen la sub región norte presentan valores

de evaporación media anuales por encima de los 1500 mm, lo que incide de manera decisiva en la ocurrencia de procesos de desertificación (Figura 118).

### ***Amenaza por Radiación solar***

El sol es la fuente más importante de energía en el planeta e influye en el proceso de transpiración de las plantas pues estimula la apertura de los estomas, esto contribuye al aumento en la evaporación del agua de las plantas lo que convierte a la radiación en un factor relevante del análisis de la amenaza, pues contribuye al aumento de la susceptibilidad de la vegetación a deteriorarse. Suele medirse en kilo Watios hora metro cuadrado útil año (kWh/m<sup>2</sup>/año).

Para la categorización de la amenaza por radiación solar se modifican los intervalos utilizados para caracterizar la cantidad de energía de la radiación solar que incide por metro cuadrado de superficie horizontal sobre el territorio colombiano y consignado en el Atlas de Radiación Solar de Colombia (IDEAM – UPME 2015), tabla 70.

Tabla 70. Categorización de la amenaza por radiación solar en el departamento del Magdalena.

Radiación media anual (kWh/m <sup>2</sup> /año)	Calificación Radiación	Categoría de amenaza	Área (m <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)
<3,0	1	Muy baja	0,0000	0,00000
3,0 – 4,0	2	Baja	0,0000	0,00000
4,0 – 5,0	3	Moderada	819418264,36	3,54573
5,0 – 6,0	4	Alta	22114448489,32	95,69202
>6,0	5	Muy alta	176158114,36	0,76226

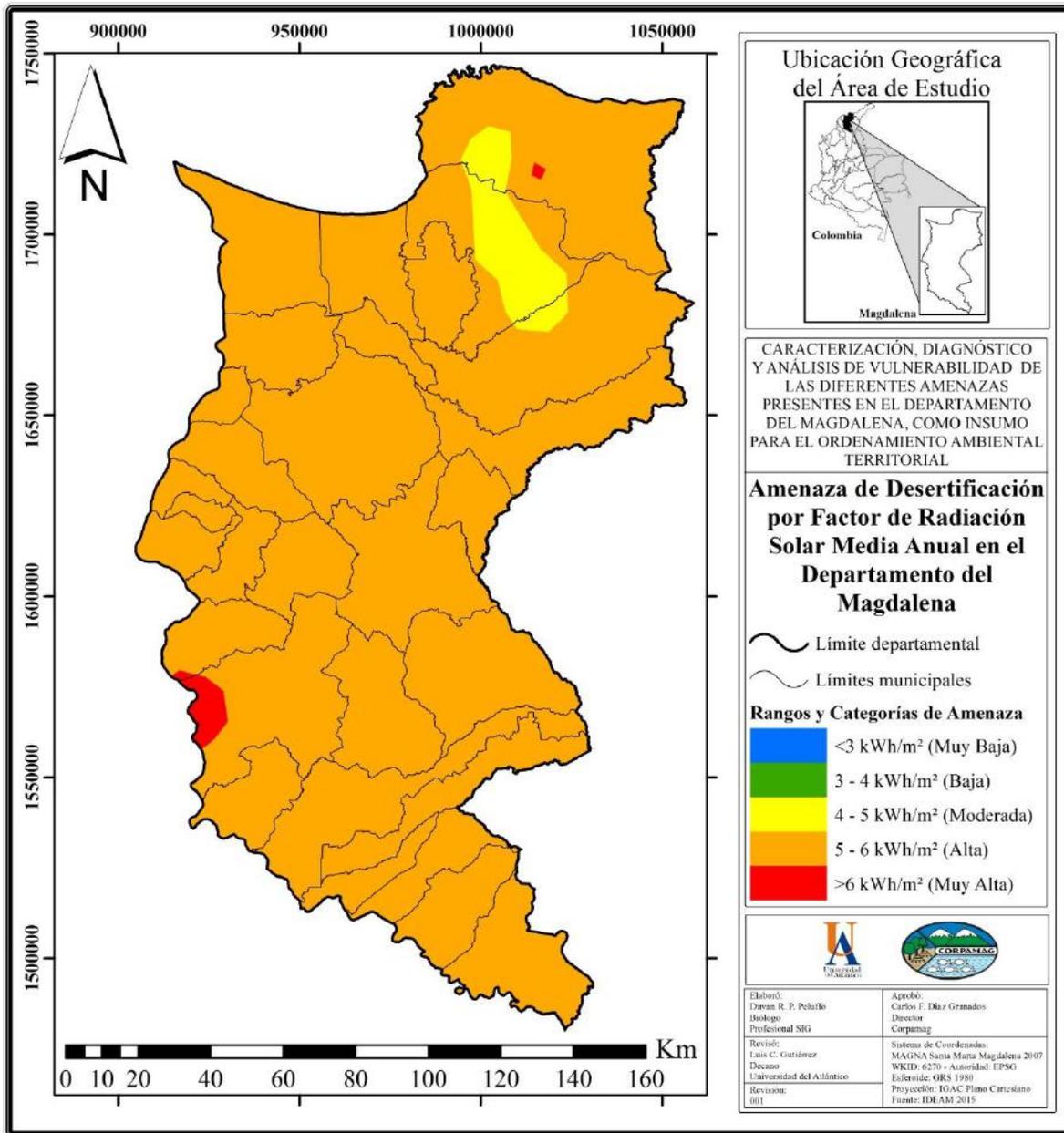


Figura 119. Mapa de distribución de la amenaza de desertificación por factor de radiación solar media anual en el departamento del Magdalena.

En general, todo el territorio (95,69202%) que conforma el departamento del Magdalena, se registra una amenaza de desertificación por factor de Radiación solar media anual alta, lo que se traduce en que todos los municipios pertenecientes a las subregiones sur, centro, río y norte presentan valores de radiación media anual por encima de los 5 kWh/m<sup>2</sup>/año, lo que incide de manera decisiva en la ocurrencia de procesos de desertificación (Figura 119).

### ***Amenaza por Aridez***

La Convención de las Naciones Unidas contra la Desertificación define las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas como aquellas zonas en las que la relación precipitación y evapotranspiración potencial (anual) está entre 0,05 y 0,65 excluidas las regiones polares y subpolares (UNCED 1992). Son tierras áridas o secas aquellas en las que se registra un equilibrio negativo entre los insumos (nivel de precipitaciones anuales) y las pérdidas de humedad (evapotranspiración). La aridez implica un déficit pluviométrico permanente (fenómeno climático de largo tiempo), lo cual está ligado a otras condiciones climáticas específicas, como temperaturas elevadas, baja humedad de aire y fuerte evaporación. Es definida usualmente en términos de baja precipitación promedio o agua disponible (Lobo 2004). De acuerdo con Borsdorf et al. (2005), el 32 % de la superficie terrestre y el 18 % de América del sur son regiones áridas. Las regiones áridas se destacan en Latinoamérica por lo azonal, o sea, no siguen un orden de acuerdo con los paralelos. Una faja de clima seco se extiende de norte a sur exceptuando la corta interrupción en el puente de tierra centroamericano y en la región ecuatorial. Así de variadas sean las causas y la apariencia de los desiertos y regiones áridas, todos tienen en común la falta de agua.

