

**Un análisis espacio-temporal de los principales procesos agrosociales y aspectos geográficos en la región de la Ciénaga de Ayapel (Córdoba, Colombia), y el desarrollo de un modelo del uso del espacio para la interpretación y simulación de la dinámica del paisaje mediante el uso de sensoramiento remoto con calibración en el terreno**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Philosophie (Dr. phil.)

durch die Philosophische Fakultät der  
Heinrich-Heine Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Fabio de Jesús Vélez-Macías

aus Medellín, Kolumbien

Betreuer

Prof. Dr. Ekkehard Jordan

Düsseldorf, Juni 2018

Gedruckt mit der Genehmigung der Philosophische Fakultät der Heinrich Heine Universität  
Düsseldorf

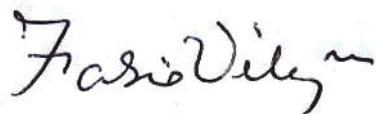
Referent: Prof. Dr. Ekkehard Jordan

Korreferentin: Prof. Dr. Martina Neuburger

Prüfungstermin: Wintersemester, 2018-2019

„Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt und die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken als solche kenntlich gemacht habe und dass die Arbeit bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht wurde. Bereits veröffentlichte Teile sind in der Arbeit gekennzeichnet.“

Düsseldorf, Juni, 2018

A handwritten signature in black ink, reading "Fabio Vélez". The signature is written in a cursive style with a small flourish at the end.

Fabio de Jesús Vélez Macías

## KURZFASSUNG

Die Dissertation wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes der Institution GAIA des Forschungszentrums SIU der Universidad de Antioquia in Medellin erstellt und hat das Ziel mit einer erstmaligen Analyse der klimahydrologischen Periodizität und Variabilität unter Nutzung von verfügbaren sowie eigens erfassten Fernerkundungsdaten und zeitgemäßen Fernerkundungsmethoden die kausalen Hintergründe des Landschafts und Wirtschaftsrhythmus sowie aller Lebensabläufe des Feuchtgebietes der Ciénaga de Ayapel vertieft zu beleuchten und mit den bisherigen naturwissenschaftlichen Ergebnissen und den zusammenzutragenden anthropo-geographischen sowie historisch-sozialen Fakten, Abläufen, Prozessen und Zusammenhängen (Erkenntnissen) zu vernetzen, um sie zu einer Synthese für ein nachhaltiges wie auch praktikables Landnutzungsmodell zusammenzufügen.

Dazu wird nach der Formulierung der Zielsetzung und Darlegung der angewandten Methoden sowie einigen theoretischen Überlegungen zunächst der zu betrachtende Raum dargestellt und seine Abgrenzung begründet. Da das wechselfeuchte tropische Klima im Zusammenspiel mit den morphologisch-hydrologischen Erscheinungen der beiden Flusssysteme Rio San Jorge und Rio Cauca Facetten und Dynamik aller Prozesse des Untersuchungsraumes dominierend steuern, wird deren Erfassung und Analyse breiter Raum gewidmet. Für die Dokumentation von deren zeiträumlichen Veränderungen in den letzten 30 Jahre werden erstmals sämtliche Landsat-Szenen unter hydrogeographischem Aspekt ausgewertet, um das komplizierte Wechselwirkungsgefüge zwischen Seefläche und den Mittelläufen von Rio Cauca und San Jorge mit ihrem Einfluss auf die Land aber auch Wassernutzung zu analysieren. Da aber erst das Zusammenwirken aller naturgeographischen Faktoren einschließlich deren Ausprägung im jahreszeitlichen Wandel ein vollständiges Bild für deren Nutzungspotenziale bieten, wird in den nächsten beiden Kapiteln dieser periodische Ablauf in seiner Variabilität mit seiner geoökologischen Vielfalt unter Einbeziehung der anderen Untersuchungen des Gesamtprojektes in seiner engen Verzahnung betrachtet.

Nach dieser naturräumlichen Behandlung der Ciénagaregion mit ihren vom natürlichen Ablauf geprägten sachbedingten Schwerpunkten folgt die Bearbeitung antropogeografischer Gegebenheiten und Prozesse der in sozial - und wirtschaftsgeographischer Hinsicht in starker Wechselwirkung stehenden Vernetzung mit den naturgegebenen Grundlagen in der Region. Ihre Eigenprägung erfährt sie durch die spezielle kolonialhistorische Vergangenheit Lateinamerikas und insbesondere dieser Region wie aber auch durch die jüngste jedoch immerhin schon über ein halbes Jahrhundert andauernde sozialpolitische Konfliktsituation, der somit eine starke historische Komponente innenwohnt, die neben zahlreichen anderen Eigenarten in die Überlegungen einbezogen werden muss. Zentrale Stellung nehmen dabei besonders im ländlichen Raum die Landbesitzverhältnisse mit dem für Lateinamerika allgemein bekannten kolonial bedingten Latifundienproblem und den damit verbundenen Landnutzungsmodalitäten ein. Ihre Problemlösung ist landes bis hin zu regionsspezifisch und Ursache einer bis heute andauernden Dynamik steten Wandels in enger Verzahnung mit politisch-wirtschaftlichen Maßnahmen und Prozessen ohne deren intensive und vielseitige Betrachtung weder ein Verstehen der heutigen Situation noch eine futuristische Modellierung einer zukünftig nachhaltigen und sozialverträglichen Landnutzung möglich sind. Entsprechen breiten Raum nimmt dieses Themenspektrum unter Berücksichtigung aller regionalimmanenten Wirtschaftsbereiche für die Ernährung der lokalen Bevölkerung ein, ehe abschließend eine Modellvorstellung für die Lösung der heutigen Konflikte in der Region der Ciénaga von Ayapel formuliert wird.

## ABSTRACT

The landscape is not static. The dynamics of its changes are determined by various factors. Its analysis includes, among many others, spatial and temporal information. It is a useful tool to establish the historical processes that a region has suffered, to understand the reasons for the current state and to plan in the future, scenarios that may occur, either because we take rational actions to modify negative acting tensors or to leave they act freely.

Landscape at any given time is determined by the rocky bed on which it states (geology), the substrates that cover it (pedology), the meteorological variables that dominate in the region (weather), the different layers of the soil (vegetation and others), life forms that inhabit and anthropic interventions acting on, with all the social, economic, political expressions that are characteristic of a place and transform the landscape sometimes, at much higher rates than the natural one.

The marsh of Ayapel and hundreds of bodies of water, is a permanent wetland that belongs to the inland delta of the rivers San Jorge and Cauca in the Caribbean coast of Colombia. Its historical importance stands because the populations settled in the surrounding area. It was the seat of a most important pre-Columbian cultures of Colombia, the Zenúes, of whom there are traces that practiced agriculture in ridges that allowed them to live with the cycles of floods and droughts.

For being the first great wetland of the system in North direction, and the closest to the Andean populations, Ayapel has called different interests, including scientific, that is developed by the University of Antioquia through the GAIA investigation group, through geological, hydrological, Limnological and geographical research projects.

The present document is a description and analysis of the changes of the landscape in the marsh of Ayapel in 1954, 1985 and 2007, through the use of remote sensing, primary information collected in the area and secondary in the region in which the wetland is confined. It was necessary to consider the climate with its aspects most relevant and specific to the area, its influence in the hydrological cycles of the wetlands, the terrestrial coverage changes occurred between these periods, and the social, economic and political transformations that they have occurred in this region of Colombia, to describe the dynamics of the landscape and the transforming forces.

Given the precarious economic conditions of the majority of the families of Ayapel, we have collected proposals for actions in order to achieve the recovery of ecosystems that give sustenance to the diverse forms of life, so that they become a source of income for the population.

The contribution of this document is derived from three aspects: the implementation of the remote sensing in the analysis of the evolution of the landscape in the marsh of Ayapel with the assistance of digital aerial photographs in high resolution combined with similar analog photographs and satellite images. The correlation of the biophysical changes with the socio-economic and political phenomena that have survived in the region and that have determined in large proportion to the current state. The approach of prospects of use and transformation of the landscape which can lead to sustainable production systems in the environmental and social way.

## RESUMEN

La disertación se enmarca en un programa de proyectos de investigación que realizó el grupo GAIA perteneciente al sistema de investigaciones SIU de la Universidad de Antioquia en Medellín, en el cual, mediante el uso de información secundaria, de datos provenientes de sensores remotos, y obtenidos *in situ*, se trazó como objetivo describir a profundidad, la periodicidad y la variabilidad climático-hidrológica, además de las causales de los ritmos de la economía, del paisaje y de toda forma de vida del sistema cenagoso de Ayapel, de tal manera que con los resultados obtenidos científicamente y cotejados con hechos histórico-sociales de la antropo-geografía, se prosiguiera con las conexiones tejidas entre los procesos y las dependencias, para llegar a una síntesis en pro de un modelo del uso del suelo factible y ambientalmente sostenible.

Luego de la formulación, planteamiento de objetivos, metodología usada, marco teórico, se prosigue con la presentación de la zona de estudio y el establecimiento del alcance espacial. Dado el direccionamiento que ejerce el sistema fluvial mediante las manifestaciones morfológicas e hidrológicas que imponen la topografía y los ríos Cauca y San Jorge, dominando las facetas y dinámica de todo proceso en el área de observación, fácilmente detectable por la variación de los espejos de agua propios del clima tropical, se hace un compendio y análisis para un marco espacial más amplio. En la documentación de los cambios temporales en los últimos 30 años fueron utilizadas imágenes satelitales de Landsat previamente tratadas y evaluadas, lo que permitió la valoración de los aspectos hidrogeográficos, con el fin de analizar la complejidad de los efectos que ocasionan los cambios en la zona de transición acuático-terrestre del sistema cenagoso y las áreas afectadas por los desbordes de los ríos Cauca y San Jorge, con su influencia en el suelo pero también en los usos del agua. Una vez hecha la presentación de los efectos combinados de todos los factores de la geografía natural incluida la estacionalidad, con lo que se proporciona una imagen completa del uso potencial, en los dos siguientes capítulos se considera dicha variación teniendo en cuenta la diversidad geo-ecológica en una estrecha integración y relación con las demás aspectos mencionados.

Luego de este tratamiento del entorno natural de la ciénaga-región en donde los aspectos destacables son las características moldeadas por la naturaleza, sigue el trabajo con la atención puesta en una trama con fuertes cambios en lo social y económico-geográfico sobre la compleja base territorial. Esta impronta espacial se cruza a través del pasado histórico colonial de América Latina ejercido de manera especial en esta región, así como con una situación socio-política de conflicto más reciente pero que lleva más de medio siglo, y con otras numerosas características propias y asociadas que tienen que ser analizadas. En una posición muy central se sitúa el comportamiento de la tenencia y propiedad de la tierra en las zonas rurales del país en general y de esta región en particular y junto con él, las modalidades de usos del suelo. Es la causa hasta hoy en día de una dinámica continua de desplazamiento forzado constante, en el marco de una estrecha interacción con medidas y procesos político-económicos, sin que sea posible en el proceso de comprensión de la situación actual dejar a un lado la elaboración de un modelo del porvenir, que represente un uso futuro sostenible y socialmente aceptable del manejo de la tierra a partir de un enfoque amplio y multimodal. En correspondencia con el amplio espacio, se pone en consideración este espectro de temas que involucra a todos los sectores económicos y sociales existentes en la región, enfocados en los recursos para la supervivencia y alimentación de la población local, y concluyendo con la formulación de un modelo conceptual para la solución de los conflictos actuales en la región de la Ciénaga de Ayapel.

## **DEDICATORIA**

Presento mis agradecimientos a las siguientes instituciones, por permitirme realizar mis estudios de doctorado, a una edad poco común para realizarlos en éstos tiempos y en un lapso más extenso que el estándar que tardan los jóvenes:

Universidad de Düsseldorf, DAAD programa ALECOL, Universidad de Antioquia, Icetex-COLCIENCIAS

A mis tutores, quienes con su sabiduría y comprensión, supieron dirigir mi empeño en terminar este importante paso académico:

Prof. Dr. Ekkehard Jordan, Prof. Dr. Guenther Glebe, Prof. Dr. Martina Neuburger

Agradezco también a las siguientes personas por su compañerismo y el aporte académico que me brindaron:

Facundo Ponce de León, Javier González, Katty Castillo, José Lubín Torres

Al personal administrativo de las universidades de Antioquia y de Düsseldorf por la diligencia con que tramitaron mis asuntos académicos, en especial a las señoras:

Metchild Niehaus y Dr. Julia Siep de la Facultad de Filosofía, Angela Rennwanz del Instituto de Informática

Extiendo también mis agradecimientos a mis compañeros de la Universidad de Antioquia por sus voces de aliento, pero en especial a mis ex-compañeros del grupo GAIA:

Roberto Mejía, Francisco Molina, Álvaro Wills, Jaime Palacio, y a mi actual compañero del grupo GeoLimna, Néstor Aguirre por su apoyo, lectura y aportes a este documento.

A muchas personas que no alcanzo a mencionar una por una, pero que contribuyeron a mi formación y a superar esta etapa, entre ellos, profesores, compañeros de clase, amigos.

Finalmente pero tan valioso, agradezco el apoyo de mi familia, mis hermanas y hermano: Eugenia, Yolanda, Beatriz, Martín, Aylín y a mi tía Lucía. Al apoyo, la energía, la paciencia y el amor de mi esposa Diana, a mi padre, Alberto, pero muy especialmente a mi mamá, Cecilia.

## ÍNDICE GENERAL

KURZFASSUNG .....	iv
ABSTRACT .....	v
RESUMEN .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
ÍNDICE GENERAL .....	viii
CONTENIDO DE FIGURAS .....	xi
SIGLAS Y ABREVIATURAS .....	xxiii
GLOSARIO .....	xxv
INTRODUCCIÓN.....	1
ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO .....	2
MOTIVACIÓN.....	3
1.    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
1.    OBJETIVOS.....	6
1.1.    General .....	6
1.2.    Específicos.....	6
2.    MARCO TEÓRICO .....	8
2.1.    LA ECOLOGÍA DEL PAISAJE .....	8
2.2.    EL PAISAJE DE LLANURA ALUVIAL .....	10
2.3.    LOS IMPACTOS DE LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS SOBRE LOS HUMEDALES .....	13
2.4.    CONCEPTO DE PULSO DE INUNDACIÓN .....	15
2.5.    CARACTERÍSTICAS DE LA DINÁMICA DE LAS CIÉNAGAS .....	16
2.6.    PROYECTOS FOTOGRAMÉTRICOS Y DE SENSORAMIENTO REMOTO APLICADOS A CIÉNAGAS, EN COLOMBIA.....	17
3.    CARACTERIZACIÓN DEL CONTEXTO GENERAL Y DE LA REGIÓN .....	33
3.1.    LA DEPRESIÓN MOMPOSINA .....	34
3.2.    LA REGIÓN DE LA MOJANA .....	35
3.3.    EL SISTEMA CENAGOSO DE AYAPEL -SCA.....	36
3.4.    CLIMA.....	36
3.4.1.    Generalidades del clima en la zona de estudio .....	37
3.4.2.    Datos climatológicos.....	38
3.4.3.    Precipitación .....	40
3.4.4.    Variación anual de la precipitación de la zona de estudio .....	42
3.4.5.    Variación zonal de la precipitación.....	45
3.4.6.    Temperatura y evaporación promedio .....	45
3.4.7.    Efecto del ENSO.....	47

3.4.8.	Comportamiento del río cauca .....	49
3.4.9.	Consideraciones sobre el clima en la zona de estudio .....	51
3.5.	HIDROLOGÍA .....	53
3.5.1.	Antecedentes .....	53
3.5.2.	Modelo hidrológico.....	54
3.5.3.	Interacción de la Ciénaga de Ayapel con el Río San Jorge.....	57
3.5.4.	Interacción de la Ciénaga de Ayapel con el Río Cauca .....	60
3.5.5.	Variaciones del espejo de agua de la Ciénaga de Ayapel a partir del ciclo hidrológico.....	63
3.5.6.	Batimetría de la Ciénaga de Ayapel.....	70
3.5.7.	Consideraciones sobre la hidrología de la zona de estudio y la morfología de la ciénaga .....	77
3.6.	ASPECTOS GEOLÓGICOS, GEOMORFOLÓGICOS Y EDAFOLÓGICOS.....	79
3.6.1.	Antecedentes .....	80
3.6.2.	Geología.....	80
3.6.3.	Relieve .....	82
3.6.4.	Suelos.....	85
3.6.5.	Capacidad de usos del suelo .....	87
3.6.6.	Zonificación de tierras .....	89
3.6.7.	Consideraciones sobre los suelos del área de estudio .....	91
4.	DINÁMICA DE LAS COBERTURAS Y USOS DEL SUELO .....	93
4.1.	INTRODUCCIÓN.....	93
4.2.	COBERTURAS VEGETALES .....	94
4.3.	COBERTURAS Y USO ACTUAL DEL SUELO EN EL ÁREA DE ESTUDIO .....	96
4.3.1.	Espejos de agua.....	96
4.4.	HALLAZGOS SOBRE LAS COBERTURAS Y USOS DEL SUELO .....	100
4.5.	ANÁLISIS TERRITORIAL DEL CAMBIO DEL PAISAJE .....	111
5.	ASPECTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y CULTURALES DE LA ZONA DE ESTUDIO 120	
5.1.	INTRODUCCIÓN .....	120
5.2.	ANÁLISIS GENERAL DE LA POBLACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	128
5.3.	SALUBRIDAD.....	128
5.4.	ALIMENTACIÓN.....	129
5.5.	ORGANIZACIONES SOCIALES .....	130
5.6.	VÍAS DE COMUNICACIÓN .....	131
5.7.	ACTUACIONES DE LOS GOBIERNOS EN LA ZONA PARA DISTRIBUIR LA TIERRA 132	
5.7.1.	Tenencia de la tierra a partir de información predial .....	134
5.8.	PRINCIPALES ACTIVIDADES PARA EL SUSTENTO.....	135
5.8.1.	Análisis de la producción en las haciendas .....	135