El indicador de desertificación asignado por la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía para determinar las áreas en desertificación es la relación Precipitación/Evapotranspiración y la relaciona con los ecosistemas. Para la categorización de la amenaza por aridez se toman los intervalos utilizados para caracterizar los ambientes y ecosistemas mundialmente, según la relación entre precipitación y evapotranspiración potencial (Tabla 71).

Tabla 71. Categorización de la amenaza por aridez en el departamento del Magdalena.

Aridez (P/ETP)	Calificación	Categoría de amenaza	Área (m <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)
> 0.7 (Húmedo)	1	Muy baja	0,0000	0,0000
0.45 – 0.7 (Subhúmedo seco)	2	Baja	411001064,88	1,7775
0.2 – 0.45 (semiárido)	3	Moderada	14390516484,08	62,2358
0.05 – 0.2 (Árido)	4	Alta	8321058255,71	35,9867
< 0.05 (Hiperárido)	5	Muy Alta	0,0000	0,0000

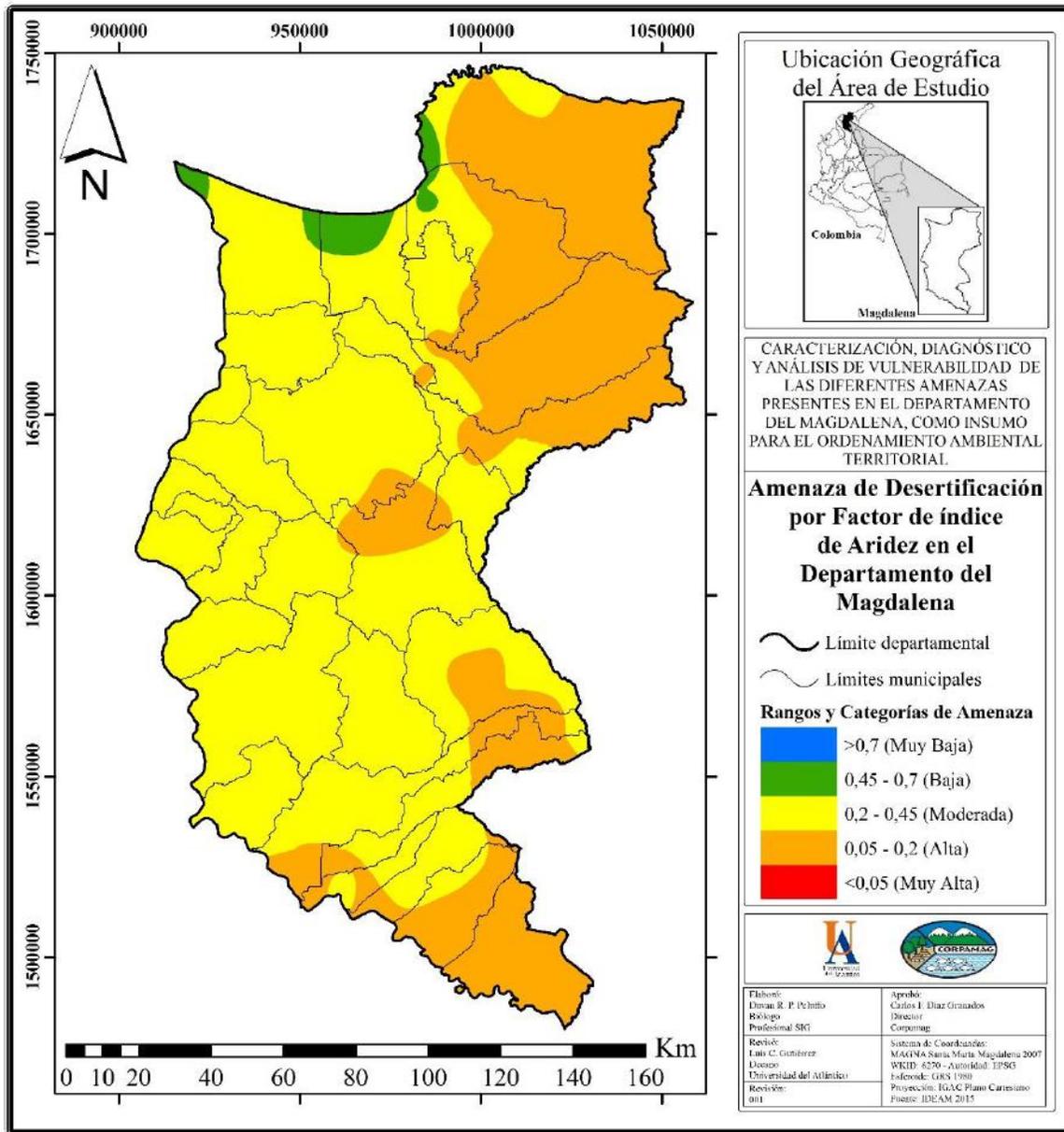


Figura 120. Mapa de distribución de la amenaza de desertificación por factor de aridez en el departamento del Magdalena.

Un poco más del 98 % del departamento del Magdalena, se clasifica como territorios áridos (35,9867%) y semiáridos (62,2358%), lo que puede ser equivalente a presentar amenaza de desertificación por factor de aridez alta y moderada, afirmando así la posibilidad de que se lleven a cabo procesos de desertificación (Figura 120).

### ***Amenaza por Coberturas de la tierra***

El mapa de Cobertura y Uso de la Tierra, el cual está basado en la adaptación del estándar europeo *Corine Land Cover*. Las coberturas de la tierra proporcionan información fundamental para diversos procesos nacionales como los mapas de ecosistemas, conflictos de uso del territorio, ordenación de cuencas y del territorio, seguimiento a la deforestación de los bosques, y los inventarios forestales, etc.

A partir del mapa de cobertura vegetal, se intenta generar una reclasificación mediante la interpretación de los tipos de cobertura, asignando de acuerdo a las coberturas predominantes una calificación y posterior categorización, según lo incidente en los procesos de desertificación, la cual se llevó a cabo a partir de las clases de coberturas que conforman el nivel 3 de la leyenda *Corine Land Cover*, adaptada para Colombia (IDEAM 2010), tabla 72.

Tabla 72. Categorización de la amenaza por coberturas de la tierra en el departamento del Magdalena.