5.8.2.	La ganadería transhumante .....	136
5.9.	SISTEMAS PRODUCTIVOS EN AYAPEL .....	142
5.10.	ACTIVIDADES ECONÓMICAS Y DIVERSIFICACIÓN EN RELACIÓN CON EL CICLO HIDROLÓGICO.....	147
5.10.1.	Pesca.....	150
5.10.1.1.	Asociaciones de pescadores .....	154
5.10.1.2.	Situación pesquera reciente: lugares, especies, producción .....	154
5.10.1.3.	Comercialización del pescado.....	157
5.10.2.	Ganadería .....	161
5.10.3.	Agricultura .....	162
5.10.4.	Minería e industria .....	163
5.10.5.	Actividad forestal .....	166
5.10.6.	Venta de fauna silvestre .....	166
5.11.	RELACIÓN SOCIEDAD – CAMBIO DEL PAISAJE .....	167
5.11.1.	Estado de los recursos y las coberturas en 1954 .....	167
5.11.2.	Situación en 1985 .....	168
5.11.3.	Estado en 2007 .....	168
5.12.	EFFECTOS DE LA PROBLEMATICA SOCIAL EN EL ESTADO DEL PAISAJE .....	169
6.	CONSIDERACIONES FINALES DEL USO Y OCUPACIÓN DEL ESPACIO .....	172
	CONCLUSIONES.....	181
	RECOMENDACIONES .....	187
	BIBLIOGRAFÍA.....	191
	ANEXOS.....	202
	ANEXO I. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	202
	ANEXO II. ANÁLISIS DE LAS PRECIPITACIONES POR ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA .....	214
	ANEXO III. BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS DE LA PLANICIE FLUVIO-LACUSTRE.....	221
	ANEXO IV. UNIDADES CARTOGRÁFICAS DE CAPACIDAD DE USO DEL SUELO. ....	231
	ANEXO V. INVENTARIO DE LAS VÍAS DEL MUNICIPIO DE AYAPEL.....	233
	ANEXO VI. PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.....	236
	ANEXO VII. INVENTARIO DE LA GANADERÍA PRACTICADA EN AYAPEL. ....	238
	ANEXO VIII. DATOS SOCIO – ECONÓMICOS DEL MUNICIPIO .....	240
	HOJA DE VIDA .....	248

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Depresión Momposina dentro del triángulo amarillo, en la zona norte de Colombia, cerca al Mar Caribe, con las ciénagas que la conforman. Se observan también los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge que confluyen y forman una especie de delta fluvial interno. Fuente: imagen Landsat TM Mosaic (24-Jan-85).....	11
Figura 2. Esquema de la complejidad de interacción de factores que configuran el estado de un humedal en el trópico. Fuente: adaptado de COLE, (1988) y SCHÄFER, (1997, pág. 179).....	12
Figura 3. Contrario a la complejidad de los ecosistemas naturales, un ecosistema antropizado queda reducido y simplificado a tres ciclos: producir (P), consumir (K), degradar -- desechar (D) con uso de energías (E) subsidiadas (solar y fósil), materias primas no renovables y gran producción de residuos. Fuente: (SCHÄFER, 1997, pág. 172).....	14
Figura 4. Estado de mortandad de la vegetación que ha permanecido inundada por un lapso de casi dos años, en sector de Caño Muñoz, Ayapel por el rompimiento del dique del río Cauca. La flora, no adaptada a períodos de inundación largos, termina muriendo y con ella, desapareciendo numerosas otras especies asociadas. Fuente: Fabio Vélez, febrero de 2012. ....	15
Figura 5. Fluctuación sinusoidal entre la potamofase y la limnofase. Fuente: adaptado de JUNK (1996, pág. 257), (NEIFF J. J., 1997(a)).....	16
Figura 6. Esquema del sensoramiento remoto en el análisis de los procesos inherentes al paisaje, adaptado de SCHRÖDER & VILLWOCK (1984, pág. 139). Los Campos de valor paisajísticos son espacios con características multidimensionales referenciados mediante tres parámetros: longitud, latitud y altitud, y un valor característico o combinación particular de parámetros, e.g. espesor del horizonte A, contenido de humus, humedad del suelo, pendiente, etc. ....	19
Figura 7. Área de estudio que contiene la región de La Mojana con límites entre los ríos Cauca y San Jorge. Fuente: construcción propia a partir de imagen Landsat de enero-10-2010. Es un área planteada para el análisis de fenómenos asociados a los grandes ríos que rodean el Sistema Cenagoso de Ayapel y que cubre la región asociada a los mismos aspectos climáticos e hidrológicos. ....	20
Figura 8. Escala media de la zona de estudio que comprende al municipio de Ayapel. Fuente: Mapa en AutoCAD del POT del municipio de Ayapel 2002-2012. En esta escala cabe perfectamente el área definida del municipio y por tanto sirve de base para el análisis de los elementos de ese orden de ocurrencia, si bien se trata de un límite administrativo. ....	21
Figura 9. Escala grande del área de estudio correspondiente a una franja del sector sur obtenida con cámara fotográfica digital en 2007, sobre mapa de AutoCAD del POT 2002-2012 de Ayapel. Las zonas en negro no tienen información. Esta escala permite un acercamiento en detalle para uno de los sectores más importantes del municipio, ya que en él se asienta la cabecera municipal y el Cedro, su principal corregimiento, además de muchos de los “clubes” o fincas de recreo que circundan la ciénaga.....	21
Figura 10. Esquema del proceso seguido para obtener los volúmenes de la Ciénaga de Ayapel. Fuente: elaboración propia. ....	23
Figura 11. Nube de puntos en donde se midió la profundidad de la ciénaga. Fuente: elaboración propia en Arcgis a partir de datos medidos en este trabajo y de anteriores (AGUIRRE & al., 2005),(MONTROYA, AGUIRRE, & GONZALEZ, 2011),(PALACIO & al., 2007). Esta nube de puntos inicio en los proyectos referenciados como mediciones circunstanciales de recorridos obligatorios aprovechados para ir llenando una retícula para el fin batimétrico, pero fue completada y llenados sus vacíos en este proyecto para poder hacer un acercamiento lo mejor posible al relieve sumergido.....	24
Figura 12. Proceso seguido para la clasificación de las coberturas vegetales y usos del suelo. Fuente: elaboración propia. ....	25
Figura 13. Etapas y software utilizado en el proceso para la obtención del ortofotomosaico y el modelo digital del elevación MDE, a partir de las fotografías aéreas digitales tomadas en 2007. Fuente: elaboración propia. ....	25

Figura 14. Detalle del problema de las imágenes Landsat posteriores al 2003 que se evadió seleccionando una foto posterior en la cual fuera palpable la continuidad de las coberturas de interés. ....	27
Figura 15. Descripción en secuencia del proceso seguido para la clasificación de las coberturas y usos del suelo a partir de los ortofotomapas de 1985 y 2007 sobre imágenes de satélite de 1986 y 2010. Fuente: elaboración propia. ....	31
Figura 16. Áreas hidrográficas de Colombia. El SCA pertenece a la Gran Cuenca que forman los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge. Fuente: elaboración propia con imágenes de ArcGis Basemap. ....	33
Figura 17. Departamentos del Caribe colombiano a los que pertenece la Depresión Momposina la cual comprende relieves típicos de las planicies de inundación: llanuras aluviales, albardones, orillares, playones, ciénagas, caños, madre viejas. Fuente: porción de imagen Landsat TM Mosaic del 24-enero-85. ....	34
Figura 18. Posición astronómica de la Tierra cuando el sol está en el cenit sobre Ayapel. Fuente: adaptado de (WEISCHET, 2008, pág. 24) con cálculos propios. ....	37
Figura 19. Estaciones climatológicas del IDEAM con sus respectivos climogramas (precipitación promedio mensual) y las áreas de isoyetas con promedios anuales utilizados para el estudio, que como puede observarse presenta una disminución en la intensidad de la lluvia hacia el occidente y hacia el norte, la cual varía desde 3900 mm/año en cercanía a la Serranía de San Lucas (sureste) hasta 2200 hacia el occidente. La más cercana a la montaña es Nechí, donde se producen las mayores precipitaciones por el fenómeno de ascenso adiabático de las masas de aire húmedo. Fuente: Imágenes base Landsat de septiembre de 1986 y ASTER, datos del IDEAM procesados con KIWI. ....	39
Figura 20. Variación de la intensidad promedio de las lluvias en las cuencas que vierten a la ciénaga. Fuente: elaboración propia a partir de datos del IDEAM y de (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002). Las precipitaciones con mayor intensidad cubren las cuencas con las áreas más grandes lo que garantiza un gran aporte de agua de escorrentía al cuerpo de agua principal. ....	41
Figura 21. Formación en el día de las nubes tipo “yunque” o “Amboss” ( <i>Cumulonimbus</i> ) en dirección de la Serranía de San Lucas, SE de la ciénaga. El fenómeno de ascenso del aire caliente y húmedo se realiza a altas tasas y con una gran dinámica térmica por la cantidad de aire que es absorbido en el proceso. En la noche se desencadenan fuertes lluvias sobre la región con vientos y tormenta eléctrica. Fuente: Fabio Vélez. ....	41
Figura 22. Comportamiento de las lluvias mes a mes con datos promedios mensuales interanuales. Se aprecia claramente por las tonalidades claras el período de “verano” o seco, entre enero y marzo cuando las lluvias presentan los valores más bajos, y con tonalidades oscuras el período de “invierno” o lluvioso entre abril y diciembre, con un máximo en el mes de agosto. ....	43
Figura 23. Climograma de la estación Ayapel entre 1976 y 2003 hecho en KIWI. Fuente de los datos IDEAM. Las barras de color oscuro (en azul y negro) indican la precipitación mensual promedio multianual. Las barras en color claro (azul y gris) indican los valores mínimos alcanzados y el año de ocurrencia. Por encima del límite están los años de ocurrencia de otros valores, siendo importantes los que sobrepasaron el valor promedio. Las líneas rojas indican la temperatura promedio (rojo fuerte), los valores promedio máximos y mínimos de temperatura y los máximos y mínimos absolutos de temperatura (rojos claro y punteado respectivamente). ....	43
Figura 24. Variación de la temperatura durante el año y en correspondencia con la variación de la precipitación, elaborado con KIWI. Se puede observar que el mes con la mayor temperatura promedio multianual es marzo y la precipitación asociada para el promedio de ese mes es baja junto con diciembre, enero y febrero. De igual manera el mes con la mayor precipitación mensual promedio multianual es agosto, con temperaturas cercanas a la promedio mensuales multianual. Comparte con junio, julio y septiembre las mayores precipitaciones de la zona. En el mes de octubre se presentan las temperaturas más bajas, en parte porque el sol se ha desplazado hacia el hemisferio sur llevando consigo la ZCIT y en parte por la nubosidad. ....	44

Figura 25. Niveles de la Ciénaga de Ayapel desde 1977 hasta 2004 en línea continua y los promedios mensuales interanuales de precipitación en barras sólidas azules mostrando la coincidencia en el ciclo sinusoidal. Fuente: elaboración propia con datos del IDEAM.....	44
Figura 26. Gráficas de las temperaturas promedio, máxima y mínima mensual multianual. Fuente: IDEAM y cálculos propios.....	46
Figura 27. Gráfica del comportamiento mensual promedio multianual de la evaporación promedio, máxima y mínima.....	47
Figura 28. Correspondencia del ENSO con las lluvias y el nivel de la ciénaga. Fuentes: elaboración propia a partir de datos de NOAA e IDEAM. En la línea azul se representan las lluvias en la zona. La discontinuidad se debe a la falta de datos, pero en los años que existen se nota una correlación en los valores de la precipitación y de los niveles de la ciénaga señalados con línea de color rojo. Las barras indican la aparición del fenómeno ENSO, siendo azul para la Niña y rojo para el Niño; la intensidad va de acuerdo con la tabla incluida. ....	48
Figura 29. Comportamiento progresivo de la ciénaga ante la aparición del ENSO en los últimos años, visto en imágenes de Landsat seleccionadas para cada fecha. Puede verse que en los años en los que hubo presencia del Niño, la región de La Mojana presentó suelos secos en las tierras bajas, mientras que en años Niña, se puede ver como el río Cauca desborda e inunda la región al nor-este de la Ciénaga de Ayapel. La misma ciénaga se ve con el espejo de agua expandido mientras que en años Niño la superficie se contrae significativamente.....	50
Figura 30. Quebradas y caños más renombrados en el municipio de Ayapel que confluyen a la Ciénaga de Ayapel en alineación S-N y SE-NW, directamente o a través de las ciénagas satélites. Elaboración propia.....	54
Figura 31. Distribución promedio anual de la precipitación en cada cuenca de acuerdo con la Tabla 9 y la ponderación con el área de la precipitación de cada cuenca.....	56
Figura 32. Comportamiento de los caudales estimados de las subcuencas que vierten a la Ciénaga de Ayapel. Fuente: adaptado de (ZAPATA, 2005, págs. 5-16). ....	57
Figura 33. Posición de los Caños Viloría y Grande en el contexto de La Mojana: Fuente: elaboración propia a partir de cartografía de (DNP-FAO-DDT, 2003) y de (AGUIRRE & al., 2005, pág. 90). ....	58
Figura 34. Con base en observaciones de campo y estudio de Zapata (2005, págs. 5-26), se elaboró este esquema del funcionamiento hidráulico entre la ciénaga y el río. En la situación (a), de aguas bajas, es mayor la salida de agua del sistema por vía de los efluentes al San Jorge y la evapotranspiración que lo que entra por precipitación y escorrentía. En (b) es el período de inicio de las lluvias y con algo de retardo comienza a llenarse la ciénaga. También el río San Jorge comienza a aumentar su caudal y eventualmente a retener la salida de agua de la ciénaga e inclusive llega a invertir el flujo del caño Grande. En (c) la Ciénaga ha llegado a los máximos niveles, las entradas alcanzan sus máximos valores, tanto por escorrentía como por intrusión del San Jorge. El caño Grande funciona todo el tiempo con el flujo invertido y el caño Viloría evacua tanto las aguas del San Jorge como las de la ciénaga. En (d) comienza a evacuarse la ciénaga; eventualmente el caño Grande puede funcionar como compuerta. El gradiente energético hacia el San Jorge por el caño Viloría es alto. Las grandes masas de macrófitas flotantes empiezan a abandonar la ciénaga.....	59
Figura 35. Flujo de las aguas del desborde del río Cauca hacia la Ciénaga de Ayapel de Sureste a Noroeste. Puede observarse que la inundación sigue el curso de los caños Barro y Muñoz en una magnitud tal, que anega la superficie aledaña. ....	60
Figura 36. Imágenes de las tres últimas inundaciones de la región (1988, 2000, 2010). Como puede apreciarse, el río Cauca que corre por el sureste de la zona en sentido norte, abre su dique occidental originando lo que los pobladores llaman un “rompedero” y se desborda e inunda un amplio terreno de las zonas más bajas, sigue en forma sinusoidal hacia el nor-oeste, correspondiente al cauce de los caños Barro y Muñoz. Fuente: imágenes ETM de Landsat de las fechas señaladas. ....	62
Figura 37. Momentos del Pulso hidrológico en Ayapel. Fuente: adaptado de JUNK, BAYLEY & SPARKS (1989). ....	64

Figura 38. Comportamiento entre las desviaciones estándar de la lectura de mira en el momento de la foto y los valores históricos mensuales de mira, en comparación con la intensidad del ENSO. Si no se consideran los valores en que no hubo ENSO (año normal), parece haber una relación inversa con la desviación estándar, lo que significa que la lectura de la mira en el momento de la imagen, se aproxima al valor histórico. Fuente: elaboración propia. ....	66
Figura 39. Imágenes satelitales de Landsat escogidas para simular el comportamiento de la ciénaga durante el año hidrológico, porque cumplieron los criterios fijados. Fuente: glovis USGS, de diferentes fechas. ....	67
Figura 40. Relación entre las variaciones del área (km <sup>2</sup> ) de los espejos de agua y las lecturas en la mira (m) correspondientes al día de la toma de la imagen satelital. Se puede apreciar que la correlación es positiva. Fuente: elaboración propia. ....	68
Figura 41. Perfiles de los espejos de agua que ocupa la ciénaga durante el año según las imágenes seleccionadas para la simulación del pulso hidrológico en la Ciénaga de Ayapel que como se ve en la tabla 14, tienen relativa concordancia con los niveles registrados en la mira. Fuente: elaboración propia a partir de imágenes de Landsat de diferentes fechas. ....	69
Figura 42. Contraste de cuerpos de agua entre los permanentes (en color rosado) y los temporales (en tonos de azul). Son deducible los terrenos que pueden tener un uso durante cierta época del año con suficiente duración para permitir una actividad productiva. La diferencia absoluta según la Tabla 10 es de 50 km <sup>2</sup> en lo referente al cuerpo de agua principal y sus ciénagas satélites, pero si se tienen en cuenta los espejos que se forman en el área considerada en el cuadro, esa cantidad aumenta a 259 km <sup>2</sup> . Fuente: elaboración propia a partir de las imágenes de Landsat utilizadas para la modelación. ....	70
Figura 43. Batimetría de la Ciénaga de Ayapel y sus ciénagas satélites. Fuente: elaboración propia en Arcgis con datos propios y de los proyectos (AGUIRRE & al., 2005)(MONTROYA, AGUIRRE, & GONZALEZ, 2011)(PALACIO & al., 2007). ....	71
Figura 44. Gráfica del volumen de agua acumulado que almacena cada sección de altura de la ciénaga. Puede interpretarse como una cuña piramidal llenándose gradualmente hasta su máximo, es decir que a partir de aproximadamente 22.5 m.s.n.m. de la lámina de agua o 5.6 m. de lectura en la mira, la ciénaga se desborda e inunda la cabecera municipal. Fuente: elaboración propia. ....	73
Figura 45. Variación de los volúmenes de agua que contiene la Ciénaga de Ayapel a partir de las lecturas promedios mensuales multianuales de mira (en Mm <sup>3</sup> ). En septiembre el valor que se alcanza en el promedio mensual histórico produce según los cálculos, el desborde de la ciénaga, es decir, se supera la capacidad de almacenamiento del vaso. Fuente: elaboración propia. ....	74
Figura 46. Tiempos de retención de la Ciénaga de Ayapel. Fuente: adaptado de (AGUIRRE & al., 2005, pág. 100). ....	75
Figura 47. Características morfométricas más relevantes de la Ciénaga de Ayapel entre los períodos de aguas altas y bajas. Fuente: elaboración propia. ....	76
Figura 48. Provincias geológicas y delimitación en la región Caribe. Se observa de manera relevante, la placa Caribe (Cp) y terraza Puquí (Pt) en la que se encuentra la Ciénaga de Ayapel. Fuente: (INGEOMINAS, 2004). ....	80
Figura 49. Lecho aluvial de la sección transversal en la Depresión Momposina, conformado por materiales finos a gruesos depositados por los grandes ríos que la delimitan. Fuente: (FLOREZ, 2003, pág. 197). ....	81
Figura 50. Estratigrafía del Municipio de Ayapel en donde se diferencia la formación Betulia en color rosado y los depósitos más recientes de origen aluvial en color naranja. Fuente: elaboración propia a partir de información del POT 2002-2012. ....	82
Figura 51. Mapa Geomorfológico del Municipio de Ayapel y zona inundada desde 2010. Fuente: elaboración propia con base en POT 2002-2012, Municipio de Ayapel e imagen satelital de Landsat de 2010. ....	84

Figura 52. Zonificación de tierras del municipio de Ayapel. Fuente: adaptado de (IGAC, 2009, pág. anexo).....	91
Figura 53. Uso actual del suelo según el POT 2002-2012, usando cinco categorías: cuerpos de agua, bosque natural, pasto lacustre, pasto natural, pasto mejorado, cultivo de arroz y una zona significativa dedicada a la extracción minera. Fuente: adaptado de (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002).....	95
Figura 54. Momentos mes a mes del pulso de inundación de la ciénaga a partir de imágenes de satélite. Es notorio el cambio de expansión que sufre el espejo del agua de los diferentes cuerpos permanentes y temporales que hay en el área escogida entre enero, cuando se dio la mayor contracción y noviembre en donde se alcanzó el área máxima. Fuente: elaboración propia con base en el proceso de imágenes Landsat diferentes fechas. Las imágenes fueron tomadas de un banco de imágenes disponibles para la fecha por el programa Landsat, de las cuales se seleccionaron las que no tuvieran nubosidad y fueran representativas del momento hidrológico para el mes en que fueron tomadas. La separación de los espejos de agua mediante la banda 7 en el infrarrojo y con tamaño de pixel de 30 metros ofrece una aproximación bastante ajustada a la realidad y por tanto confiable. ....	97
Figura 55. Áreas inundadas con base en imágenes de satélite, tomando como base una imagen del mes de enero cuando, en este caso, se presentó la mínima expresión de inundación y el de noviembre cuando se dio la máxima expansión. Fuente: construcción propia a partir de imágenes satelitales de Landsat de diferentes fechas.....	98
Figura 56. Variación de las áreas en ambos formatos y mes a mes. Fuente: elaboración propia.....	99
Figura 57. Modelo de usos y coberturas del suelo del año 1954, sobre ortofoto de fotografías aéreas análogas blanco y negro del IGAC. El área de análisis se enmarca en color rojo. Fuente: elaboración propia.....	101
Figura 58. Modelo de usos y coberturas del suelo del año 1985, sobre ortofoto de fotografías aéreas análogas blanco y negro del IGAC. El área de análisis se enmarca en color rojo. Fuente: elaboración propia.....	102
Figura 59. Modelo de usos y coberturas del suelo del año 2007, sobre ortofoto de fotografías aéreas digitales a color tomadas en vuelo propio. El área de análisis se enmarca en color rojo. Fuente: elaboración propia. ....	103
Figura 60. Variación temporal de la superficie de las principales coberturas. Fuente: elaboración propia.....	108
Figura 61. Sitios referenciados por la literatura en donde se inventariaron bosque en la década de los 80. Se muestran sobre imagen de Landsat de 1986 a la cual se le aplicó el NDVI (ver página 205). En rojo aparecen los cuerpos de agua y en tonalidades de verde la vegetación correspondiendo a los bosques en los tonos más fuertes y los pastos al verde más claro. Fuente: elaboración propia. ....	110
Figura 62. Comparación de las clasificaciones manuales y automáticas entre las imágenes de 2007 y la de 2010. Fuente: elaboración propia. ....	111
Figura 63. Comparación de los cambios en el área de la ciénaga en los tres períodos. Fuente: elaboración propia. ....	113
Figura 64. Imágenes de las ciénagas satélites Hoyo de los Bagres y Escobillitas, 1954 y 2007. El área negra a la derecha corresponde a una zona sin datos, Fuente: elaboración propia.....	114
Figura 65. Dos sectores con cambios importantes, pertenecientes a las zonas de Caño Barro y Hoyo de los Bagres. ....	114
Figura 66. Masas de macrófitas a la deriva, En el período de aguas en descenso son dirigidas por la corriente hacia el río San Jorge, Fuente: fotografía tomada por Álvaro Wills, 2006. ....	115
Figura 67. Cambio en la zona sur de la ciénaga, antiguamente gran acumuladora de macrófitas, Fuente: elaboración propia. ....	115

Figura 68. Zona de Escobillitas en donde se combinan diferentes usos y coberturas que han variado en el tiempo. Fuente: elaboración propia, y vista reciente desde el occidente, fuente: foto tomada por Álvaro Wills, 2007. ....	116
Figura 69. Variación del área construida en las dos principales zonas urbanas del municipio. ....	117
Figura 70. Desarrollo de la construcción de clubes en la Ciénaga de Ayapel, Fuente: elaboración propia. ....	118
Figura 71. Construcciones típicas de los clubes en Ayapel, Fuente: fotos propias. ....	118
Figura 72. Variación de las coberturas de las vías en el casco urbano y un detalle de la vía que proviene de La Apartada, sobre un dique en la entrada a la zona urbana. Vista actual de la calle principal en las afueras del pueblo desde el borde. Se nota el realce de la vía con respecto al suelo. Fuente: elaboración y foto propia de 2007. ....	119
Figura 73. Camellones zenúes en la ciénaga de San Marcos, Sucre, similares a los que se hallan en Ayapel. Fotos aéreas de Sebastián Schrimppff (Foto Rudolf) 2008, (c) Banco de la República, Colombia. Fuente: <a href="http://www.flickr.com/photos/museodeloro/sets/72157624104558016/">http://www.flickr.com/photos/museodeloro/sets/72157624104558016/</a> . ....	122
Figura 74. Los cambios en el suelo y la sedimentación, han desvanecido los antiguos camellones. Fuente: fotografías aéreas de este estudio del norte de caño Barro. Muchos de los vestigios han desaparecido por acción del arado para cultivar los terrenos y por el aporte de sólidos que acarrear los caños y quebradas. ....	123
Figura 75. Procesos históricos que marcan el uso y tenencia de la tierra en La Mojana. Fuente: elaboración propia. ....	127
Figura 76. Rutas de la ganadería transhumante en La Mojana. Fuente: (WILHELMY, 1980, pág. 171). ....	137
Figura 77. Cultivo de maíz sobre un dique, considerado tierra baldía o comunal. A pesar de la actividad agrícola, irrumpen el ganado transhumante y se presenta entonces el conflicto de intereses. Fuente: Fabio Vélez, agosto de 2010. ....	138
Figura 78. Escena común de la ganadería transhumante en Ayapel. Fuente: Fabio Vélez, 2012. ....	139
Figura 79. Esquema de la interacción entre las esferas ambiental y social afectadas por problemas de duración histórica. En un círculo vicioso, los problemas sociales repercuten sobre los ambientales lo que agudiza las condiciones de precariedad de la población, la cual deberá redoblar su esfuerzo por obtener más recursos que los que puede ofrecer la naturaleza. Fuente: elaboración propia. ....	142
Figura 80. Ejemplo de uno de los tipos de propiedad de la tierra que existe en la Ciénaga de Ayapel, llamados “clubes” por la población, ya que están dedicados al esparcimiento de sus propietarios, quienes los utilizan en época de vacaciones. Fuente: Fabio Vélez, 2007. ....	145
Figura 81. Esquema de los diferentes tipos de propiedad y algunos de los métodos para acceder a más tierra por parte de los hacendados. Fuente: elaboración propia. ....	146
Figura 82. Rotación de actividades durante el año al compás del pulso hidrológico. ....	149
Figura 83. Pescadores tejiendo la atarraya en sectores El Cedro y Muñoz. Fuente: a la izquierda Fabio Vélez, agosto de 2010, a la derecha Diego Morales, 2006. ....	151
Figura 84. Pescador veterano de la ciénaga mostrando el arpón con que pescaba. Fuente: Fabio Vélez, septiembre 2011. ....	152
Figura 85. Fotografía tomada en 1953 en donde se ven pescadores de Medellín que poseían finca en Ayapel e iban por temporadas a pescar sábalo. Fuente: <a href="http://www.flickr.com/photos/paulav/3852562027/">http://www.flickr.com/photos/paulav/3852562027/</a> . ....	153
Figura 86. Sitios mencionados por el informe de Ecoestudios en donde se realizan preferentemente las actividades de pesca en el municipio de Ayapel. Fuente: elaboración propia sobre mapa de (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002). ....	155

Figura 87. Comportamiento de la captura de peces en el municipio de Ayapel durante el 2007 expresado en kilogramos. Fuente: adaptado (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, Boletín 33, 2008, pág. 2).....	157
Figura 88. Imágenes referidas al manejo del pescado en el comercio interno de Ayapel, desde la llegada en vehículos al Mercado Público en cajas de poliestireno, su evisceración en algunos casos, preservación poco frecuente con hielo y envío a otras localidades en camiones. Fuente: (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, Boletín 33, 2008). .....	158
Figura 89. Principales mercados internos y externos del pescado capturado en Ayapel. El ministerio lleva un registro aceptable de las cantidades de peces capturadas y sacadas al mercado, tanto procedentes de cuerpos de agua natural como de cultivos Fuente: (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, Boletín 33, 2008).....	159
Figura 90. Variación de las capturas en el período 2007-2009 en toneladas, en la Ciénaga de Ayapel. Fuente: (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, Boletín 46, 2009 (2)). .	160
Figura 91. Distribución de las especies capturadas en el período 2007-2009 en la Ciénaga de Ayapel. Bocachico, Comelón y Pincho son las especies más capturadas. Fuente: (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, Boletín 46, 2009 (2)). .....	160
Figura 92. Rutas para comercializar la producción agropecuaria desde el oriente de la región, siguiendo vías acuáticas hasta la zona urbana de Ayapel (Córdoba) o hasta el municipio de San Marco (Sucre). Fuente: elaboración propia. ....	162
Figura 93. Transporte de la cosecha de arroz en botes a través de los caños, con destino a las poblaciones de Ayapel y San Marcos en donde se comercializa el producto. La gran mayoría de los cultivos son manuales. Pocas fincas están tecnificadas y lo están de manera muy simple, a duras penas cuentan con tractores. Fuente: Fabio Vélez, agosto de 2010.....	163
Figura 94. Vista aérea de una extracción minera de oro en el sector sur de la Ciénaga de Ayapel, al lado de la quebrada Quebradona. Fuente: Álvaro Wills/Ekkehard Jordan, abril 2007. ....	164
Figura 95. Fabrica rudimentaria de ladrillos en la Ciénaga de Ayapel. Fuente: Diego Morales, 2006. ....	165
Figura 96. Industria artesanal en la Ciénaga de Ayapel. Fuente: Diego Morales, 2006. ....	165
Figura 97. Transporte de madera extraída de relictos de bosque en la zona oriental de la Ciénaga de Ayapel, para su comercialización. Fuente: Fabio Vélez, septiembre de 2006. ....	166
Figura 98. Esquema sinóptico de los componentes que interactúan en el Sistema Cenagoso de Ayapel agrupados en las categorías tratadas en el presente documento, con los fenómenos estudiados y propuestas derivadas de la investigación, para su uso en la gestión del territorio. Fuente: elaboración propia.....	172
Figura 99. Zonas que se inundan durante las aguas altas del ciclo hidrológico arriba a la derecha, comparadas con el momento cuando hay máxima contracción de los cuerpos de agua arriba a la izquierda. Abajo, el efecto combinado de inundación cíclica y el evento de falla del dique del río Cauca. En la actualidad los suelos son usados para cultivos como el arroz y pastos mejorados para la ganadería. El resto está cubierto por pastos lacustres, es decir una combinación de pastos naturales y rastrojos adaptados a la alta humedad. Fuente: adaptado de (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002), imagen Landsat de 2010 y modelo hidrológico de elaboración propia. ....	175
Figura 100. Áreas que se inundan y se secan en el período hidrológico y que ofrecen tanto restricciones como oportunidades para ciertos usos productivos económicamente. ....	176
Figura 101. Zonas resultantes de la combinación del patrón de coberturas actual y las zonas de tierras según su aptitud, para deducir los conflictos de uso que se presentan, dadas unas características del suelo existentes. Fuente: elaboración y análisis espacial propios a partir de mapas de coberturas de (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002) y zonificación de tierras de (IGAC, 2009).....	179
Figura 102. Mapa de afinidad de la cobertura y uso del suelo con respecto a la zonificación del IGAC. Relativamente las áreas ocupadas son del 27, 35 y 37% para los usos que concuerdan, tienen leve	

conflicto y alto conflicto con la aptitud, respectivamente. Fuente: elaboración propia a partir de información del POT del municipio y del estudio de suelos del IGAC. ....	180
Figura 103. Ampliación de las figuras con texto de la figura Figura 104 .....	203
Figura 104. Imágenes de los pasos para el procesamiento de las fotos aéreas digitales: A) programación del vuelo en Aerotopol, B) montaje de las fotos en mosaico sin procesar, C) mejoramiento radiométrico de las imágenes en CaptureOne, D) obtención de puntos de control con GPS diferencial, E) posprocesamiento de las coordenadas en Astech Solution, F) asignación de puntos de control y de amarre con Imatit, G) proceso de aerotriangulación con Bingo, H) Paso intermedio entre LPS y Bingo con Imatit para aumentar la densidad de puntos de conexión y mejorar la aerotriangulación, I) y J) modelo digital de elevación y ortofotomapa con LPS. Ver ampliación de las imágenes con texto en la página 203. ....	204
Figura 105. Situación de la ZCIT en enero –arriba-, y julio –abajo. Fuente: (WEISCHET, 2008). ...	206
Figura 106. Región de La Mojana. Fuente: (DNP-FAO-DDT, 2002). ....	207
Figura 107. Sistema Cenagoso de Ayapel, en el norte de Colombia, dentro del marco local, con los ríos San Jorge y Cauca delimitando al oeste y al este respectivamente, el Caño Grande al norte y cerrando al sur el Nudo del Paramillo (más al sur, no mostrado en el mapa). ....	207
Figura 108. Clasificación climática. Fuente: (WILHELMY, 1980, pág. 202) .....	208
Figura 109. Comportamiento del río Cauca entre 2010 y 2011, año niña fuerte en el cual ocurrieron varias emergencias por inundación. En la gráfica se muestran las variaciones del nivel del río en dos estaciones: la Coquera y las Varas durante eventos de desborde lo que causó alertas por inundaciones en la región de la Mojana. Fuente: elaboración propia a partir de datos del IDEAM e imagen compuesta de Landsat y ASTER. ....	208
Figura 110. Mapa con las cuencas y las precipitaciones promedio multianuales. En la cabecera de la cuenca del caño Muñoz se reciben las mayores precipitaciones. También el caño Barro recibe una gran contribución de las lluvias, además porque dispone de una mayor área de captación. Fuente: elaboración propia con base en información del Municipio de Ayapel y del IDEAM. ....	209
Figura 111. Distribución de la precipitación desde el punto de mayor concentración, cerca a la serranía de San Lucas, hacia el occidente y noroccidente. Fuente: elaboración propia con base en información del Municipio de Ayapel y del IDEAM .....	209
Figura 112. Gráfica de los niveles correspondientes de la ciénaga el día de la toma de la imagen satelital, influencia del ENSO, niveles mensuales históricos promedio de la ciénaga y sus desviaciones estándar. Se puede apreciar que se debieron hacer algunas concesiones en la selección, como por ejemplo para el caso de los meses de enero, junio y julio en donde hay desviación por exceso o por defecto de la línea del nivel promedio de la ciénaga, con el fin de poder contar con imágenes para el análisis. Si se compara con la Figura 24 y la Figura 28, se puede apreciar que el comportamiento del nivel de la ciénaga para los datos escogidos se correlaciona o ajusta bien al comportamiento promedio mensual multianual de la precipitación lo que apoya la sustentación para darle validez al modelo. Fuente: elaboración propia. ....	210
Figura 113 Imágenes superpuestas del área que ocupa la ciénaga y cuerpos de agua aledaños, para los meses escogidos, ordenadas de menor a mayor. Las fechas de la leyenda corresponden a la imagen de Landsat en que se basa cada perfil y allí mismo aparecen las áreas que ocupan mes a mes. Fuente: elaboración propia a partir de imágenes de Landsat de diferentes fechas. ....	211
Figura 114. Perfiles hipsométricos de la Ciénaga de Ayapel. Fuente: elaboración propia en Arcgis. Se ratifica que las mayores profundidades de la ciénaga se encuentran en la zona sur y a lo largo del cauce sumergido en cercanías al caño Fístula. ....	212
Figura 115. Vías terrestres y acuáticas principales del municipio de Ayapel. Las acuáticas se hacen por todas las ciénagas, caños y quebradas. No se muestran las llamadas vías secundarias ni terciarias. Fuente: adaptado de (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002). ....	213
Figura 116. Climo-diagrama de la estación Nechí .....	214