<b>TIPO DE COBERTURA (Corine Land Cover nivel 3)</b>	<b>Calificación</b>	<b>Categoría de amenaza</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
3.1.1. Bosque denso	1	Muy Baja	2127424077,19	9,21
3.3.5. Zonas glaciares y nivales				
4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua				
5.1.1. Ríos (50 m)				
5.2.2. Mares y océanos				
3.1.4. Bosque de galería y ripario	2	Baja	3150125561,06	13,63
4.1.1. Zonas Pantanosas				
4.1.2. Turberas				
4.2.1. Pantanos costeros				
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales				
5.1.3. Canales				
5.2.1. Lagunas costeras	3	Moderada	1879890775,11	8,13
1.4.1. Zonas verdes urbanas				
1.4.2. Instalaciones recreativas				
3.1.2. Bosque abierto				
3.2.2. Arbustal				
3.3.1. Zonas arenosa naturales				
3.3.2. Afloramientos rocosos				
4.2.2. Salitral				

4.2.3. Sedimentos expuestos en bajamar				
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales				
5.2.3. Estanques para acuicultura marina				
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	4	Alta	8337689472,50	36,08
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados				
1.2.3. Zonas portuarias				
1.2.4. Aeropuertos				
1.2.5. Obras hidráulicas				
2.1.1. Otros cultivos transitorios				
2.2.4. Cultivos agroforestales				
2.3.2. Pastos arbolados				
2.3.3. Pastos enmalezados				
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales				
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales				
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales				
3.1.3. Bosque fragmentado				
3.1.5. Plantación forestal				
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición				
1.1.1. Tejido urbano continuo				
1.2.1. Zonas industriales o comerciales				
1.3.1. Zonas de extracción minera				
2.1.2. Cereales				
2.1.3. Oleaginosas y leguminosas				
2.1.4. Hortalizas				
2.1.5. Tubérculos				
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos				
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos				
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos				
2.2.5. Cultivos confinados				

2.3.1. Pastos limpios				
2.4.1. Mosaico de cultivos				
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos				
3.2.1. Herbazal				
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas				
3.3.4. Zonas quemadas				

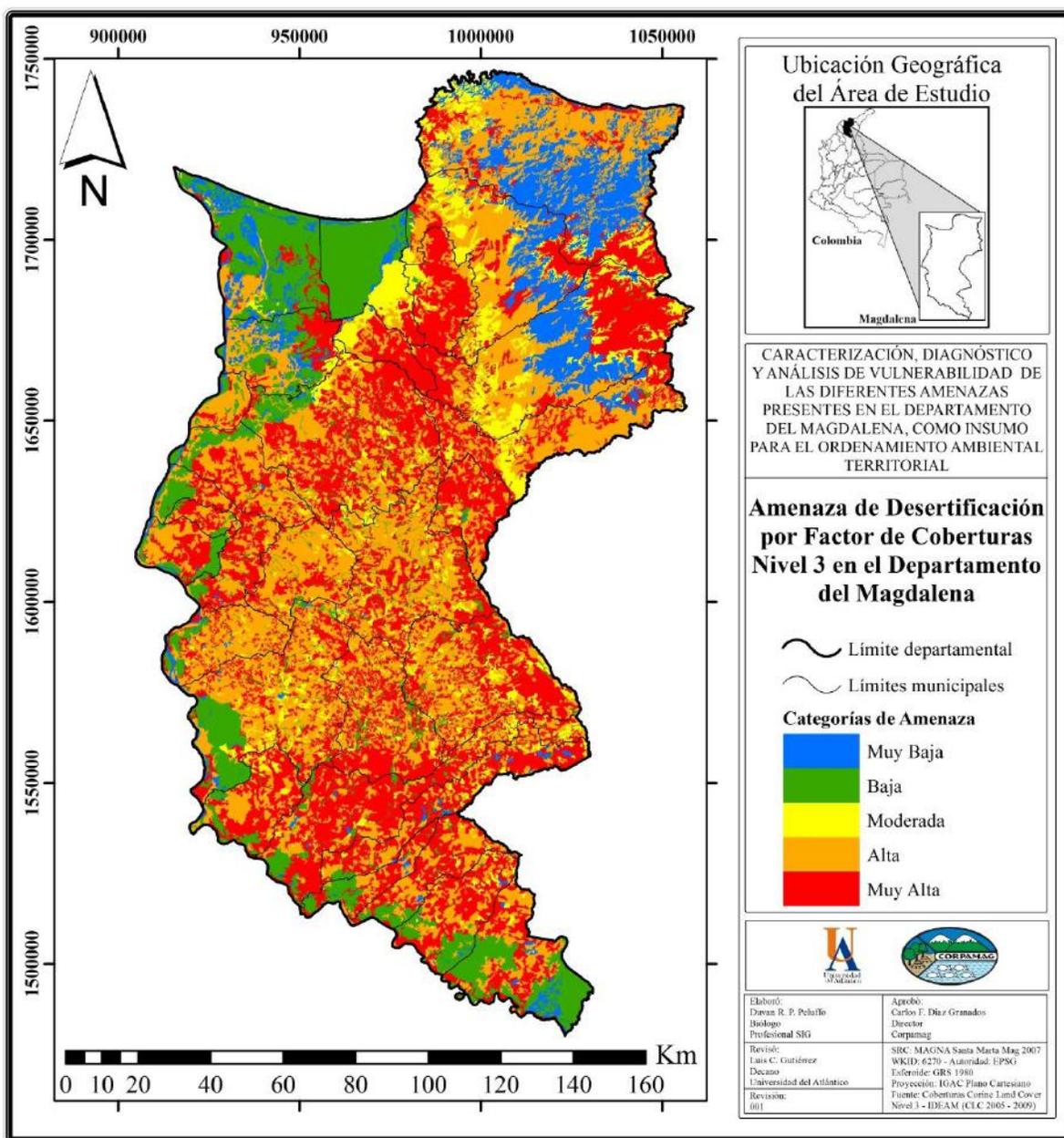


Figura 121. Mapa de distribución de la amenaza de desertificación por factor de cobertura y uso de la tierra en el departamento del Magdalena.

El 32 % del departamento del Magdalena, se clasifica en la categoría de amenaza muy alta por factor de cobertura, lo que representa que una tercera parte del territorio departamental esta evidentemente afectado por actividades que contribuyen a los procesos de desertificación como los son las quemadas, la degradación de los suelos por actividades ganaderas y bastas

extensiones de cultivos y pastos. En la categoría de amenaza alta de desertificación por factor de cobertura, se calcula que más del 35 % del territorio está afectado por actividades que van en detrimento de las condiciones ambientales, al presentarse plantaciones forestales (de especies no nativas), bosques con fragmentación evidente y predominio de vegetación secundaria (Figura 121).

### ***Amenaza por suelos***

Los ecosistemas secos y en desertificación identificados en Colombia, presentan una gran diversidad de suelos producto de las dinámicas pedogenéticas y ecosistémicas que direccionan la génesis de suelos con regímenes de humedad (IGAC, IDEAM, MAVDT 2010). Según el mapa de suelos de Colombia (IGAC, 1983) y el estudio general de suelos y zonificación de tierras - departamento del Magdalena (IGAC 2009), se ha identificado la presencia de nueve de las once clases de suelos a nivel de orden establecidas para Colombia y nueve de las doce clases para el mundo según la Taxonomía Americana (Soil Survey Staff 1999). La clasificación de los suelos del departamento del Magdalena y posterior categorización se realizó según las normas establecidas por Soil taxonomic (Soil Survey Staff. 1999), a nivel de órdenes, los cuales se definen por la presencia o ausencia de horizontes diagnósticos, su génesis y evolución. Según lo anterior los suelos se clasifican en:

**Alfisoles:** Suelos de regiones húmedas, por lo que se encuentran húmedos la mayor parte del año, con un % de saturación de bases superior al 35%, sus horizontes subsuperficiales muestran evidencias claras de traslocación de partículas de arcilla (Clayskins) que provienen posiblemente de molisoles, en los trópicos la vegetación de bosque refleja su alta fertilidad, son suelos jóvenes, comúnmente bajo bosques de hoja caediza.