Figura 117. Climo-diagrama de la estación Villanueva .....	215
Figura 118. Climo-diagrama para la estación Cecilia .....	216
Figura 119. Climo-diagrama Estación La Ilusión .....	217
Figura 120. Climo-diagrama de la estación Buenavista .....	218
Figura 121. Climo-diagrama de la estación Cintura.....	219
Figura 122. Climo-diagrama de la estación La Apartada .....	220
Figura 123. Unidades cartográficas de la clasificación de suelos del municipio de Ayapel según la Tabla 2, contiene también las zonas inundadas por el río Cauca desde 2010 en líneas rojas. Elaboración propia a partir de información de (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002), (IGAC, 2009, pág. anexos) e imagen de Landsat de 2010.....	226
Figura 124. Unidades cartográficas de capacidad de uso del suelo en el municipio de Ayapel. Fuente: elaboración propia adaptado de IGAC (2009, pág. anexos).....	227
Figura 125. Comparación de los resultados de este estudio y la información del POT del municipio pudiéndose observar la diferencia de detalle alcanzada en este trabajo. Fuente: elaboración propia.	228
Figura 126. Gráficas tipo torta de la distribución de las coberturas en área y en porcentaje para los años analizados. Fuente: elaboración propia con datos de este trabajo. ....	229
Figura 127. Imagen Landsat de 2010 clasificada teniendo la aerofotografía de 2007 como referencia. Fuente: elaboración propia. ....	230
Figura 128. Localización de los tres cacicazgos Zenúes. Fuentes: Banco de la República, Museo del Oro.....	245
Figura 129. Aspecto de la región durante los escenarios de aguas bajas –a la izquierda- y aguas altas –a la derecha- mostrada en tres escalas. Elaboración propia a partir de datos de este estudio y del POT del municipio.....	246
Figura 130. Coberturas del suelo, según este estudio, mediante fotointerpretación y clasificación de imagen Landsat, y según el POT (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002) en contraste con la zonificación de tierras según el IGAC (2009), que permite deducir las áreas en donde se está ejerciendo un uso con suelos no aptos y con limitantes para dicho uso.....	247

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Problemática de la región presentada por Síntoma- Causa-Efecto. Fuentes: elaboración propia a partir de datos de DNP-FAO, 2002; Aguilera, 2004; Ortiz, 2002. ....	5
Tabla 2. Características de las fotografías aéreas utilizadas para la modelación del cambio del paisaje en la zona de estudio (pag. 104). Notaciones: N/A: no aplica, HHUD: Heinrich Heine Universität Düsseldorf; IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.....	26
Tabla 3. Información de localización y características de las estaciones meteorológicas de la zona. En gris aparecen las estaciones con datos de precipitación que fueron utilizados para los análisis. Fuente: registros facilitados por el IDEAM. ....	38
Tabla 4. Precipitación promedio mensual multianual para la estación de Ayapel. Fuente: IDEAM y procesamiento propio. Destacan enero y agosto por tener los valores medios mínimo y máximo, respectivamente. ....	40
Tabla 5. Datos promedios mensuales multianuales de los promedios de temperaturas, de los máximos y de los mínimos. Fuente: cálculos propios a partir de datos del IDEAM .....	45
Tabla 6. Datos de evaporación promedio, mínima y máxima mensual multianual en la estación Ayapel a partir de datos originales dados en promedios mensuales multianuales, en mm/d medidos con tanque de evaporación.....	46
Tabla 7. Clasificación de la intensidad de la presencia del ENSO en Colombia. Fuente: adaptado de IDEAM (2010, p 286). Los datos están organizados mostrando por filas la secuencia de años y el correspondiente fenómeno indicado: Niño y Niña con tres intensidades (débil, moderado y fuerte) y año normal.....	47
Tabla 8. Valores morfométricos de las cuencas que tributan a la Ciénaga de Ayapel ordenadas según el área que abarcan. Fuente: adaptado de Municipio de Ayapel, POT 2002-2012, p 122, con cálculos propios.....	54
Tabla 9. Cuencas de la Ciénaga de Ayapel con su respectiva área y la precipitación promedio anual que recibe cada una, obtenida del promedio ponderado de las distintas isoyetas que la atraviesan y la porción de área que ocupan. Fuente: elaboración propia sobre datos del IDEAM y del Municipio de Ayapel. ....	55
Tabla 10. Datos de las superficies de los cuerpos de agua que conforman el complejo cenagoso de Ayapel y su diferencia de área con respecto al mes anterior, con base en imágenes satelitales. Fuente: elaboración propia. ....	68
Tabla 11. Resultados del cálculo de las áreas y volúmenes de la Ciénaga. Fuente: elaboración propia. ....	72
Tabla 12. Diferentes cuerpos de agua de importancia en Colombia. Fuente: (IDEAM, 2010), (HERNÁNDEZ, y otros, 2013), (MONTROYA & AGUIRRE, 2009) y este estudio. ....	73
Tabla 13. Volúmenes aproximados que corresponden a la altura promedio mensual multianual del agua en la mira. Fuente: cálculos propios. ....	74
Tabla 14. Características morfológicas de la Ciénaga de Ayapel. Fuente: datos de (AGUIRRE & al., 2005) y propios.....	75
Tabla 15. Clases resultantes que aplican en la zona de estudio según la clasificación utilizada por (IGAC, 2009, pág. 440).....	87
Tabla 16. Zonificación de tierras para cada clase de suelo. Fuente: adaptado de (IGAC, 2009, págs. 464, 465).....	89
Tabla 17. Diferentes clasificaciones de coberturas y usos del suelo en la literatura. ....	94
Tabla 18. Áreas que ocupan los diversos usos y coberturas del suelo, según el POT 2002-2012. ....	95
Tabla 19. Cálculo de las áreas inundadas cada mes según la imagen de satélite seleccionada, en los formatos Vector y Raster.....	98

Tabla 20. Superficie en ha y m <sup>2</sup> de los usos y coberturas para cada uno de los años analizados. Los valores con cero corresponden a coberturas que no fueron detectadas en la interpretación. Fuente: elaboración propia. ....	104
Tabla 21. Variación de las áreas de cada cobertura entre 1986 y 2010. Fuente: elaboración propia. .	112
Tabla 22. Índices de Gini para la concentración de la propiedad de la tierra. Fuente: DNP-FAO-DDT, 2003, p 360, sedes regionales del IGAC. ....	134
Tabla 23. Actividades económicas, condiciones de tenencia y uso de la tierra. Fuente: adaptado de (DNP-FAO-DDT, 2003, pág. 458).....	141
Tabla 24. Sistemas productivos de la región. Fuente: (IGAC, 2009, págs. 34-37). ....	141
Tabla 25. Distribución de las actividades en el año, según el período hidrológico de la región. Fuente: adaptado de (ORTIZ, 2002, págs. 9-10) y (FRANCO, 2011, pág. 93). ....	148
Tabla 26. Períodos durante el año en que se realizan las diferentes actividades productivas en La Mojana. En amarillo, preparación de la tierra, en naranja siembra y en verde cosecha. Fuente: adaptado a la zona de Ayapel de (FRANCO, 2011, pág. 100). ....	148
Tabla 27. Especies comerciales más reconocidas en la Ciénaga de Ayapel. Fuente: (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002).....	155
Tabla 28. Lugares en donde se reportó pesca en el municipio de Ayapel, peso de la captura en kilogramos y especies capturadas. Fuente: (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, Boletín 33, 2008). ....	156
Tabla 29. Cambios presentados en las coberturas en los períodos analizados. Fuente: elaboración propia.....	169
Tabla 30. Matriz de potencialidades, limitantes, oportunidades y problemas de la región de Ayapel. Fuente: elaboración propia. ....	173
Tabla 31. Combinaciones resultantes entre las coberturas predominantes y la zonificación organizadas en una matriz. La calificación que se ha asignado es: adecuada, factible e inadecuada, para los valores 1, 2, 3 respectivamente. ....	179
Tabla 32. Programas de computador utilizados y su función dentro del proceso. ....	203
Tabla 33. Material satelital de Landsat disponible para el análisis multitemporal. Fuente: elaboración propia.....	205
Tabla 34. Coeficientes utilizados en la función <i>Tasseled Cap</i> . Fuente: (KAUTH & THOMAS, 1976). ....	205
Tabla 35. Imágenes satelitales seleccionadas de una base de más de 100, obtenidas desde 1976, para la simulación de la variabilidad del espejo de agua de la ciénaga y particularidades de las condiciones en que fue tomada la imagen con datos de las condiciones hidrológicas y climáticas del momento. Los datos de precipitación promedio multinacional se toman de la tabla 7. Fuente: elaboración propia. ....	210
Tabla 36. Codificación de las unidades cartográficas de los suelos correspondientes a planicies fluvio-lacustres en el Departamento de Córdoba, que se encuentran en Ayapel. Fuente: adaptado de (IGAC, 2009, pág. 148).....	225
Tabla 37. Cuantificación de las áreas correspondientes a cada cobertura, Fuente: elaboración propia. ....	230

## **PROGRAMAS DE COMPUTADOR UTILIZADOS**

Aerotopol: programación de la toma de fotografías aéreas digitales

ARCGIS: sistema de información geográfica

ASCII-IMPORT: transferencia de datos entre LPS e IMATIE

Ashtech Solutions: pos-procesamiento de datos de GPS

BINGO: aerotriangulación

Capture One: procesamiento de las fotografías aéreas crudas

ERDAS Image: producción del ortofotomosaico

FOTO LISA 3.0: preparación y orientación interior de las imágenes análogas

Google Earth

IMACONV: conversión de imágenes piramidales

IMATIE: colocación de puntos de control

KIWI: tratamiento de los datos de clima

LPS: generación automática de puntos de unión

Microsoft Windows XP: sistema operativo

Microsoft Office 2007 (Word, Excel, Powerpoint): editores de texto, Tablas e imágenes

Pathfinder: procesamiento de datos batimétricos

## **SIGLAS Y ABREVIATURAS**

Corpoica: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

CPC-NOAA: Climate Prediction Center – National Oceanic and Atmospheric Administration

DNP: Dirección Nacional de Planeación

DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas

DBF: Data Base File

DDT: Dirección de Desarrollo Territorial

ENSO: El Niño and the Southern Oscillation

ESRI: Environmental Systems Research Institute

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations

GAIA: Grupo de Gestión y Modelación Ambiental

GPS: Geographical Position System

ICV: Índice de Calidad de Vida

IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

INCORA: Instituto Colombiano de la Reforma Agraria antecesor del actual INCODER

INDERENA: Ente que precedió al IDEAM

Ingeominas: Instituto Nacional de Minas y Energía

INPA: Instituto Nacional de Pesca

JAC: Junta de Acción Comunal

MDT: Modelo Digital del Terreno

MEI: Multivariate ENSO Index

NDVI: Normalized Difference Vegetation Index

NBI: Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas

ONG: Organización No Gubernamental

ONI: Oceanic NIÑO Index

POT: Plan de Ordenamiento Territorial

SCA: Sistema Cenagoso de Ayapel

SIG: Sistema de Información Geográfica

SOI: Southern Oscillation Index

TLC: Tratado de Libre Comercio

TIN: Triangulated Irregular Network

UAF: Unidad Agraria Familiar

U. de A.: Universidad de Antioquia

URPA: Unidad Regional de Planificación Agropecuaria

USD: United States Dollar

WGS84: World Geodetic System acordado en 1984

ZCIT: Zona de Confluencia Intertropical (en inglés ITCZ)

## GLOSARIO

**Bandas criminales:** (Bacrim): nombre reciente al que acudió la policía para denominar a los grupos delincuenciales que surgieron por la desarticulación de carteles de la mafia, células de grupos guerrilleros y paramilitares.

**Cambuche:** nombre dado a las construcciones precarias hechas en madera por los pescadores para pernoctar durante la temporada de pesca.

**Caño:** corriente intermitente de agua. Los principales caños provienen desde cercanías del río Cauca y transportan las crecientes del río hacia la Ciénaga.

**Ciénaga:** nombre dado en Colombia a los cuerpos de agua que están cerca a los ríos en la región Caribe.

**Clubes:** sitios en Colombia para descansar que cuentan usualmente con piscina. Por extensión, nombre que le dan los habitantes de Ayapel a las fincas recreación y descanso a orillas de la ciénaga que usualmente cuentan con piscina.

**Jarillón:** dique

**Mayordomo:** persona contratada para administrar una finca. Se encarga, además de dirigir el personal a cargo, a ejecutar labores de mantenimiento de la propiedad.

**Madres cabeza de familia:** son mujeres que por alguna razón han quedado solas con los hijos y deben trabajar para procurar los medios de subsistencia que deberían ser suplidos por el padre.

**Panga:** bote construido en madera. Se usa en La Mojana para las actividades de pesca, transporte de pasajeros y de carga. Puede tener motor o moverse por remos (llamados canaletes).

**Quebrada:** cuerpo permanente de agua corriente de bajos caudales promedios.

**Rozar:** Limpiar las tierras de las matas y hierbas inútiles antes de labrarlas, bien para que retoñen las plantas o bien para otros fines. Cortar leña menuda o hierba para aprovecharse de ella.

**Tienda:** pequeño negocio para el abastecimiento de víveres en donde es frecuente la transacción informal de mercancías por medio de créditos y trueques.

**Trapiche:** molino rústico para caña movido generalmente por tracción animal. Usualmente en el mismo sitio se hace el beneficio de la caña produciendo la “panela”, que es un bloque sólido de azúcar sin refinar.

**Vacuna:** nombre dado en Colombia al monto de una extorsión que exigen grupos delincuenciales y la guerrilla, a cambio de no atentarse contra la persona amenazada o su familia. Tiene varias modalidades de cálculo, según la actividad productiva que desarrolle el empresario.

**Vitualla:** alimentos que complementan la dieta (pescado y arroz) básica en la región.

**Zapal:** “es un ecosistema de pantano que alberga una gran diversidad de fauna y flora entre las que cabe mencionar las siguientes: consociación de *Thalia geniculata* con *Paspalum fasciculatum*; comunidad de *Cyperus spp.*, *Ludwigia* y *Alismataceas* y *Poaceas*; entre las

plantas ruderales citan : *Centrosema sp.*, *Desmondium sp.*, *Sida cf. rhombifolia*, *Cassia occidentalis*, *Mimosa sp.*, *Sapium sp.*, *Hyptis sp.*, *Amaranthus spinosus*, *Indigofera suffruticosa*, *Merremia sp.*, *Juncaceae* al borde de los zapales, pequeñas consociaciones de *Acrostichum aureum*, son frecuentes con *Crescentia cujete*, *Eichornea crassipes* en zonas inundables, *Pithecellobium lanceolatum*, *Cassia reticulata* en consociaciones marginales a los zapales. Al fondo *Erythrina trina fusca* con *Thalia geniculata*, *Inga sp.* y *Ficus sp.*, forman parte importante del zapal, todo creciendo sobre terreno inundable. Esta cobertura se encuentre a lado y lado de los ríos y asociada a cuerpos de agua --parches oscuros” (FAO, 2005, p 9).

## INTRODUCCIÓN

Se presentan los resultados de una investigación sobre el cambio de las coberturas y usos del suelo en una región perteneciente a la llanura aluvial de los ríos Cauca y San Jorge en el caribe colombiano.

Se realizó un análisis del clima y del ciclo hidrológico de la zona el cual se manifiesta en forma de pulso, con expansión y contracción periódica de los espejos de agua con grandes consecuencias para el paisaje, la vida en general y las actividades humanas.

A partir de imágenes satelitales y fotografías aéreas se extrajeron las coberturas y usos del suelo en tres periodos diferentes: 1954, 1985 y 2007 y en diferentes escalas, relevando los cambios entre cada uno de los lapsos.

Para analizar dichas variaciones se correlacionaron situaciones de tipo social, político, económico y cultural de cada período, que explican la dinámica del paisaje en cuanto la intervención humana para modificar y adaptar el territorio a sus intereses y según las circunstancias condicionantes.

Finalmente se produjo un mapa de zonificación del área de estudio, en donde se observan las porciones que están requiriendo acciones de protección, cambio de uso del suelo y las que ofrecen posibilidades para que en determinadas épocas del año puedan ser cultivadas por parte de la población que no tiene acceso a la tierra.

Sin embargo las variables naturales como el clima y las condiciones hidrológicas en las megacuencas pueden cambiar drásticamente el paisaje, de manera impredecible, sometiendo las actividades económicas y cotidianas de los finqueros y de la población en general, a situaciones de contingencia. A ello se suman los efectos de años de decisiones políticas erradas, tanto de gobiernos nacionales, como departamentales y municipales, y el accionar de organizaciones delincuenciales.

La disertación se enmarca en un programa de proyectos de investigación que realizó el grupo GAIA perteneciente al sistema de investigaciones SIU de la Universidad de Antioquia en Medellín, con el objetivo de describir la periodicidad y la variabilidad climático-hidrológica, mediante el uso de productos de sensores remotos, de datos disponibles y de los obtenidos por propios recursos, del sistema cenagoso de Ayapel.

Mediante métodos de medición remota periódica, análisis espacial, trabajo de campo y fuentes secundarias, se determinó la intensidad de los ritmos del paisaje, de las formas de vida y de la economía. Con resultados obtenidos mediante la Geoinformática y en conjunto con hechos histórico-sociales y de la antropo-geografía, se prosiguió con la determinación de las conexiones que se tejen entre los procesos y entre cada dimensión, en las diferentes escalas, para llegar a una síntesis en pro de un modelo del uso del suelo que sea sostenible y factible.

## **ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO**

El documento se compone de ocho partes con seis capítulos. En una primera, se hace el resumen, la introducción y la exposición de motivos. Luego se presenta el capítulo 1 en donde se incluyen, el planteamiento del problema, las preguntas de investigación, la postulación de hipótesis, presentación de objetivos, el general y los específicos, y finalmente la metodología general seguida, ya que cada capítulo tiene una descripción de los métodos y materiales particulares que se utilizaron para su desarrollo.

A continuación se desarrolla el marco teórico en el capítulo 2, luego un análisis amplio de la zona de estudio en donde se utilizaron métodos específicos y cálculos propios para poder describir aspectos físicos que no están reportados sino parcialmente en la literatura para esta región. En este capítulo se incluye el clima, la hidrología, la geomorfología, los suelos, y la zonificación de tierras. Seguidamente en el capítulo 4 se desarrolla la dinámica de las coberturas y usos del suelo en los períodos analizados. En el capítulo 5 se detallan las características demográficas, sociales, económicas y culturales de la población que habita y ha habitado esta región y se relacionan dichos aspectos con el estado del paisaje, se hace el análisis y discusión de los usos y ocupación del espacio entre los diferentes períodos analizados y se hace la propuesta de usos para un desarrollo sustentable de las comunidades y de la naturaleza. En el capítulo 6 de este documento, se dan las consideraciones finales, las conclusiones y recomendaciones. Por último está la bibliografía, los anexos y la hoja de vida del autor.

## MOTIVACIÓN

Uno de los motivos para adelantar este trabajo se basa en la problemática socio-ambiental que se presenta en la zona de estudio, tal como lo han documentado varias fuentes desde diferentes enfoques temáticos, que más adelante se detallan. Son estudios principalmente de fines de los años 90 y de las dos últimas décadas. Los análisis comprenden los aspectos físico-bióticos, económicos y sociales, pero que han carecido de un acercamiento a la evolución del paisaje y al análisis integral de las condiciones del Sistema Cenagoso de Ayapel.

Dentro de los estudios que se han realizado destaca el programa del Sistema Cenagoso de Ayapel adelantado por la Universidad de Antioquia por medio del grupo GAIA, en asocio con el posgrado en Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos de la Universidad Nacional de Colombia, los grupos GIGA, DIDES, GDCON, el IDEAM, y con el importante apoyo de Corpoayapel. En los años de desarrollo que lleva el proyecto, como producto de varias campañas de medición y toma de muestras en campo, se ha acumulado un significativo volumen de información de nivel de detalle diferenciado para cada disciplina participante. Aparte de varias tesis de maestría y doctorado, se han entregado a las autoridades administrativas y ambientales de la localidad dos informes finales: un estudio sobre la relación Río - Ciénaga y el efecto en la producción pesquera (AGUIRRE & al., 2005), y el Plan de Manejo Ambiental del Sistema Cenagoso de Ayapel (PALACIO & al., 2007).

En 2007 se tomaron fotos aéreas del sector sur de la Ciénaga de Ayapel para este estudio, que cubrieron la cabecera municipal y el corregimiento del Cedro. El uso de imágenes aéreas digitales como información de base para el estudio es muy prometedor y una tecnología aún poco explorada en este tipo de paisaje para los propósitos que aquí se plantean. Establecer una metodología para su tratamiento y uso en estudios de este tipo, significa un progreso para ser replicado por la comunidad científica.

Como resultado de esta tesis se espera aportar no sólo al conocimiento de la zona de estudio, sino también, contribuir con elementos que permitan, mediante la gestión que debe hacer el gobierno en los diferentes niveles junto con la comunidad, dar vía al desarrollo de actividades sustentables y sostenibles de los recursos y servicios ambientales que provee la Ciénaga, y de las comunidades asentadas en sus alrededores. En lo científico, es la oportunidad de integrar y producir conocimiento nuevo de esta importante zona de la costa atlántica colombiana y aportar al entendimiento de la dinámica de los humedales tropicales a través de la introducción del aspecto espacial a la diversa información recopilada hasta el momento y a la inclusión de componentes históricos, sociales, económicos y políticos que den una explicación, desde las ciencias humanas, sobre el estado actual del paisaje.

En lo metodológico, se planea generar un proceso con elementos de la Geografía Física y la Geografía Social, la Ecología del Paisaje, y la utilización de herramientas tecnológicas que se combinan en la disciplina de la Geoinformática, lo que ha permitido modelar el estado actual del sistema cenagoso y simular un escenario sustentable ecológica y económicamente.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia el problema de la tierra es tal vez el principal factor del que emanan las crisis sociales, políticas y económicas que han azotado a la nación desde su independencia de España. *“Colombia no cuenta hasta la fecha con ninguna experiencia de colonización dirigida exitosa y mucho menos en lo que hace referencia a los movimientos espontáneos de los últimos 25 años”* INCORA, 1987, en: (MALAGON, 1998, pág. 32). Es así, que este reparto o distribución inicua de la tierra ha dado como resultado que los latifundios presenten una gran sub-utilización, pues la mayoría son tierras improductivas o dedicadas a la ganadería extensiva con muy bajas densidades, y que los minifundios deban ejercer sobre-explotación de la tierra. Dos consecuencias directas de este lastre histórico son, que el país tenga una vocación ganadera forzada que aporta sólo el 19% al PIB, y que los pastos sean la cobertura más común en el territorio, en detrimento de la agricultura y el uso forestal (Ibídem, pág. 38-41).

El fenómeno del latifundismo en Colombia hace presencia en forma vigorosa en las llanuras de inundación de los grandes ríos, es decir, en la costa Atlántica y en los llanos de la Orinoquía y la Amazonía. En la costa, los orígenes se remontan a la época de la colonia mientras que en los llanos orientales obedece a una colonización más reciente que ha sido fuertemente impulsada por concesiones otorgadas por el gobierno a la exploración petrolera y a grandes proyectos agroindustriales para producir biocombustibles (MOLANO, 2011(a)).

En la actualidad, la región de La Mojana, en la costa atlántica de Colombia, afronta diversos problemas sociales y económicos. De una parte está la sobrepresión que ejercen los pobladores más marginados sobre recursos, los forestales y de fauna terrestre e íctica. Los hacendados por su parte, demandan más tierras para ejercer actividades económicas extensivas que generan pocos empleos y cuya productividad está al vaivén de las leyes del mercado global. La tierra se convierte en un bien de inversión, económicamente seguro y de bajo costo tributario en Colombia. La motivación para la producción agrícola es baja ya que el riesgo climático es alto y los precios del mercado no compensan los costos de producción y transporte, que son demasiado altos en esta zona por la precaria red de transporte existente, la escasa y anticuada mecanización, la ausencia de una infraestructura de almacenaje y la falta de conocimiento técnico de los agricultores. El problema que más impacto mediático tiene y que afecta por igual a ricos y pobres de esta región, es la inundación cíclica debida a los desbordamientos de los ríos Cauca y San Jorge, particularmente en períodos en donde se ha notado la presencia del fenómeno de la Niña (AGUILERA, 2009) (ORTIZ, 2002)(MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002).

La región también sufre efectos de agentes exógenos que llegan a través de los cauces de los grandes ríos, al tener a las ciudades más grandes en sus cuencas. Las principales corrientes del país arrastran una gran carga de sedimentos y materia contaminante que es aportada por la fuerte erosión que sufren las zonas rurales andinas deforestadas, por las descargas de poblaciones ribereñas y las asentadas en el área de influencia de las cuencas tributarias. Son pocos los asentamientos humanos del país que tratan sus aguas residuales (IDEAM, 2008, pág. 69).

En el municipio de Ayapel y aguas arriba de las cuencas que vierten hacia este municipio se ha practicado y aún hoy se hace, la minería de oro de aluvi6n. Esta actividad le ha aportado, además de sustancias químicas peligrosas como el mercurio, grandes cantidades de sedimentos que han contribuido en parte a los procesos de agradaci6n de los ca6os y quebradas, perjudicando entre otras, las actividades de transporte (DNP-FAO-DDT, 2003).

En diferentes documentos (AGUILERA, 2004),(DNP-FAO-DDT, 2002),(ORTIZ, 2002), se hacen evidentes los problemas que vive hoy el municipio y en general la región de La Mojana. Destacan desde el punto de vista ambiental y geográfico, los que se presentan en la Tabla 1 abordados desde lo biofísico y lo social, listando además las posibles causas de los problemas y los efectos en la población.

Tabla 1. Problemática de la región presentada por Síntoma- Causa-Efecto. Fuentes: elaboración propia a partir de datos de DNP-FAO, 2002; Aguilera, 2004; Ortiz, 2002.

Síntoma biofísico	Posibles causas	Efectos Sociales
○ Deterioro del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uso inapropiado de tecnologías agropecuarias y acuícolas</li> <li>▪ Explotación de suelos no aptos</li> <li>▪ Abandono de la cultura Panzenú</li> <li>▪ Erosión laminar y por terraceo</li> <li>▪ Quemas</li> <li>▪ Ganadería extensiva</li> <li>▪ Inundaciones del Cauca con altas cargas de sedimentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Pérdida de suelos aptos para la agricultura</li> <li><input type="checkbox"/> Disminución de las tierras comunales aptas para cultivos de pancoger por apropiación ilegal</li> <li><input type="checkbox"/> Inseguridad Alimentaria</li> <li><input type="checkbox"/> Pérdida de la inversión en cultivos</li> <li><input type="checkbox"/> Desempleo y conflictos sociales</li> </ul>
○ Fuerte decrecimiento de especies de Fauna y Flora, particularmente peces y árboles	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Presión antrópica por caza y pesca</li> <li>▪ Quemas</li> <li>▪ Artes de pesca ilegales</li> <li>▪ Tala de bosques</li> <li>▪ Cambios en la hidráulica de la región</li> <li>▪ Contaminación del agua</li> <li>▪ No se respeta el ciclo de vida de los peces</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Ausencia de actividades productivas que demanden mano de obra</li> <li><input type="checkbox"/> Reducción en la productividad pesquera</li> <li><input type="checkbox"/> Inseguridad alimentaria</li> <li><input type="checkbox"/> Desempleo</li> <li><input type="checkbox"/> Analfabetismo</li> </ul>
○ Degradación de la cantidad y calidad del agua de la ciénaga	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Contaminación con agroquímicos por escorrentía</li> <li>▪ Metales pesados por minería y aporte durante las crecientes del Cauca</li> <li>▪ Descargas de aguas residuales por poblaciones aledañas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Problemas de abastecimiento de agua</li> <li><input type="checkbox"/> Aumento en la explotación del acuífero</li> <li><input type="checkbox"/> Problemas de salud</li> </ul>
○ Desestabilización inducida del sistema hidráulico de la zona y modificación de sus regímenes hidráulicos ○ Pérdida de cuerpo de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Construcción de obras de infraestructura (vías, diques, embalses, sedimentación, desecamiento y privatización de tierras de la ciénaga)</li> <li>▪ Privatización de tierras comunales</li> <li>▪ Aumento en la concentración en la propiedad de la tierra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Influencia negativa en las actividades productivas de la población</li> <li><input type="checkbox"/> Imposibilidad de acceso a tierras comunales, desempleo, violencia</li> </ul>
○ Aislamiento geográfico	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No hay organización civil</li> <li>▪ Restricción en vías acuáticas y altos costos por combustibles</li> <li>▪ No hay suficientes vías terrestres</li> <li>▪ No está conformada una estructura de mercados</li> <li>▪ Lejanía de nodos comerciales</li> <li>▪ Falta de presencia del Estado</li> <li>▪ Conflicto de competencias de los organismos del Estado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Aislamiento social</li> <li><input type="checkbox"/> Sociedad individualista</li> <li><input type="checkbox"/> Cultura asistencialista</li> <li><input type="checkbox"/> Problemas nutricionales</li> <li><input type="checkbox"/> Falta de empleo</li> <li><input type="checkbox"/> Economía de supervivencia</li> <li><input type="checkbox"/> Autoridad en manos de grupos ilegales</li> <li><input type="checkbox"/> Incremento de actividades ilícitas</li> </ul>

Como puede observarse en este listado, los problemas se comportan como un círculo vicioso en el que la falta de oportunidades para la población debida al modo de tenencia de la tierra, al modelo productivo de la región, a la pobre presencia del Estado y a los limitantes geográficos del territorio expresados en su morfología e hidrología hacen que persista una sobre-explotación de los recursos remanentes, lo que va generando una situación de mayor escasez de ellos y por tanto unas condiciones de vida cada vez más precarias para la población. A ello se suma el oportunismo de actores ilegales que ven propicia la situación para ejercer un dominio invisible, y coercitivo, sobre las pocas actividades económicas, y para ofrecer opciones más productivas en términos económicos,

pero que son ilegales, como la delincuencia y las relacionadas con el narcotráfico (MOLANO, 2009).

Una mirada temporal sobre los cambios espaciales que ha sufrido el paisaje de la Ciénaga de Ayapel acompañada de los aspectos históricos más relevantes de la historia regional y nacional, permiten una mejor comprensión de los fenómenos naturales y sociales que han sucedido y aún persisten en la región. Poniendo en esta perspectiva la dinámica del paisaje y el devenir social y económico, es posible con las herramientas de la Geografía y la Ecología del Paisaje, estimar los principales factores físicos y sociales que influyen en las transformaciones del medio natural hasta llevarlo al estado actual, y por tanto permiten plantear las direcciones que deben tomar los componentes más decisivos e intervenir en las fuerzas sociales que son capaces de influir positivamente y poder trazar así una ruta hacia el equilibrio de la sociedad y el medio natural.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. General**

El objetivo general es el análisis espacio temporal de la evolución del paisaje en el sistema cenagoso de Ayapel entre 1954 y 2007 para generar un modelo que permita interpretar los cambios ocurridos en ese lapso, considerando aspectos físicos y sociales y proponer un uso del suelo que esté acorde con la dinámica natural que impone la hidrología.

Dicho modelo permitirá identificar las fuerzas que han intervenido en esos cambios y por lo tanto se convierte en una herramienta para la gestión de los recursos y el desarrollo social, de forma que sea posible plantear escenarios y tomar decisiones hacia una estabilidad productiva sostenible por medio de la elaboración y ejecución de planes de ordenamiento del territorio y de desarrollo económico sostenible ambientalmente y equitativo socialmente. Se busca afrontar los problemas sociales mediante propuestas que frenen la presión sobre los recursos, y propicien una cultura ambiental en la población, que sea replicable en otros ambientes similares que existen en la región de La Mojana.

### **1.2. Específicos**

1. Analizar las características climáticas del área de estudio, para que se pueda valorar, desde la oferta de energía solar y la hidrología, las condiciones que son necesarias para la compatibilidad entre la oferta de servicios ecosistémicos y las actividades humanas.
2. Determinar y espacializar el comportamiento hidrológico de la región evidenciando las zonas que regularmente son inundadas de manera temporal y las que lo son permanentemente; estimar los espejos de agua en los diferentes períodos y si ha habido cambios en el tiempo, de tal forma que se identifiquen las áreas que pueden ser utilizadas para potenciales aprovechamientos económicos.
3. Determinar y medir el cambio que han tenido las diferentes coberturas y usos del suelo en el tiempo comprendido en los períodos 1954, 1985 y 2007 para poder hacer una evaluación cuantitativa de la variación y explicarla a luz de los aspectos biofísicos y de las condiciones sociales.
4. Establecer los aspectos históricos más relevantes que han sucedido en la región y en el país, que hayan tenido influencia local, dando prioridad a los relacionados con hechos políticos, sociales y económicos para buscar correlacionarlos con las variaciones del paisaje.

5. Contrastar los cambios en las coberturas y usos del suelo con los datos disponibles de variables poblacionales y de productividad económica.
6. Valorar las actividades productivas existentes y determinar su pertinencia, no sólo desde las características de los suelos y lo ambiental sino también desde la sostenibilidad económica, para calificar los usos por su conveniencia físico-biótica y socioeconómica.
7. Detectar lugares en donde, dadas las condiciones físico-bióticas y culturales, es posible que los pobladores desarrollen actividades sustentables económica y ambientalmente para que surjan propuestas productivas en dichas zonas que resuelvan en alguna medida los problemas de empleo y supervivencia de la población.
8. Establecer lugares que por sus condiciones biogeográficas, sociales económicas y culturales es necesario proteger y restaurar para permitir que los ecosistemas del lugar se recuperen y funcionen sin la presión antrópica que han recibido históricamente.
9. Ilustrar la relación entre el determinismo de la Naturaleza y las posibles oportunidades para el desarrollo en los campos económico, sociológico y cultural, bajo las condiciones étnicas e imaginarios predominantes de la población regional, dentro de un contexto histórico.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. LA ECOLOGÍA DEL PAISAJE

La Ecología del Paisaje es un aspecto de los estudios geográficos que considera al Paisaje como una entidad holística, integral y ecosistémica, formada por elementos y factores los cuales están interconectados de tal manera que se influyen unos con otros. Es decir, que en la ecología del paisaje se estudian los elementos abióticos, bióticos y culturales en diferentes escalas y tiempos (TROLL C. , 1966), (GARNER, 1974), (ZONNEVELD, 1990), (LESER, HASS, MOSIMANN, & PAESLER, 1995),(LENZ & STARY, 1995), (SCHNEIDER-SLIWA, SCHAUB, & GEROLD, 1999), (STEINHARDT & VOLK, 1999), (ZEPP & MÜLLER, 1999), (TURNER, GARDNER, & O'NEILL, 2001), (STEINHARDT, BLUMENSTEIN, & BARSCH, 2012) por mencionar solo algunos autores.

Es un término que introdujo el biogeógrafo CARL TROLL en 1939 motivado por el uso de la fotografía aérea, y que en los años 60 presentó un auge en su uso y debate en su definición. Más que un campo científico, hoy en día es más bien considerado como un enfoque de trabajo que involucra varias disciplinas y que se ha fortalecido con el avance tecnológico para captura, procesamiento, expresión y modelación de información (TURNER, GARDNER, & O'NEILL, 2001), MOSIMANN en (SCHNEIDER-SLIWA, SCHAUB, & GEROLD, 1999).

La Ecología del Paisaje se centra en considerar el estado actual, la escala, y los elementos constituyentes del territorio con sus patrones de expresión y procesos ecológicos que determinan la heterogeneidad espacial, de una manera práctica y aplicada (MOSIMANN, en op. cit.).

Sus tres ámbitos de actuación son:

Los complejos procesos naturales influenciados por el hombre, desde la perspectiva espacial.