**Andisoles:** Suelo desarrollado en depósitos volcánicos (como ceniza volcánica, piedra pómez, carbonillas y lava) y/o en materiales piroclásticos, presentes en las regiones subhúmedas y húmedas, poseen buena acumulación de humus, son de Alta productividad natural, con textura franco arenosa, se caracterizan por su mineralogía, en la que se encuentran minerales de poco ordenamiento cristalino (amorfo) como la imogolita y el alofano, se meteorizan rápidamente, formando mezclas amorfas de aluminio y silicato.

**Aridisoles:** suelos típicos de zonas desérticas. Las bajas precipitaciones producen que sean suelos poco lixiviados. Pobres en materia orgánica, de baja tasa de formación y descomposición, tienen desarrollado un horizonte cálcico por iluviación, aunque muchos tienen bien desarrollado un horizonte argílico que indican un anterior clima más húmedo, son

suelos de colores claros. En zonas áridas dominan arbustos xericos, y en zonas menos áridas aparecen gramíneas, por lo que son comunes en pastoreo y cultivos con riego. El agua presente es retenida a gran tensión y la mayoría están enriquecidos con carbonato de calcio. En estos suelos el mismo se encuentra como finos cristales dispersos en la matriz. PH neutros a básicos, fertilidad en general moderada, con excepción de N, pueden presentarse problemas de sales y Na y baja materia orgánica.

Entisoles: Suelos de regolito, tienen menos del 30% de fragmentos rocosos, Formados típicamente tras aluviones de los cuales dependen mineralmente. Suelos jóvenes y sin horizontes genéticos naturales o incipientes, permanecen jóvenes debido a que son enterrados por los aluviones antes de que lleguen a su madurez. Son pobres en materia orgánica, y en general responden a abonos nitrogenados. Son abundantes en muchas áreas en posiciones de diques, dunas o superficies sometidas a acumulaciones arenosas de origen eólico. Son suelos jóvenes con un desarrollo limitado que exhiben propiedades de la roca madre.

Histosoles: Suelos orgánicos, se desarrollan en ambientes de condiciones húmedas o frías, se encuentra saturado en agua al menos una vez al año. Su grado de evolución está asociado con el proceso de descomposición de sus materiales orgánicos, el material original de estos suelos consta de material vegetal poco descompuesto mezclado con cantidades variables de material terroso. Es muy liviano, pH en general ácido, fertilidad y productividad variable de acuerdo con la adecuación de la zona y el grado de evolución del material orgánico.

Inceptisoles: Suelos con características poco definidas, no presentan intemperización extrema, se presentan en bajas temperaturas, pero de igual manera se desarrollan en climas húmedos (fríos y cálidos), presentan alto contenido de materia orgánica, tienen una baja tasa de descomposición de la materia orgánica debido a las bajas temperaturas, pero en climas cálidos la tasa de descomposición de materia orgánica es mayor. pH ácido, usualmente presentan permafrost, poseen mal drenaje, acumulan arcillas amorfas. Se consideran una etapa juvenil de futuros ultisoles y oxisoles. Son suelos volcánicos recientes. De fertilidad variable dependiente de la zona: alta en zonas aluviales y baja en sedimentos antiguos y lavados sobre los cuales evolucionan el suelo, materia orgánica variable.

Molisoles: Suelos de zonas de pastizales, ubicados en climas templados, húmedos y semiáridos, no presentan lixiviación excesiva. Son suelos oscuros, con buena descomposición de materia orgánica gracias a los procesos de adición y estabilización (melanización). Saturación de bases superior al 50%. Suelos productivos debido a su alta fertilidad y bien estructurados (formados a partir de sedimentos minerales en climas

templados húmedos a semiáridos). Cobertura vegetal integrada principalmente por gramíneas. Dominancia de arcillas.

**Oxisoles:** Suelos tropicales ricos en sesquióxidos de hierro y aluminio. Presentan proporción de arcillas 1:1. Se forman sobre antiguos suelos de trópicos húmedos, muy meteorizados, de escasa fertilidad y tienden a presentar texturas finas debido a su alto grado evolutivo y a la relación del mismo con el tamaño de las partículas.

**Vertisoles:** Su proceso formativo es el de la haploidización, están definidos por la dinámica vinculada con su granulometría arcillosa. Suelos minerales que se quiebran en estación seca, formando grietas de 1 cm de ancho, muy ricos en arcilla, con fuerte expansión al humedecerse y contracción al secarse. Son característicos de las cubetas de decantación y pantanos en los llanos y en valles aluviales, hidratados y expandidos en húmedo y bastantes agrietados en seco.

La categorización de amenaza por suelo se puede observar en la tabla 73.

Tabla 73. Categorización de la amenaza por Suelos en el departamento del Magdalena.

<b>Tipo de suelos (Ordenes)</b>	<b>Calificación</b>	<b>Categoría de amenaza</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Cuerpos de agua y nubes	1	Muy baja	164355,28	7,11
Entisoles, Inceptisoles, Mollisoles, Andisoles, Alfisoles,	2	Baja	430469,70	18,62
Histosoles, Entisoles, Inceptisoles, Vertisoles, Molisoles, Aridisoles	3	Moderada	222501,28	9,62
Entisoles, Inceptisoles, Alfisoles, Mollisoles, Histosoles, Vertisoles				
Histosoles, Entisoles, Inceptisoles	4	Alta	540098,25	23,36
Alfisoles, Entisoles, Inceptisoles, Mollisoles, Aridisoles				
Alfisoles, Entisoles, Inceptisoles, Mollisoles				
Entisoles, Inceptisoles	5	Muy Alta	954059,21	41,27
Inceptisoles, Oxisoles				
Entisoles, Inceptisoles, Oxisoles				