El desarrollo de métodos y modelos que permitan comprender, estimar, valorar, y mostrar el estado, evolución, influencia, riesgos y desarrollos en el ambiente.

La planeación y gestión de los espacios de diferentes jerarquías –desde cuencas locales hasta la región— incluyendo la presentación de los ecosistemas terrestres y todas las dimensiones del análisis geográfico (MOSIMANN, en op. cit.).

De esa misma manera son cuatro los asuntos que se considera, son los fundamentos de la actual y futura Ecología del Paisaje aplicada: i) funciones y procesos, ii) certeza y probabilidad, iii) modelos que contengan escalas de decisión en su estructura, iv) alto nivel de integración v) SIG como herramienta central de trabajo (MOSIMANN, en op. cit.).

A nivel práctico, ha habido varios acercamientos desde la Ecología del Paisaje a aspectos que han intervenido en la modificación del paisaje en el tiempo, relacionados con humedales, tales como los efectos de actividades mineras (LAUSCH, 2001), los eventos de vaciado y llenado de cuerpos de agua con efectos en las características del agua y en la biota(MAIER & al., 2001), (SCHMIEDER, DIENST, & OSTENDORP, 2002), aplicaciones en reservorios de agua, cuencas y ecosistemas asociados a ciudades (BAUME & al., 2005), entre otros.

Como lo expone BRANDT (2011), en cuanto a la Ecología del Paisaje, existen tendencias nacionales en Europa que se basan principalmente en la tematización de las aplicaciones para plantear los problemas que enfrenta, con un enfoque de paisaje cultural o mejor aún,

de paisaje agrario. Dentro de estos destacan la influencia de la tecnología y del desarrollo estructural en el paisaje agrario, el espacio natural y el hábitat. En otros casos, se centra en los problemas de las multifuncionalidades del uso del territorio que se presentan en las zonas suburbanas en permanente expansión (ibíd.).

La modelación del cambio de coberturas y usos del suelo a partir de sensores remotos ha sido tema de varias investigaciones en Latinoamérica. En ellas se aplican métodos estadísticos y modelos matemáticos que tratan de predecir las variaciones espaciales a partir del análisis de imágenes satelitales y el uso de algoritmos que analizan los patrones de dispersión (MAS & al., 2010), (MAS & FLAMENCO, 2011), (PEREZ, MAS, & LIGMANN, 2012). Mientras que en Europa también se han hecho estudios de esta índole aplicando otros modelos con software ya elaborado para análisis similares (WOITHON & SCHMIEDE, 2004), (FONTANA & al., 2013).

En las últimas décadas ha habido una corriente cuantitativa dentro de la Ecología del Paisaje que se ha preocupado por el establecimiento de índices de forma y estructura que permitan la descripción del parche referido a la fragmentación del hábitat; de corredores y su importancia en la conservación de la biodiversidad y la conectividad; y de matrices, como el conjunto de parches y corredores en un marco espacial denominado mosaico. Además, estos índices permiten la comparación de ellos entre diferentes paisajes (FORMAN & GODRON, 1986), (FORMAN & GODRON, 1981), (BARSCH, 1994), (LAUSCH, 2001), (CUSHMAN & MCGARIGAL, 2002), (CUSHMAN & MCGARIGAL, 2003), (NEEL, MCGARIGAL, & CUSHMAN, 2004), (CUSHMAN & MCGARIGAL, 2004), (VILA & al., 2006), (CUSHMAN, MCGARIGAL, & NEEL, 2008), (KENT, 2009), (MAS & al., 2010), (PEREZ, MAS, & LIGMANN, 2012), (FONTANA & al., 2013).

La creación de diferentes indicadores y la generación de programas de computador para modelar variables definidas dentro de la Ecología del Paisaje han sido prolíficas. Dentro del grupo de los indicadores más usados, se pueden diferenciar cinco grandes tipos (MAS & al., 2010), (VILA & al., 2006):

- i. Índices de área, superficie, densidad, variabilidad.
- ii. Índices de forma.
- iii. Índices de ecotono y hábitat interior.
- iv. Índices de distancia, vecindad, conectividad.
- v. Índices de diversidad del paisaje.

La mayoría de ellos se apoyan en las herramientas disponibles hoy en día de la Geomática (SKIDMORE, 2003), como son los SIG –Sistemas de Información Geográfica, los Sensores Remotos –imágenes multi-espectrales obtenidas desde satélites y equipos aerotransportados, la obtención de coordenadas mediante GPS/GNSS –Sistema de Posicionamiento Global y Sistema Satelital de Navegación Global--, y el continuo uso de fotografías aéreas que se sigue reinventando a pesar de ser una tecnología centenaria, a través de las imágenes digitales, el procesamiento digital de las imágenes y los modernos equipos para aerotransportar esta tecnología que va desde aviones convencionales, ultralivianos hasta Drones, tan de moda hoy en día (KANDUS & QUINTANA, 2012), (STEINHARDT, BLUMENSTEIN, & BARSCH, 2012), (ERASMI & al., 2009), (TURNER, 2005), (DE BY, 2001), (BOSQUE S., 2000), (SCHNEIDER-SLIWA, SCHAUB, & GEROLD, 1999).

Existe numerosa literatura sobre la aplicación de la Ecología del Paisaje en diferentes escenarios naturales y antropizados (VASQUEZ & al., 2013), (PEREZ, MAS, & LIGMANN, 2012), (BASTIAN, 2011), (BURKS-COPES, 2009), (VAN DOORN &

PINTO-CORREIA, 2007), (BAUME & al., 2005), (PONCE, 2004), (PAULEIT & DUHME, 2000) pero son muy pocos los artículos referidos a los entornos de humedales (WOITHON & SCHMIEDE, 2004)(DIENST, SCHMIEDER, & OSTENDORP, 2004), (LIENERT, M., & SCHMID, 2002), (HANAGARTH & SARMIENTO, 1990), , y relativamente nulos en lo referente a humedales en el trópico (ENGELDINGER & JORDAN, 2003).

Como puede inferirse de la literatura, la Ecología del Paisaje como enfoque geográfico y ecológico, desde su definición, pasando por su sustentación teórica, hasta por sus métodos, se constituye en soporte idóneo y fundamental para el desarrollo de este proyecto. Encaja perfectamente debido a que se ocupa, tal como se plantea en los objetivos de este documento, de las relaciones espaciales entre los elementos del paisaje y de la dinámica ecológica de estos a través del tiempo, analizando su estructura, su morfología y sus cambios. Además, en este trabajo se ha considerado el aspecto social-humano, que se expresa en el caso de Ayapel, como el factor modelador más importante del paisaje circundante, en un tratamiento que según la misma literatura, ha sido escaso en estudios de Ecología del Paisaje (VILA & al., 2006), (MOSIMANN, 2000).

## 2.2. EL PAISAJE DE LLANURA ALUVIAL

Dentro de las entidades o unidades holísticas a ser consideradas por la Ecología del Paisaje están las Ciénagas, nombre genérico que se le da en Colombia a los cuerpos de agua permanentes que se encuentran en las llanuras aluviales o de desborde de los grandes ríos a los cuales están conectados por canales meandriformes (WILHELMY, 1958), (NEIFF, IRIONDO, & CARIGNAN, 1994), (IDEAM, 2001, pág. 127).

En concepto de Ducharmé y Arias en: (ROLDAN & RAMIREZ, 2008, págs. 63-64), las ciénagas son “*cuerpos de agua localizados en depresiones poco profundas y conectadas al río mediante estrechos canales meandriformes*”, con temperaturas que oscilan entre 24 y 32 grados Celsius, clasificados como lagos polimícticos cálidos. Dada su poca profundidad, la estratificación que alcanzan en el día cuando el agua superficial se calienta por la radiación recibida, es rota en la noche por acción del viento, por corrientes de convección, o por la lluvia.

Existen cerca de 27 sistemas de humedales en Colombia, y la región Caribe colombiana según se puede deducir de la información geográfica del IGAC en escala nacional (1:1'500,000), tiene alrededor del 30% de los humedales del país y de ellos, el 52% está expresado en forma de ciénagas (IDEAM, 2001). Según el IDEAM (2001, pág. 127), las ciénagas del complejo cenagoso río Magdalena que incluye las de los ríos Cauca y San Jorge, ocupan el 70% de la superficie que corresponde a las cerca de 1,900 ciénagas plenamente identificadas del país, que según el HIMAT en (ROLDAN & RAMIREZ, 2008, pág. 45 y 63), cuentan con una extensión de 4,700 km<sup>2</sup>. El 30% de las ciénagas están en las cuencas de los ríos Sinú y Atrato. El mismo informe del IDEAM (op. cit.) habla de 13,334 cuerpos de agua que ocupan 12.9 km<sup>2</sup>, se sitúan en los departamentos de Bolívar y Magdalena, y que por su tamaño o falta de toponimia no están catalogados como de importancia. De esta manera se completan los cerca de 15 millardos de m<sup>3</sup> almacenados por este tipo de cuerpos de agua en el país.

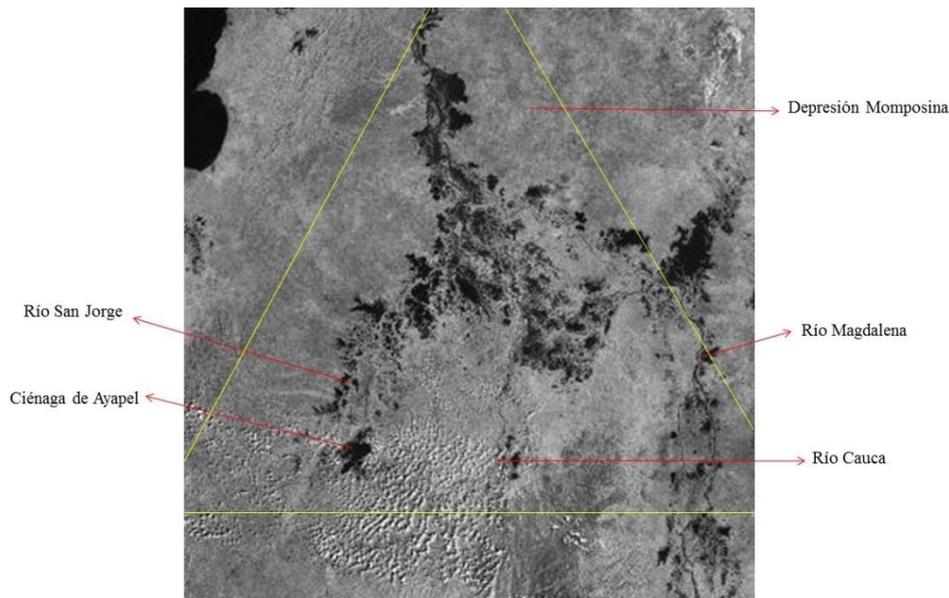


Figura 1. Depresión Momposina dentro del triángulo amarillo, en la zona norte de Colombia, cerca al Mar Caribe, con las ciénagas que la conforman. Se observan también los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge que confluyen y forman una especie de delta fluvial interno. Fuente: imagen Landsat TM Mosaic (24-Jan-85).

En la Figura anterior puede verse que gran parte de las ciénagas más conspicuas del país se encuentran en esta región en donde, en una sucesión de tributaciones del San Jorge al Cauca y de este al Magdalena, se conforma el delta interior, destacando entre ellas la Ciénaga Grande Santa Marta, la de Zapatosa, Pajalar, Zárate, Grande del Sinú, de la Virgen, Pijiño, Tumaradó y Ayapel. Están influenciados por pulsos de inundación y fases de estiaje según sean las condiciones hidrológicas de las cuencas.

Algunas de las funciones ecológicas de mayor importancia, que cumplen las ciénagas, según Arias en (ROLDAN & RAMIREZ, 2008, pág. 64) son:

1. Amortiguan los niveles de agua en la fase de inundación.
2. La transición desde aguas bajas en ascenso hasta aguas altas en descenso, actúa como purificador de los aportes del río.
3. Actúan como refugio permanente y transitorio para mamíferos, aves y peces.
4. Son zonas de una alta productividad biológica.
5. Actúan como áreas para la reproducción, alimentación y crecimiento de poblaciones de fauna acuática.
6. La vegetación acuática inherente actúa como filtro purificador de sustancias tóxicas.
7. Por los aportes de nutrientes que recibe en los pulsos de inundación, estas llanuras se convierten en zonas de alta productividad.
8. Toman parte en el ciclo hidrológico y en el balance hídrico del ecosistema.

Varios autores citados por NEIFF (1997(b), pág. 2) tales como Gopal, Mitsch y Gosselink, reconocen a los humedales suramericanos con una identidad propia, mosaico de ecosistemas altamente dinámicos, de bordes lábiles, donde la estabilidad y la diversidad están condicionadas primariamente por la hidrología y los flujos de materiales. Dicha particularidad se explica por la manera como está distribuido el medio biofísico de

Suramérica con paisajes apareados en otros continentes en donde destacan, de acuerdo con el llamado cambio geográfico de las formas de LAUTENSACH (1953):

- Un cambio planetario norte – sur (para nuestro hemisferio).
- Otro este - oeste es decir, desde el ámbito andino a las llanuras de deposición.
- Otro periferia-centro o desde la costa hacia el interior del continente, que es de este a oeste, ya que en el Pacífico la cordillera está pegada al mar.
- Un cambio hipsométrico ligado fundamentalmente al sistema andino.

Tanto los ecosistemas acuáticos como los terrestres presentan la interacción de diferentes factores: físicos, químicos, bióticos, geográficos, antrópicos, y por consiguiente, de un conjunto de elementos que le dan una gran complejidad al sistema y que determinan en un momento dado su situación y características (Figura 2).

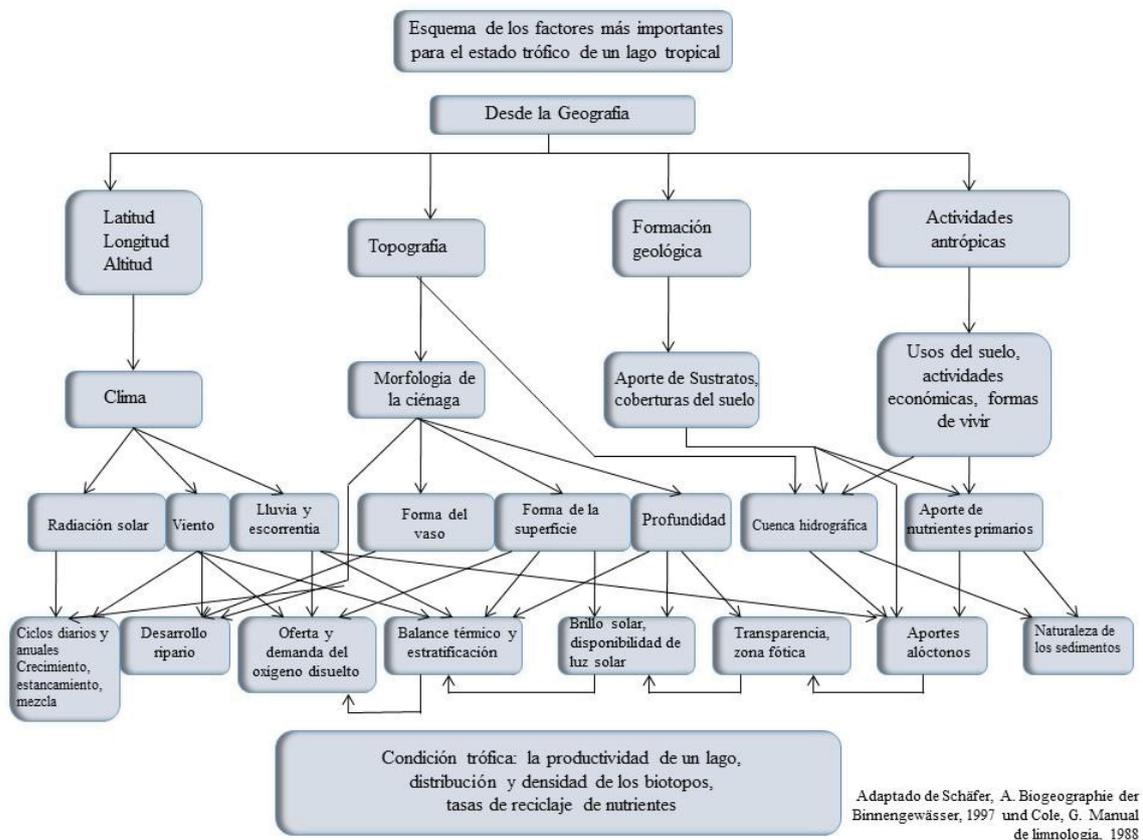


Figura 2. Esquema de la complejidad de interacción de factores que configuran el estado de un humedal en el trópico. Fuente: adaptado de COLE, (1988) y SCHÄFER, (1997, pág. 179).

Esta complejidad e integralidad de factores son precisamente abordados por la Ecología del Paisaje para establecer formas, estructuras y patrones que explican el estado de un biotopo y dan pauta para su gestión. En el caso de este trabajo, aplicado a las ciénagas y en particular a la de Ayapel. Estos ecosistemas en Colombia han sido poblados y utilizados desde tiempos antiguos que se remontan a la época prehispánica, como se verá a continuación.