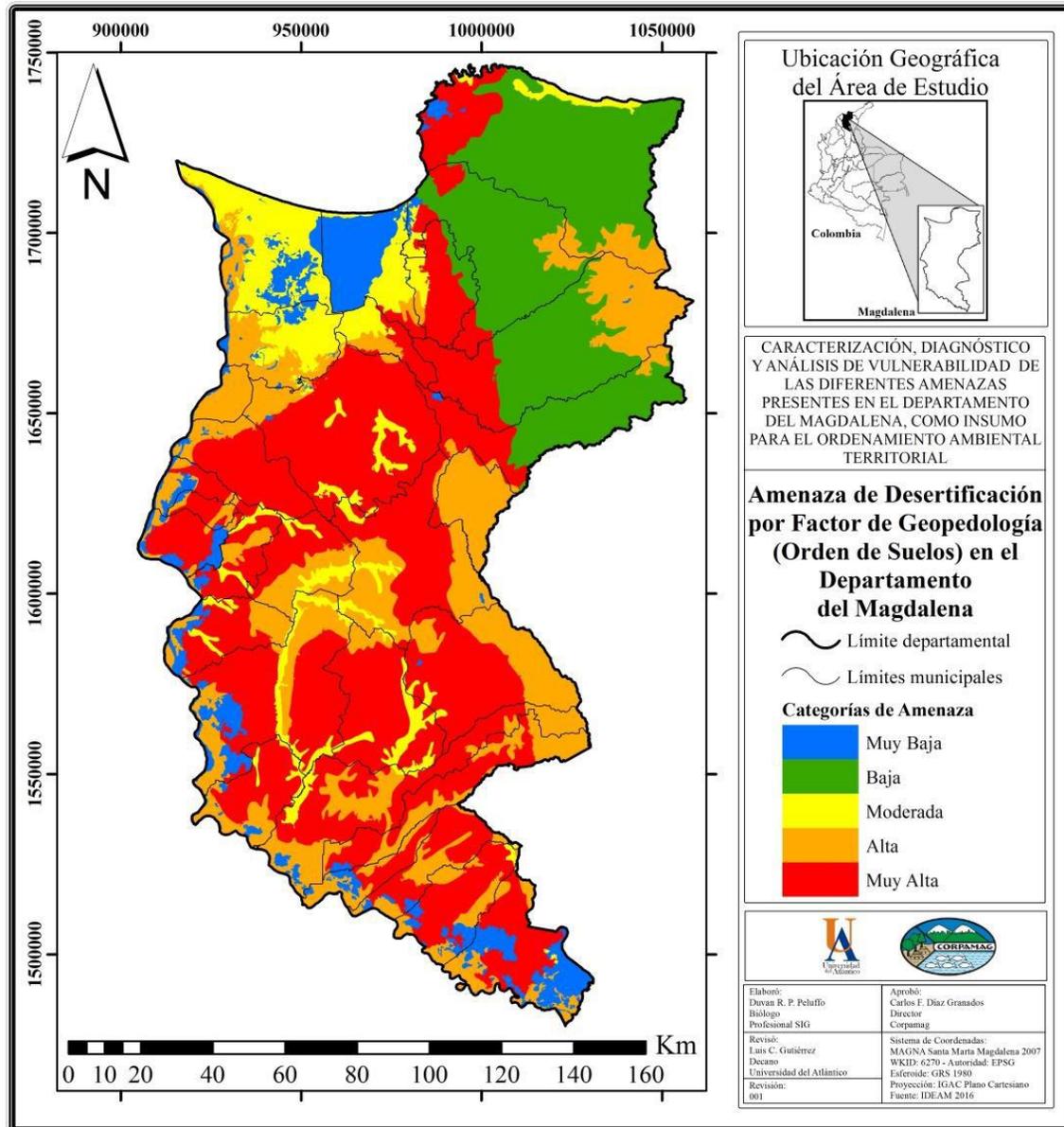


Figura 122. Mapa de distribución de la amenaza de desertificación por factor geopedología (suelos) en el departamento del Magdalena.

El 41 % del territorio que compone el departamento del Magdalena, se clasifica en la categoría de amenaza muy alta por factor de suelo, lo que representa que cerca de la mitad de los suelos que se exhiben en el Magdalena, son frágiles y responden a cambios ocasionados por actividades humanas, resultando en degradación de los mismos. En la categoría de amenaza alta de desertificación por factor de suelo, se calcula que más del 23 %

del territorio está conformado por suelos de similares características, con respuesta evidente a las actividades del hombre (Figura 122).

## Zonificación de la amenaza

### *Amenaza Total*

Para la determinación de la amenaza total se utiliza el álgebra de mapas, para ello se utilizan los valores de ponderación asignados a cada una de las variables en la fórmula para la amenaza total planteada, según lo determinante del factor en el desarrollo de los procesos de desertificación en el departamento del Magdalena (modificado de IDEAM 2011). En la ponderación de la amenaza total se asigna el mayor peso (18%) al factor coberturas de la tierra, por ser la manera más directa de medir la presencia de los procesos de desertificación, al factor aridez por corresponder la relación estrecha que guarda la precipitación con la evaporación de un área y al factor suelos, por ser estos indicadores de degradación; a un segundo grupo de factores conformado por temperatura, precipitación y evaporación, se les asigna un peso intermedio (12%), por ser influyentes en los procesos de desertificación de la región, pero estos deben estar acompañados de otros factores para poder ser indicadores de dicho fenómeno; al factor radiación solar, se le asigna el menor peso de esta ponderación (10%), por no ser directamente influyente (por sí solo) en los procesos de desertificación que ocurren en el departamento del Magdalena, al estar este ubicado cerca al paralelo del ecuador (zona intertropical). La fórmula para calcular la amenaza total por desertificación en el departamento del Magdalena, queda de la siguiente manera:  $Amenaza\ Total = temperatura \times (0,12) + precipitación \times (0,12) + evaporación \times (0,12) + radiación\ solar \times (0,10) + aridez \times (0,18) + suelos \times (0,18) + cobertura \times (0,18)$ .

La categorización de la amenaza por desertificación se observa en la tabla 74.

Tabla 74. Categorización de la amenaza total por desertificación en el departamento del Magdalena.

<b>Categoría de amenaza</b>	<b>Calificación</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Muy Baja	1	0	0
Baja	2	0	0
Moderada	3	4660401479	20,2290
Alta	4	14435350347	62,6584
Muy Alta	5	3942419290	17,1126