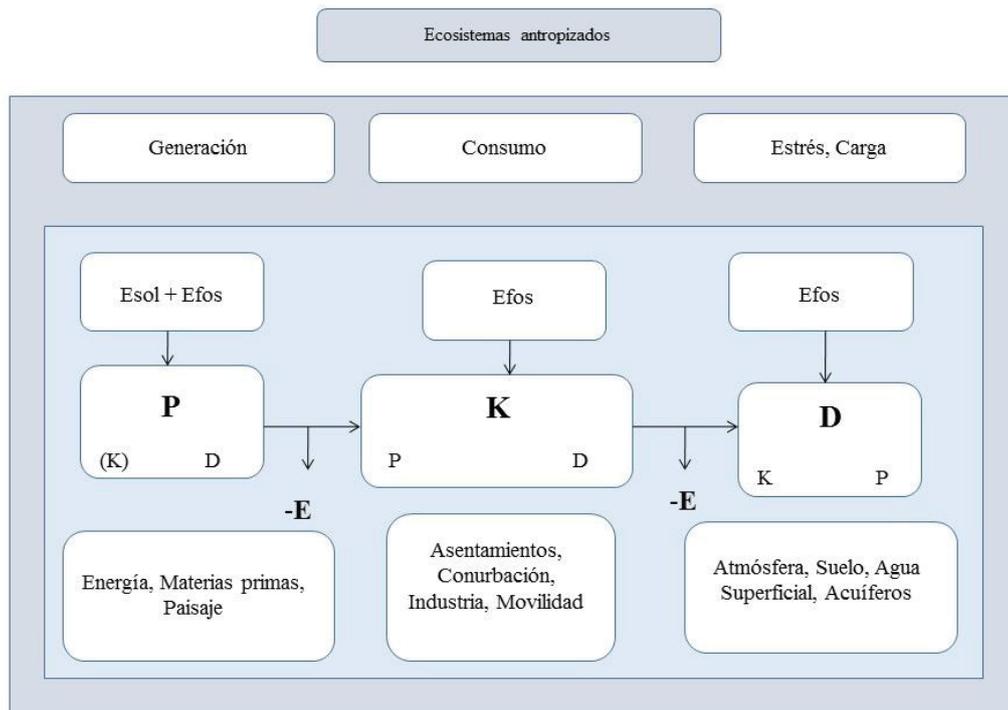
### 2.3. LOS IMPACTOS DE LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS SOBRE LOS HUMEDALES

Históricamente en varios lugares de Meso y Suramérica hizo presencia desde épocas anteriores a la llegada de los conquistadores españoles, el manejo hidráulico de los humedales dado por los aborígenes, conocido como agricultura en terrazas o camellones que se implementaron unos 1,000 años A.C. (PLAZAS, 2006, pág. 2), (MANN, 2006). Los aborígenes domesticaron plantas que con este tipo de cultivo realizado colectivamente y usando herramientas muy rudimentarias les permitió producir excedentes que posiblemente sirvieron para alimentar en ciertos períodos a grandes poblaciones o exportarlas a otras regiones (ver pág. 120).

Existe literatura científica (DENEVAN, 1962), (PLAFKER, 1963), (PARSONS & BOWEN, 1969), (PARSONS J. J., 1977), (ERICKSON, 1980), (PLAZAS & FALCHETTI, 1993), (HERRERA & BERRIO, 1998), (ROJAS, 2010) sobre estas construcciones llamadas también en otras regiones, waru waru. Las referencias reportan hallazgo de vestigios en Méjico, Colombia, Venezuela, Surinam, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil, los cuales fueron mencionados vagamente al principio en narraciones de exploradores que a duras penas las podían contemplar desde bote o tren. Pero fue con los sobrevuelos en avión en donde se notó el patrón y la magnitud de las obras hidráulicas y llamó la atención de los científicos quienes comenzaron su estudio por medio de diversas disciplinas, tal como lo menciona DENEVAN citado por VALDEZ, (2006).

El cultivo en camellones o terrazas se basa en la utilización de canales hidráulicos en donde la tierra excavada es puesta en un montículo continuo que queda así elevado sobre el nivel original del terreno y sobre el cual se practica la agricultura mientras que los canales actúan como sistema de riego y de drenaje cuando el pulso de inundación aparece, evitando que las raíces de las plantas queden sumergidas. Una vez se retira el agua en época seca, es factible aprovechar el sedimento dejado para fertilizar las terrazas. También se utilizaban como una forma de piscicultura.

Esta práctica, que era congruente con el paisaje y acorde con los ciclos naturales, fue abandonada siglos atrás y reemplazada por la cultura introducida por los conquistadores y colonizadores españoles junto con un sistema productivo en total contraposición. Con el paso del tiempo, el desarrollo tecnológico y económico transformó el paisaje de la llanura aluvial y lo homogenizó. Esta enorme fuerza transformadora que significa la intervención humana, representa para el sistema natural la aplicación de tensores, que en un sistema antropizado se traducen en la simplificación de las interrelaciones, alcanzada mediante la extracción de los recursos y la modificación sustancial del suelo y las coberturas (HENRY & HEINKE, 1999), (CHAPMAN, 1992). Tal como se muestra en la Figura 3, El ecosistema responde mediante su capacidad de adaptación y búsqueda del equilibrio o estabilidad de sus condiciones -resiliencia. Muchas veces los recursos son consumidos o transformados en el mismo lugar o en otros sistemas antropizados lejanos, para lo cual es necesario acudir a fuentes de energía exógena al sistema, energía subsidiada. Finalmente sobreviene la consecuente producción de residuos y la pérdida para el ecosistema. Cuando no se da el tiempo suficiente para su recuperación, el ecosistema natural se degrada hasta perder parcial o totalmente sus características iniciales (SCHÄFER, 1997).



Adaptado de Schäfer, A.  
Biogeographie der Binnengewässer,  
1997

Figura 3. Contrario a la complejidad de los ecosistemas naturales, un ecosistema antropizado queda reducido y simplificado a tres ciclos: producir (P), consumir (K), degradar -- desechar (D) con uso de energías (E) subsidiadas (solar y fósil), materias primas no renovables y gran producción de residuos. Fuente: (SCHÄFER, 1997, pág. 172).

Se produce entonces un cambio en el paisaje asociado al concepto de responsabilidad tal como lo sustenta GALLUSER (1981, pág. 286) citando los trabajos de HUMBOLDT y HÖHL. Esta afirmación se basa en la aceptación del hombre como una gran fuerza modificadora del paisaje, sin olvidar que es a la vez el directo responsable por el uso que le da a ese espacio en el que desarrolla su propia vida.

El paisaje por su parte no es estático y como tal, cualquier acción que desarrolle el hombre con el fin de ejercer control sobre alguna de las variables que intervienen en dicha dinámica, debe ser emprendida con el presupuesto de la vulnerabilidad y riesgo de las obras. En el caso de la región de estudio, se presentan con cierta frecuencia inundaciones que sobrepasan los cálculos y el desempeño de las obras construidas para evitarlas, cubriendo áreas sembradas, inundando viviendas y caminos, y sometiendo a la población a condiciones calamitosas. Aún dentro de la misma naturaleza se ven efectos por las inundaciones que podrían llamarse adversos, como la muerte de árboles por la prolongada humedad excesiva (Figura 4), la proliferación de insectos que pueden alcanzar niveles de plaga y afectar negativamente a algunas especies de mamíferos, y también el aislamiento en los parches que quedan emergidos, de especies animales como los primates, pero todo ello sólo hace parte de los procesos cíclicos de la naturaleza (SERRES, 2004).



Figura 4. Estado de mortandad de la vegetación que ha permanecido inundada por un lapso de casi dos años, en sector de Caño Muñoz, Ayapel por el rompimiento del dique del río Cauca. La flora, no adaptada a períodos de inundación largos, termina muriendo y con ella, desapareciendo numerosas otras especies asociadas. Fuente: Fabio Vélez, febrero de 2012.

Tanto las funciones y servicios ambientales que prestan como la dinámica de las ciénagas y ríos deben ser entendidas por las sociedades que las ocupan para lograr una coexistencia sustentable y sostenible en el tiempo, para ambas partes. Los ciclos hidrológicos materializados en los pulsos de inundación para el área de estudio, los eventos climáticos extremos y la amplitud de sus consecuencias, la fragilidad de los sistemas naturales y las interconexiones de éstos, deben ser considerados para planear y ocupar el territorio. De lo contrario, esos atributos que se le asignan a los humedales y la oferta de recursos que se estiman bajo un escenario racional resultarán jugando un papel adverso ante las perspectivas de inversión y de cualquier aprovechamiento de dichos recursos que la sociedad haya calculado y pretendido extraer o beneficiar.

#### **2.4. CONCEPTO DE PULSO DE INUNDACIÓN**

En los grandes humedales, la lámina de agua se comporta variablemente en el espacio - tiempo transportando materiales biogeoquímicos, suelos de acentuado hidromorfismo y una biota cuya estructura y dinámica está bien adaptada a un alto rango de disponibilidad de agua (NEIFF J. J., 1997(b)), (COLE, 1988).

El patrón de este comportamiento es sinusoidal (Figura 5) con extremo positivo correspondiente al máximo momento del período de inundación o potamofase -cuando los flujos son horizontales desde el río hacia la planicie-, y extremo negativo en el momento de máximo estiaje o limnofase, presentándose flujo desde la planicie hacia el río. El momento cero se presenta cuando el agua se desborda sobre la planicie (NEIFF J. J., 1997(b), pág. 3).

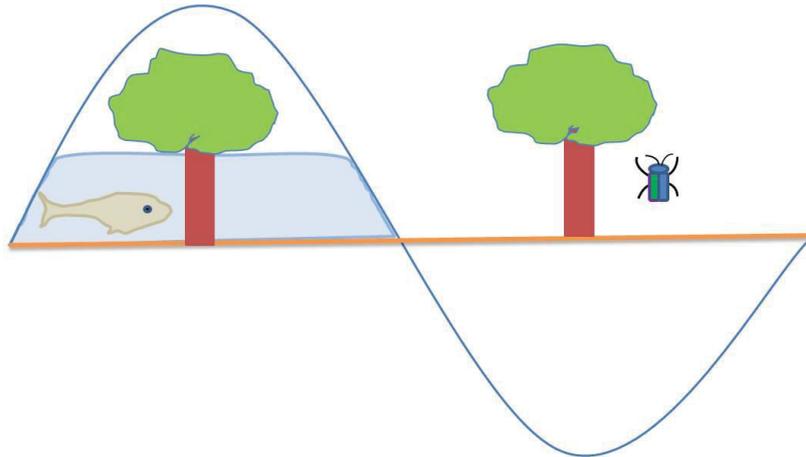


Figura 5. Fluctuación sinusoidal entre la potamofase y la limnofase. Fuente: adaptado de JUNK (1996, pág. 257), (NEIFF J. J., 1997(a)).

A lo largo de ambas fases se presenta la aparición y alternancia de organismos en diferentes lugares, que se han adaptado a la variación limnigráfica que se da en un sitio determinado de la planicie (NEIFF J. J., 1990). Junto a ello se desatan procesos como los de sedimentación, colonización, producción y descomposición de la vegetación herbácea y leñosa, consumo y mineralización de la materia orgánica, actividad migratoria de organismos, actividades de la población como cultivos, ganadería, pesca, caza, turismo (NEIFF J. J., 1997(b), pág. 3).

Usualmente los asentamientos humanos, ante este ciclo natural, se establecen sobre los diques mientras que las zonas bajas, que han sido abonadas con nutrientes provenientes de los depósitos más finos ricos en minerales, son utilizadas para la agricultura (STRAHLER & STRAHLER, 1997, págs. 403-404). Por ello es usual ver en este tipo de paisaje viviendas adaptadas a las inundaciones y obras de contención que facilitan y protegen inversiones humanas de infraestructura y producción.

## 2.5. CARACTERÍSTICAS DE LA DINÁMICA DE LAS CIÉNAGAS

En general, las ciénagas del trópico tienen poca profundidad. Su variación interna de temperatura es menor que la de la atmósfera circundante. El fenómeno de la estratificación se presenta a diario y ocurre durante el día por acción del sol, y en la noche se rompe por efecto de los vientos y las corrientes de convección. A diferencia de lo que ocurre en latitudes altas, en donde la región mesolimnica de los lagos presenta un gradiente de temperatura de un grado, definiendo la termoclina (HUTCHINSON, 1967), (COLE, 1988), en el trópico, dicho delta de temperatura se mueve apenas en un rango de entre 0.2 y 0.5 grados Celsius, ya que a las temperaturas que alcanza el agua en el trópico (alrededor de 30°C), la densidad del agua disminuye drásticamente con el aumento de la temperatura generando fácilmente la termoclina, según PAYNE citado en (ROLDAN & RAMIREZ, 2008, pág. 162).

Se debe tener en cuenta además, que en el trópico se presentan durante el día cambios más grandes de temperatura que el cambio de la temperatura promedio en el año y que las variaciones de temperatura debidas al efecto de la altura sobre el nivel del mar (ver pág. 36). Según la clasificación de los lagos por su estratificación térmica, y dadas las características antes expuestas, se puede afirmar que las ciénagas y lagunas tropicales son lagos polimícticos cálidos (ROLDAN & RAMIREZ, 2008, pág. 64) lo cual determina aspectos de la calidad fisicoquímica del agua, la biota que ella se desarrolla y el ritmo de las actividades socioeconómicas que desarrolla la población asentada en sus riberas. Para

afrontar su estudio, dadas las características topográficas y de accesibilidad, se hace necesario recurrir a tecnologías hoy en día usuales en la Ecología del Paisaje como lo son la fotografía aérea y el Sensoramiento Remoto.

## **2.6. PROYECTOS FOTOGRAMÉTRICOS Y DE SENSORAMIENTO REMOTO APLICADOS A CIÉNAGAS, EN COLOMBIA**

Oficialmente en Colombia los proyectos fotogramétricos y el uso de sensores remotos han estado a cargo del gobierno nacional a través del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Dicha entidad ha evolucionado a la par con la tecnología y en la actualidad posee equipos digitales para la toma de fotografías aéreas y adquiere con regularidad imágenes satelitales, pero se centra en las regiones más pobladas y en las que tienen valor económico por las actividades que allí se desarrollan –principalmente del tipo agrícola, minero y energético. El resto de regiones permanece sin actualización, contando muchas –como es el caso del Sistema Cenagoso de Ayapel, área de interés del presente trabajo- con fotografías tomadas hace 30 años. En estas circunstancias se torna difícil hacer análisis de la dinámica del paisaje, inventario de recursos, variación de aspectos físicos de interés para muchas disciplinas, entre otros estudios.

Algunas entidades privadas y descentralizadas del gobierno realizan proyectos fotogramétricos contratando sus propios vuelos, pero en áreas muy específicas y con altos costos, pues la oferta tecnológica en el país es restringida. Igualmente comercializan imágenes satelitales de diferentes programas con alta resolución, como son los casos de SENTINEL, SPOT, IKONOS, QUICKBIRD, entre otros.

La fotografía aérea es una de las herramientas de sensoramiento remoto más utilizadas en diferentes campos del saber. Su uso es tan antiguo como los vehículos utilizados por el hombre para volar. Desde los primeros vuelos en globo se viene fotografiando la superficie terrestre. Hasta hace unas pocas décadas se hacía uso de equipos analógicos para adquirir escenas de la tierra, pero con los avances que ha tenido la fotografía digital, estos equipos le están abriendo paso a esta nueva tecnología cuyas ventajas la proyectan como dominante en el futuro próximo (LINDER, 2009), (KASSER & EGELS, 2002), (PLATA, 1997). La fotogrametría digital permite obtener dimensiones espaciales de diferentes elementos del área en estudio. Por otro lado, la posibilidad de contar con imágenes satelitales y su potencial a través del manejo de las bandas del rango visible e infrarrojo (RGB-IRC) por separado, permite explorar las dimensiones radiométricas del área de interés (ALBERTZ, 2009), (JENSEN, 2007), (CHUVIECO, 1995).

En los estudios de dinámica y ecología del paisaje, el sensoramiento remoto ha sido usado para diferentes aspectos a partir del siglo XX, desde la descripción hasta la elaboración cartográfica de aspectos del paisaje, inicialmente de zonas poco accesibles. Los trabajos científicos estuvieron muy orientados hacia la geocología (SCHRÖDER & VILLWOCK, 1984, pág. 137). Los estudios actuales siguen diferentes metodologías enfocadas a los siguientes aspectos:

1. Uso de datos de percepción remota para establecer los elementos de paisajes complejos, fuertemente orientado a la caracterización fisiognómica del paisaje.
2. Uso de procedimientos de la percepción remota para identificación de los contenidos de estructuras areales características de geo-componentes individuales (e. g. suelo, relieve, vegetación).
3. Análisis de procesos del paisaje a partir de la investigación de los cambios y registros, y del uso multitemporal de imágenes.

La fotogrametría digital la define PEREZ (2001, pág. 108) como aquella que utiliza el formato digital para la captura de la información, lo que determina sus ventajas y desventajas. Con ella se trata de hacer la transición de la aplicación de unos procedimientos clásicos a una plataforma nueva, lo cual tiene el aspecto de ser toda una revolución en los métodos. Pero como cualquier técnica, debe ser combinada con otras disciplinas y ciencias (*i.e.* Sensores Remotos, Análisis de Laboratorio, validación cartográfica) para que cumpla una función importante dentro del análisis científico del territorio (SCHRÖDER & VILLWOCK, 1984, págs. 137-138). Esta tecnología es una fortaleza en el estudio y análisis del paisaje cuando es combinada con otros métodos (trabajo de campo, análisis de laboratorio, validación cartográfica), logrando así un acercamiento bastante cercano al estado del territorio. Además es posible acceder a diferentes escalas espaciales mostrando sinópticamente la variabilidad temporal, que es determinada a través de filtros y combinaciones multi-espectrales (LINDER, JORDAN, & HILL, 1999).

Aunque la caracterización espacial de un terreno depende mucho, entre otras cosas, de sus características geométricas, en la mayoría de las situaciones es posible modelar tridimensionalmente la superficie del terreno con precisiones en altura que en algunos casos pueden llegar a 0.2 m. Un modelo digital del terreno (MDT) es, en la mayoría de los casos, la mejor base para un SIG. El disponer de un modelo tridimensional del terreno para el estudio de un ecosistema permite reconocer varios aspectos del comportamiento del agua en el mismo.

WILHELMY (1958, pág. 27) reconoce que mediante la observación desde aeronaves y de las fotografías aéreas orto-rectificadas se abrió una fuente de conocimientos para las investigaciones geográficas. Se facilitó en primer lugar el acercamiento a paisajes cuyo acceso es complicado y cuya percepción desde tierra es muy limitado, pero además, con esta visión “a vuelo de pájaro”, se recoge información topográfica, morfológica, hidrogeográfica y florística del paisaje. De tal forma que, de los planos de inundación de los grandes ríos del trópico, cuyo acercamiento en tierra sólo se puede hacer en algunos transectos, se puede obtener nuevo e importante conocimiento, combinando observaciones desde el aire con los datos de campo.