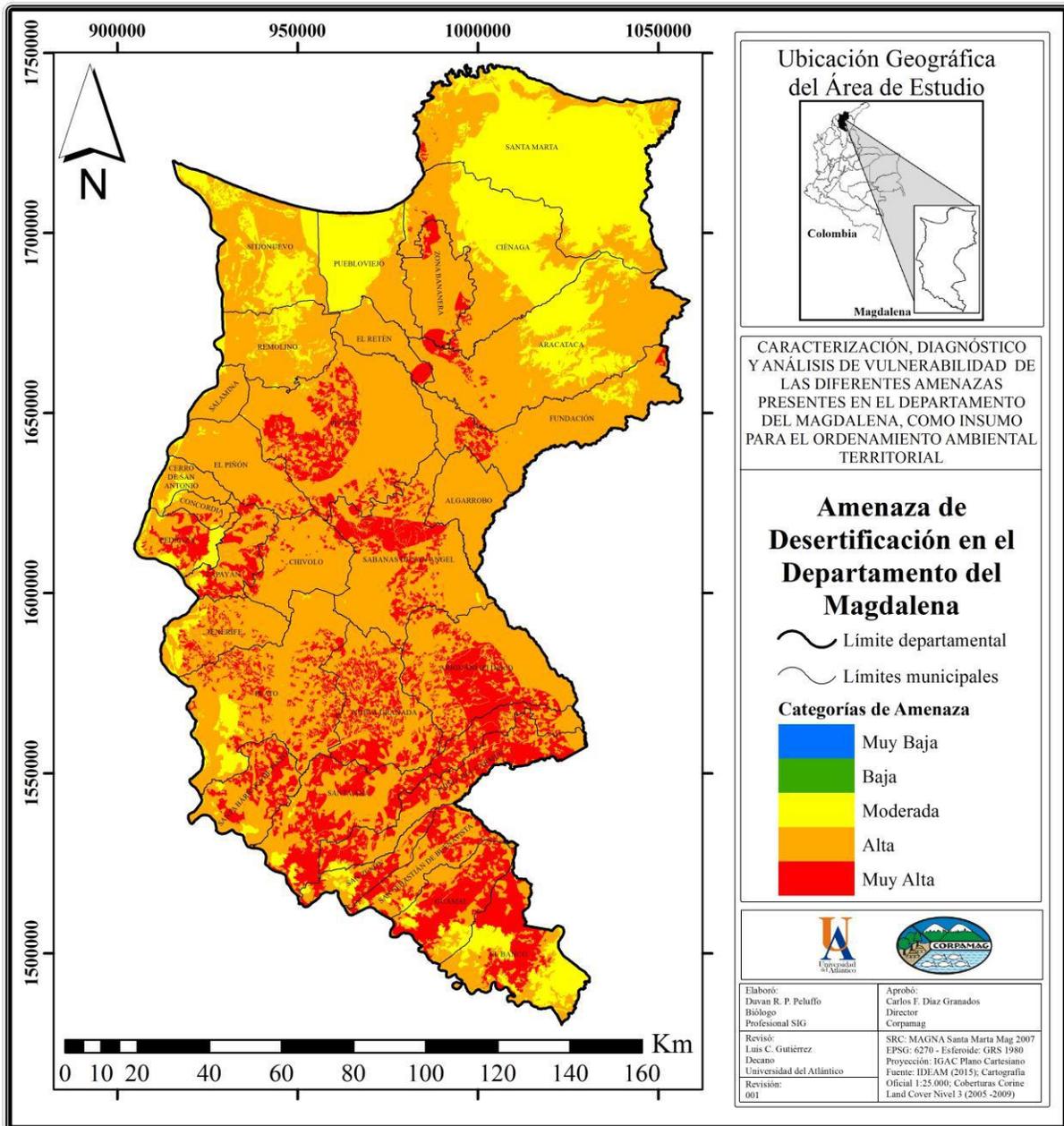


Figura 123. Mapa de distribución de la amenaza de desertificación en el departamento del Magdalena.

La desertificación es el resultado de la degradación de las tierras áridas, semiáridas, húmedas secas, por causa de las actividades humanas y el cambio climático; con la elaboración del mapa de amenazas por desertificación del departamento del Magdalena, se puede afirmar que este fenómeno se expresará y tendrá los mayores impactos en aquellos pueblos con menos capacidad de protegerse del incremento de enfermedades y la disminución de

producción agrícola, como es el caso de las regiones que conforman nuestro departamento, que presenta características que permiten identificar áreas susceptibles a desertificarse, por cultivos en ladera, tala indiscriminada o por la fragilidad de los ecosistemas donde se están desarrollando actividades agropecuarias, puesto que no se tiene en cuenta la vocación de las tierras y mucho menos su aptitud.

En este orden de ideas, una vez identificadas las zonas que por suelos, clima, cobertura de la tierra y ecosistemas, presentan características de ambientes secos y que además tienen evidencias de degradación, se tiene que aproximadamente el 80 % del territorio departamental es vulnerable a desertificarse, y el porcentaje restante está degradado en diferente intensidad (Figura 123).

El departamento del Magdalena pertenece a la región Caribe, esta región se considera una de las más tendientes a desertificarse por presentar suelos superficiales, poco evolucionados, pH neutros a básicos es decir por encima de 7, resultado de un clima donde domina la evapotranspiración sobre la precipitación, que favorece la acumulación de sales en los horizontes superficiales lo cual se ratifica al calcular el índice de aridez dando como resultado menor de 0,7.

Los territorios que comprenden la Sierra Nevada de Santa Marta, parte del complejo Ciénaga Grande de Santa Marta y algunos cuerpos de agua pertenecientes a la zona de influencia directa del río Magdalena, se muestran moderadamente amenazados por el fenómeno de la desertificación.

### **Verificación de la amenaza**

En las actividades de verificación de la amenaza por desertificación en el departamento del Magdalena, se observaron diferentes escenarios o paisajes comunes que permiten evidenciar el estado actual de los territorios que componen el departamento, con respecto a al fenómeno de la desertificación y los factores que la provocan.

La degradación de los suelos, a causa de actividades humanas (ganadería, monocultivos, cultivos forestales, quemados, talas), es un proceso al que históricamente las tierras del departamento se han sometido, diezmando la capa de vegetación original, hasta el punto de modificar el paisaje (sabanización), empobreciendo los suelos (suelos jóvenes muy frágiles), modificando las tierras con el continuo pisoteo del ganado (compactación) y cultivando especies no propias de estos ecosistemas (monocultivos de palma de aceite y forestales maderables). Todo esto ha convertido a gran parte del departamento en ambientes desolados, secos, de poca productividad y deteriorados, condiciones que se alejan de su estado original (Figura 124-128, Tabla 75).

Algunas de las áreas estudiadas en la fase de verificación de la amenaza por desertificación en el departamento del Magdalena, naturalmente se comportan como enclaves secos, con características fisionómicas propias de las zonas áridas del norte del país (bosque seco y muy seco, con aparición de xerofítia). La mayoría de territorios del Magdalena en los que se presenta este tipo de enclaves, no sobrepasa los 50 msnm, rodeados de un mosaico de tierras que revelan la intervención histórica a la que ha sido sometido pero aun así, guardan elementos de la vegetación original, que consisten en una mezcla de plantas características de los bosques y matorrales secos xerofíticos dominantes en una estrecha franja ubicada al norte de Colombia. Según Hernández-Camacho y Sanchez-Paez (1992) este sitio se corresponde con las características de la vegetación del bioma zonal de tierras bajas denominado Zonobioma subxerofítico tropical (monte espinoso tropical, subtropical y bosque muy seco tropical) con elementos propios de este ecosistema, identificables por los vestigios de la cubierta vegetal original, con indicios de alteración en su estructura y composición florística. Se reporta la presencia de especies de plantas con flores de porte arbóreo medio y bajo, con apariciones de las especies de cactus características del norte de Colombia, que se denotan disminuidos y de mal aspecto, lo más seguro que sea a causa de la falta de aguas lluvias (agua dulce), escasa por los periodos de extrema sequía que experimenta la región.



Figura 124. Fotografía de un paisaje en el municipio de Santa Ana, sector El Encanto de las Flores (9°30'1.8" Norte; 74°34'23.7" Oeste, 44 msnm), evidenciando la transformación de los paisajes naturales y un suelo cubierto de gramíneas y herbáceas de porte bajo.



Figura 125. Fotografía una plantación forestal presente en el municipio de Sabanas de San Ángel, sector Monterrubio ( $10^{\circ}10'35''$  N;  $74^{\circ}19'28''$ W, 171 msnm), evidenciando actividades que aceleran los procesos de desertificación por pérdida de la cobertura original de vegetación.



Figura 126. Fotografía de un paisaje en el municipio de Pijiño del Carmen, sector Purgatorio ( $9^{\circ}22'23''$ Norte;  $74^{\circ}19'48,3''$ Oeste, 33 msnm), evidenciando la pérdida de la cobertura original de vegetación, quedando solo algunos individuos en pie, aislados y un suelo cubierto de gramíneas secas.



Figura 127. Fotografía de un paisaje en el municipio de Ariguaní, sector Carmen de Ariguaní (9°46'8.5"Norte; 73°59'57.5" Oeste, 95 msnm), evidenciando la disminución de la cobertura original de vegetación, quedando algunos individuos en pie, aislados y un suelo cubierto de pastos.



Figura 128. Fotografía de un paisaje en el municipio de Santa Bárbara de Pinto, sector Veladeros (9°29'56.1"Norte; 74°45'08.1"Oeste, 26 msnm), evidenciando formaciones xerofíticas.

Tabla 75. Calificación de la amenaza por desertificación para los municipios priorizados en el Magdalena. PDM = Plan de Desarrollo Municipal, PDGRD-UNGRD = Plan Departamental para la gestión del riesgo de desastre - Unidad Nacional para la gestión del riesgo de desastre, PMGRD = Plan Municipal para la gestión del riesgo de desastre, PE = Presente Estudio.

MUNICIPIO	CALIFICACIÓN
ARIGUANÍ	Amenaza Alta (PDGRD-UNGRD 2012, PDM 2012-2015, PE 2016)
SANTA ANA	Amenaza Alta (PDGRD-UNGRD 2012, PMGRD 2012-2015, PE 2016)
SABANAS DE SAN ÁNGEL	Amenaza Alta (PDGRD-UNGRD 2012, PE 2016)
PIJIÑO DEL CARMEN	Amenaza Alta (PDGRD-UNGRD 2012, PE 2016)
SANTA BARRARA DE PINTO	Amenaza Alta (PDGRD-UNGRD 2012, PE 2016)

### CONSIDERACIONES FINALES

La desertificación se concibe como un proceso global de deterioro ambiental de las tierras secas, además de afectar al medio biofísico, ocasiona un impacto importante en la vida humana, al tiempo que los grupos sociales son vistos como agentes que contribuyen a aumentar este proceso. En este contexto, la pobreza y desertificación se hallan enlazadas y se constituyen en un “círculo dilemático” en el marco del cual, la "pobreza" conduce a la explotación indiscriminada de los recursos, esta dinámica provoca la degradación general del sistema y esta condición vuelve a acentuar la pobreza. También se entiende como un problema complejo, de naturaleza sistémica, que afecta la estructura y el funcionamiento de las tierras secas y que abarca múltiples relaciones entre diversos factores. La lucha contra la desertificación, aun cuando en general focaliza las consecuencias de estos procesos (disminución de la calidad de vida de las poblaciones afectadas, pérdidas y limitaciones de sus actividades productivas, relaciones recíprocas de estos procesos con la pobreza y la exclusión) también debe considerar las causas que la generan, no apartándose de los conceptos de participación, inclusión social y equidad territorial.

Dentro de los múltiples problemas que emergen en los estudios de la desertificación, los de índole metodológica ocupan un papel destacado. Evidentemente, de contarse con metodologías apropiadas, los procesos de desertificación podrían evaluarse integralmente,

incorporando la visión compleja que se recomienda desde los organismos internacionales y desarrollando los necesarios sistemas de alerta temprana que, en el futuro, permitirían dejar de trabajar en la emergencia y vulnerabilidad extrema. En el marco de las preocupaciones de índole metodológica, el uso de indicadores y puntos de referencia se presenta como una opción que podría colaborar en resolver las dificultades encontradas, sin embargo, no se debe eludir la necesidad de que esos indicadores y puntos de referencia sean referidos a un contexto más amplio, dado por los sistemas integrales de evaluación.

Con las actividades realizadas en el presente estudio, se intentó caracterizar e identificar la amenaza por desertificación en el Departamento del Magdalena, mediante la medición de múltiples factores, arrojando resultados actuales y centrados, sobre el proceso de desertificación en el territorio. Los niveles de amenaza de desastre por desertificación y evaluados, se mantienen con lo publicado en el Plan Departamental de Gestión del Riesgo, Magdalena (UNGRD 2012), notándose un aumento en el porcentaje del territorio afectado por este fenómeno (del 70% al 80%) y dejando en evidencia que los municipios de Pijiño, Santa Ana, Sabanas de San Ángel, Ariguaní y Santa Bárbara de Pinto son los más amenazados y vulnerables por la escases de agua, posiblemente a causa del Fenómeno del Niño, al Calentamiento Global y a las practicas agropecuarias tradicionales.

Los municipios más amenazados por el fenómeno de la desertificación en el departamento del Magdalena coinciden en tener como objetivo prioritario combatir la escases de agua para consumo humano y actividades agropecuarias, así como mejorar la calidad del recurso para consumo humano; pensando en adoptar como solución inmediata el aprovechamiento de aguas subterráneas (construcción de pozos).

Se identificaron 3 (tres) escenarios comunes en relación con la desertificación en los municipios priorizados del Magdalena:

- 1) Degradación de los suelos, a causa de actividades humanas (ganadería, monocultivos, cultivos forestales, quemadas, talas).
- 2) Disminución de la capa vegetal por efecto de las condiciones climáticas actuales (Fenómeno del Niño – Calentamiento Global).
- 3) Enclaves secos, con características fisionómicas propias de las zonas áridas del norte del país (bosque seco y muy seco, con aparición de xerofítia).

## RECOMENDACIONES

- Activar las medidas y protocolos necesarios para la declaratoria de la emergencia por desertificación, por parte de las administraciones de los municipios analizados.
- Realizar construcciones que permita almacenar el agua por más tiempo (reservorios).
- Se sugiere la construcción de acueductos con plantas de tratamiento de aguas (potabilizadoras), para mejorar la calidad de esta y así optimizar el volumen ofertado para consumo humano.
- Nuevas estrategias de capacitación y asesoría técnica en nuevas prácticas agropecuarias, por parte de las entidades gubernamentales.
- Se recomienda cambiar las prácticas agropecuarias actuales, por prácticas más amigables con el medio ambiente y que optimicen los resultados:
- Cambiar los sistemas de riego de los cultivos actuales (por inundación y por aspersión) a sistemas de riego localizados (por goteo y micro aspersión), que minimicen el consumo de agua.
- Disminuir las extensiones de los cultivos actualmente establecidos.
- Cambiar a cultivos transitorios o de menor tiempo de cosecha y rotarlos entre épocas con el objeto de favorecer la circulación de nutrientes en el suelo.
- Cambiar el tipo de ganado actualmente establecido (vacuno y caprino) por otros de menor requerimiento de pastos.
- Evitar el crecimiento y aparición de cultivos forestales (de especies no nativas), pues esta actividad conlleva a la pérdida de la capa vegetal original irrecuperable, además del requerimiento hídrico que representan.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUNYARD P, HERRERA F. 2012. **El rol de la selva amazónica en la formación de las lluvias en Colombia**. Intekhnia. Vol. 7.No. 1. ISSN: 1900-7612. 27 – 36 pp.
- BORSODORF A, DÁVILA C, HOFFERT C, TINOCO R. 2005. **Espacios naturales de Latinoamérica: Desde la Tierra del Fuego hasta el Caribe**. Institut für Geographie der Universität Innsbruck. Lateinamerika- Studien Online.
- CAPACCI A, MANGANO S. 2015. **“Las catástrofes naturales”**. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía 24 (2): 35-51pp.
- HERNÁNDEZ-CAMACHO J. 1992. **Vulnerabilidad y estrategias para la conservación de algunos biomas de Colombia**. En: Halffter, G. (ed.) La diversidad biológica de Iberoamérica I. Acta Zoológica Mexicana, 191-202p.
- HOLTZ U. 2003. **La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNUCLD) y su dimensión política**. Tomado de <http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Parliament/2003/PDUNCCD%28spa%29.pdf> (ultimo acceso julio de 2015).
- IGAC - INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. 1993. **Características Geográficas del Departamento del Magdalena**. Bogotá D.C.
- IGAC, IDEAM, MAVDT. 2010. **Protocolo Para La Identificación y Evaluación de Los Procesos de Degradación de Suelos y Tierras por Desertificación**. Instituto Geográfico Agustín Codazzi; Instituto De Hidrología, Meteorología Y Estudios Ambientales Y El Ministerio De Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- IGAC, IDEAM, MAVDT. 2010. **Protocolo Para La Identificación y Evaluación de Los Procesos de Degradación de Suelos y Tierras por Desertificación**. Instituto Geográfico Agustín Codazzi; Instituto De Hidrología, Meteorología Y Estudios Ambientales Y El Ministerio De Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- JARAMILLO R, CHAVES C. 2000. **Distribución De La Precipitación En Colombia Analizada Mediante Conglomeración Estadística**. Cenicafé 51(2): 102-113.
- LÓPEZ F. 2006. **Desertificación, un riesgo ambiental global de graves consecuencias**. Rev. C & G., 20 (3-4), 61-71 pp.
- LOPEZ F, ROMERO A. 1998. **Erosión y desertificación: implicaciones ambientales y estrategias de investigación**. Papeles de Geografia, 28: 77-89.

- LOBO L. 2004. **Guía Metodológica para la Delimitación del Mapa de Zonas Áridas, Semiáridas y Subhúmedas Secas de América Latina y el Caribe**. Centro del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y El Caribe – CAZALAC – UNESCO PHI – Gobierno de Flandes
- MADS-IDEAM. 2012. **Propuesta para la Gestión Integral Ambiental del Recurso Suelo (GIARS)**. Convenio Interadministrativo de Asociación entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Nº 160 /2011) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Nº 15A /2011). Programa nacional de monitoreo y seguimiento de la degradación de suelos y tierras en Colombia: diseño y estructura estrategias para su implementación.
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL - MINAMBIENTE. 2003. **Desertificación y Sequía**. Primera jornada nacional de sensibilización, memorias., Unión Gráfica Ltda. Bogotá.
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL - MINAMBIENTE. 2007. **Tercer Informe Nacional de Implementación de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía Dirección de Ecosistemas**. Bogotá, Colombia, 38 p.
- PNUD - PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO COLOMBIA. 2012. **Plan departamental para la gestión de riesgo**. Gobernación del Magdalena – Colombia.
- PNUD - PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO COLOMBIA. 2013. **Guía metodológica para la elaboración de planes departamentales para la gestión del riesgo**. UNGRD-PNUD, Colombia.
- RUÍZ T, FEBLES G. 2004. **La desertificación en el Mundo**. Avances en Investigación Agropecuaria. Vol. 8, Núm. 2.
- TROYO E, MERCADO G, CRUZ A, NIETO A, VALDEZ R, GARCÍA J Y MURILLO B. 2014. **Análisis de la sequía y desertificación mediante índices de aridez y estimación de la brecha hídrica en Baja California Sur, noroeste de México**. Investigaciones Geográficas. Boletín, núm. 85. Instituto de Geografía. UNAM, México. 66-81 pp.
- SÁNCHEZ G, FORERO L. 1983. **Aspectos geomorfológicos y cartográficos del litoral Caribe colombiano entre las desembocaduras de los ríos Magdalena y Sinú**. En: Memorias de la 10ª Conferencia Geológica del Caribe. Cartagena. 283 – 302.

- UNCCD - CONVENCION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACION. 1997. **Texto de la Convención de Lucha Contra la Desertificación**. <http://www.unccd.int> . Visitado en junio de 2015.
- UNCCD - CONVENCION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACION, MAVDT - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2005. **Plan de Acción Nacional Lucha Contra La Desertificación y la Sequía en Colombia - PAN**. Bogotá, D.C. Colombia, 138 p.
- UNCCD - CONVENCION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACION, MAVDT - MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. 2007. **Tercer Informe Nacional de Implementación de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía**. Bogotá, D.C. Colombia, 38 p.
- UNCED - UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. 1992. **Report of the United Nations Conference on Environment and Development at Rio de Janeiro, Managing Fragile Ecosystems. Combat Desertification and Drought**. Chapter 12. U.N. New York.
- UNCOD. 1997. **Desertification its Causes and Consequences**. U.N. Conference on Desertification. Nairobi, Kenya. Published by Pergamon Press. New York: 448 pp.
- UNGRD – UNIDAD NACIONAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES – PNUD – PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO COLOMBIANO. 2012. **Guía metodológica para la elaboración de Planes Departamentales Para la Gestión del Riesgo**. P.p. 8.
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM. 2010. **Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología *corine land cover* adaptada para Colombia Escala 1:100.000**. Bogotá, D. C., 72p.
- VARGAS G, GÓMEZ, C. 2003. **La Desertificación en Colombia y el cambio Global. Cuadernos de Geografía**. XII (1 - 2). 121-134 pp.

## Webgrafia

ONU – Organización de las Naciones Unidas. 2010. **Decenio de las Naciones Unidas Para los desiertos y la Lucha Contra la Desertificación 2010-2020**. Tomado de [http://www.un.org/es/events/desertification\\_decade/whynow.shtml](http://www.un.org/es/events/desertification_decade/whynow.shtml) (acceso en julio 2015).

## Siglas, Acrónimos y Convenciones

BID: Banco Interamericano de Desarrollo.

CAR: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

CLCGSM: Complejo Lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta.

CORPAMAG: Corporación Autónoma Regional del Magdalena.

IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

MADS: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

ONU: Organización de Naciones Unidas.

PNN: Parque Nacional Natural.

SNSM: Sierra Nevada de Santa Marta.