Adicionalmente, la fotogrametría digital presenta la posibilidad de obtener la información en el lugar, el momento y la frecuencia en que sea necesario. Esto puede ser muy importante cuando es necesario evaluar por ejemplo, efectos de fenómenos climáticos ya ocurridos. También es decisivo cuando se quiere estudiar la dinámica del paisaje en aspectos tales como los cambios en la distribución del agua en el territorio, las áreas ocupadas por especies vegetales y sus cambios en el tiempo o la distribución de ciertos patrones de interés para el geógrafo, como se sintetiza en la Figura 6 (SCHRÖDER & VILLWOCK, 1984, págs. 138-139).

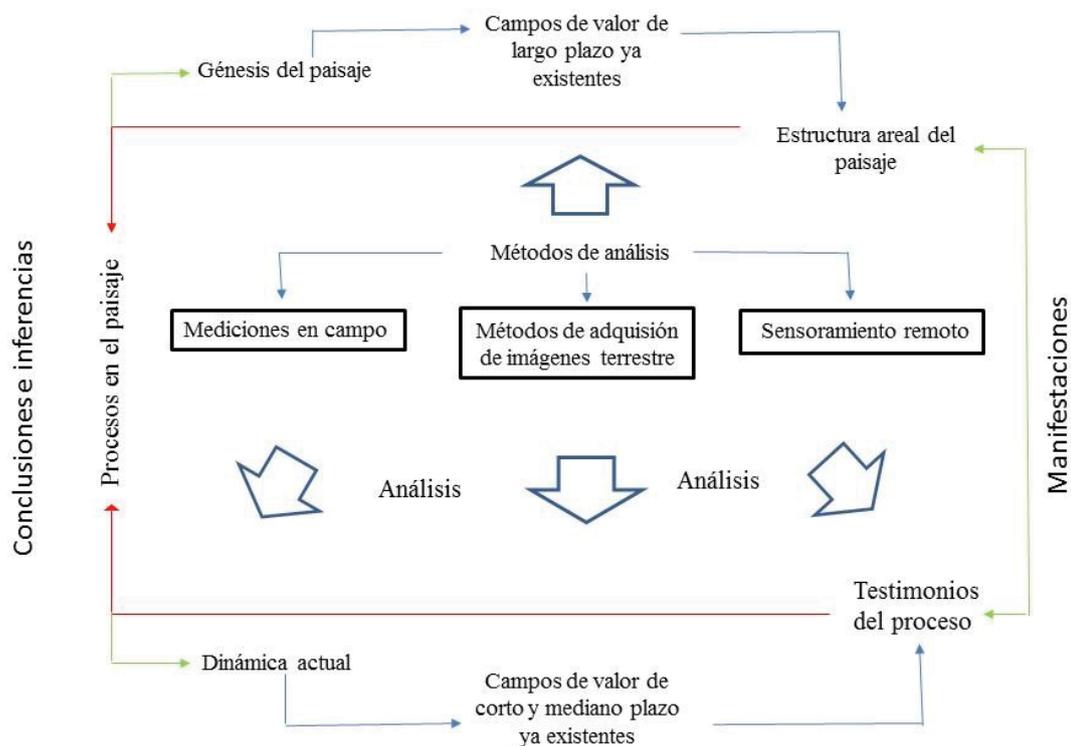


Figura 6. Esquema del sensoramiento remoto en el análisis de los procesos inherentes al paisaje, adaptado de SCHRÖDER & VILLWOCK (1984, pág. 139). Los Campos de valor paisajísticos son espacios con características multidimensionales referenciados mediante tres parámetros: longitud, latitud y altitud, y un valor característico o combinación particular de parámetros, e.g. espesor del horizonte A, contenido de humus, humedad del suelo, pendiente, etc.

En este sentido la fotogrametría y más reciente, el sensoramiento remoto, como herramientas, permiten el acercamiento a diferentes escalas nunca antes tenidas por el hombre, del paisaje, sus estructuras, procesos, dinámicas y cambios, para un entendimiento integral.

Hasta 2010 no existen referencias en Colombia del uso de fotografías aéreas digitales obtenidas con cámaras métricas digitales de la región de estudio ni tampoco dirigidas a estudios de alguna índole sobre sistemas lemníticos. Es por ello que el presente estudio es pionero en el uso y aplicación de fotografías aéreas digitales en la región Caribe colombiana, con el fin de hacer estudios de un sistema cenagoso de la región de La Mojana. Con los elementos que se acaban de describir, se procede a continuación a presentar las metodologías usadas para el desarrollo de la presente investigación.

## 2.7. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto y el alcance de los objetivos, se acudió a varias metodologías, cada una respondiendo a cada temática tratada, a la disponibilidad de información, materiales y de otros recursos. Estos procedimientos han sido reportados en la literatura como métodos utilizados en los análisis del medio físico en Estudios Ambientales (AGUILO-ALONSO & al., 1998) y de la Ecología del Paisaje como ya se mencionó en el subcapítulo 2.1.

Los análisis desarrollados en este trabajo sobre el Sistema Cenagoso de Ayapel, se han hecho considerando tres diferentes escalas, para poder analizar fenómenos de alcance regional, municipal y local:

- En una escala pequeña (1:500,000), se analizan fenómenos pertenecientes a la región de La Mojana y su participación en el territorio geomorfológico mayor que la contiene, la Depresión Momposina, Figura 7.
- En una escala intermedia (1:250,000) se toman elementos dentro del territorio demarcado por el municipio de Ayapel, según la Figura 8.
- Y en una escala mayor (1:40,000), se hacen análisis más detallados sobre el área que cubren las fotografías aéreas digitales tomadas para este trabajo, en 2007, Figura 9.

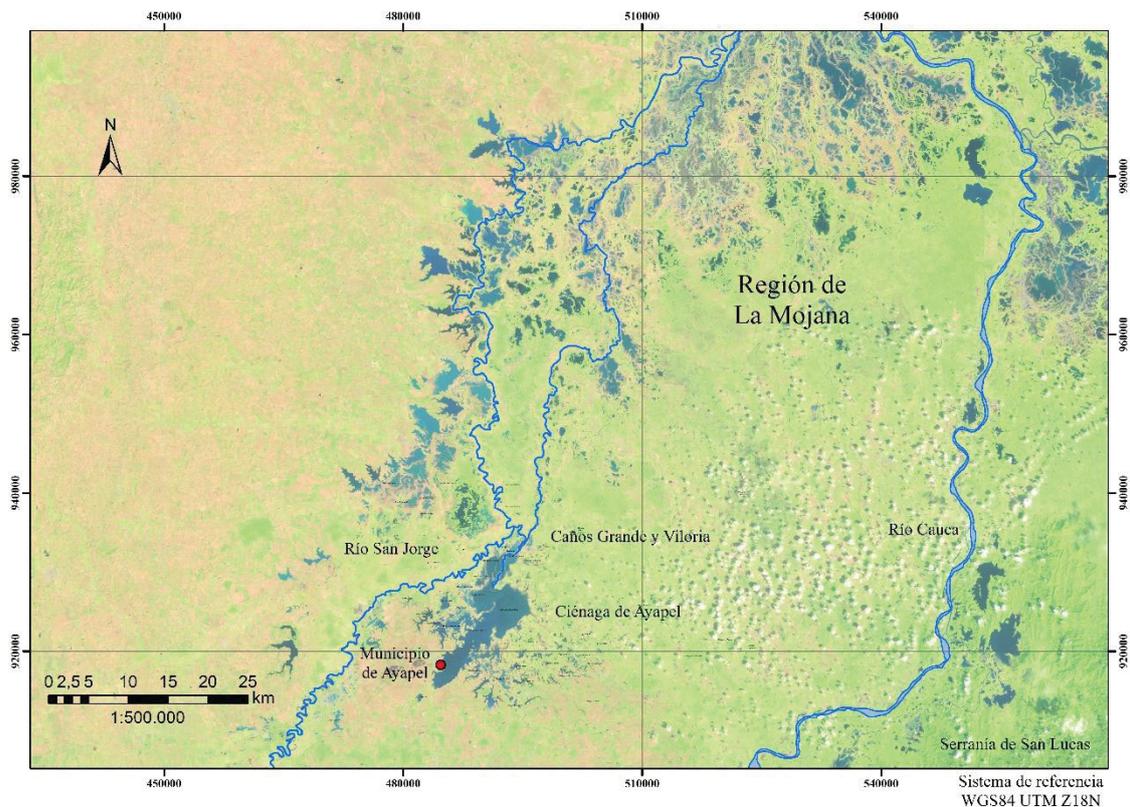


Figura 7. Área de estudio que contiene la región de La Mojana con límites entre los ríos Cauca y San Jorge. Fuente: construcción propia a partir de imagen Landsat de enero-10-2010. Es un área planteada para el análisis de fenómenos asociados a los grandes ríos que rodean el Sistema Cenagoso de Ayapel y que cubre la región asociada a los mismos aspectos climáticos e hidrológicos.

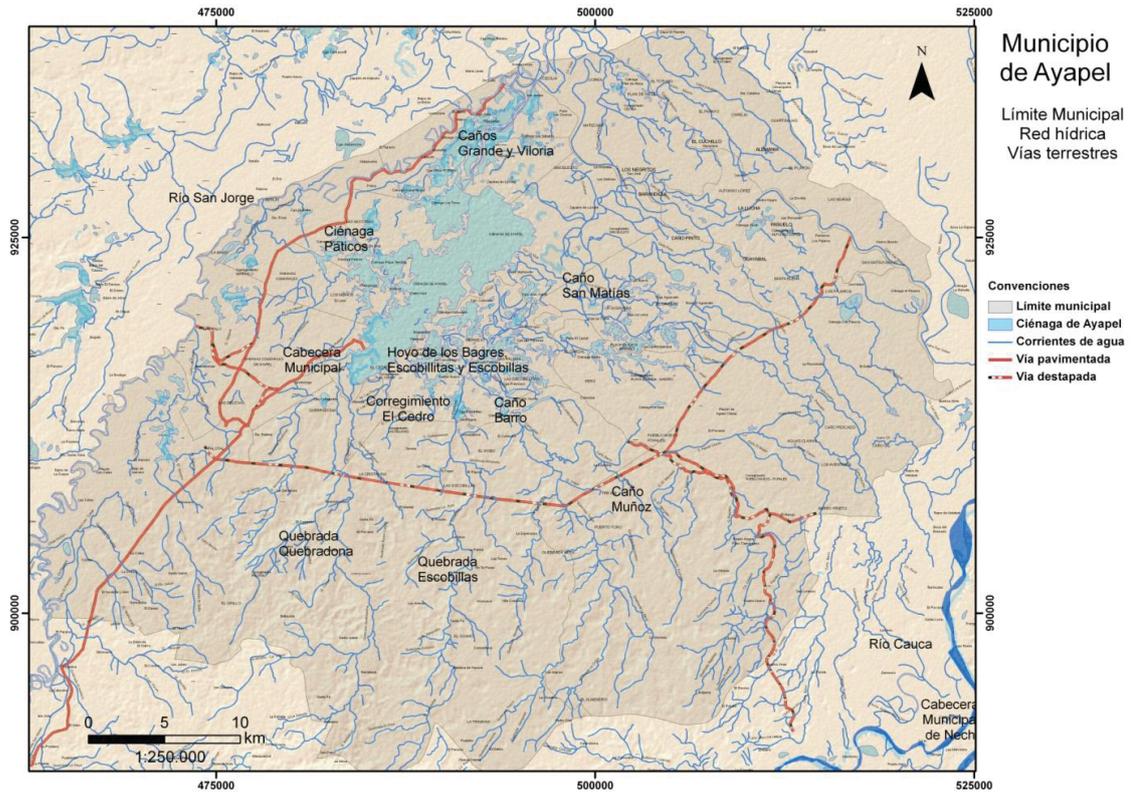


Figura 8. Escala media de la zona de estudio que comprende al municipio de Ayapel. Fuente: Mapa en AutoCAD del POT del municipio de Ayapel 2002-2012. En esta escala cabe perfectamente el área definida del municipio y por tanto sirve de base para el análisis de los elementos de ese orden de ocurrencia, si bien se trata de un límite administrativo.

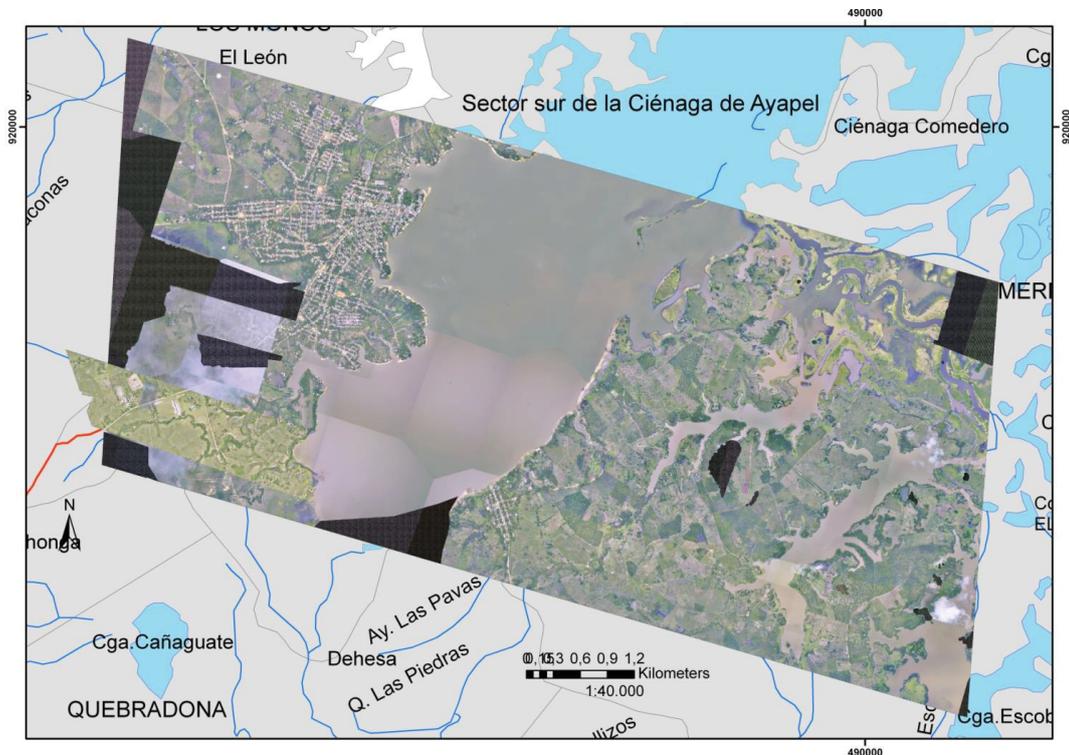


Figura 9. Escala grande del área de estudio correspondiente a una franja del sector sur obtenida con cámara fotográfica digital en 2007, sobre mapa de AutoCAD del POT 2002-2012 de Ayapel. Las zonas en negro no tienen información. Esta escala permite un acercamiento en detalle para uno de los sectores más importantes del municipio, ya que en él se asienta la cabecera municipal y el Cedro, su principal corregimiento, además de muchos de los “clubes” o fincas de recreo que circundan la ciénaga.

Para cumplir con el primer objetivo específico (ver objetivo 1. pág. 6) y poder analizar, describir e interpretar fenómenos del clima (ver sección 3.4), metodológicamente se hizo uso de información climatológica proveniente del IDEAM, la cual fue depurada y organizada en Tablas que permitieran la generación de estadísticas y gráficas. Para ello se utilizaron Tablas de Excel, el programa KIWI y el programa Arcgis con el que se modelaron fenómenos de distribución de la precipitación.

También se utilizaron algunas imágenes satelitales de Landsat y de radar de ASTER para localización de las cuencas que reciben los aportes de la precipitación y del relieve que influencia la zona; también informes de alerta del IDEAM para mostrar eventos singulares de inundaciones y el impacto sobre la región de la Mojana.

Para el modelo hidrológico de la Ciénaga de Ayapel (ver sección 3.5), que compromete el cumplimiento del segundo objetivo (pág. 6), se ha recurrido principalmente a información sobre las lluvias y caudales de los ríos, suministrada por el IDEAM. También a imágenes satelitales de Landsat de distintos años obtenidas del portal glovis-USGS, al mapa digitalizado de red hídrica del Municipio de Ayapel, y al procesamiento de datos, cálculos de variables e información gráfica mediante el uso de Arcgis (LIANG, 2009).

Cada imagen satelital fue clasificada extrayendo los cuerpos de agua de ella. Para ello se usaron las bandas del infrarrojo 6 y 7 de Landsat que permiten diferenciar el agua del resto de coberturas. En el infrarrojo cercano, los cuerpos de agua aparecen como superficies de color negro por el comportamiento especular del agua ante este tipo de ondas. Las imágenes fueron luego convertidas a formato vector.

Las imágenes satelitales fueron depuradas mediante la eliminación de polígonos menores a 100,000 m<sup>2</sup> (10 ha.). También se extrajeron los polígonos que no estuvieran en la región de influencia de la inundación de la ciénaga. En el proceso se desecharon los polígonos pertenecientes a nubes que hubieran sido capturadas en la imagen. Adicionalmente, se corrigieron manualmente los errores de las imágenes obtenidas a partir de 2003 por Landsat, ya que éstas presentan zonas en franjas paralelas sin información debido a un daño en el sensor.

Algunos datos han sido recogidos de la poca literatura que existe de trabajos en la región como por ejemplo de (DNP-FAO-DDT, 2002), (IDEAM, 2001), (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002), (POSADA & RHENALS, 2004), y (ZAPATA, 2005). Los datos batimétricos fueron completados a partir de (AGUIRRE & al., 2005) y de levantamientos propios realizados en campo. Para ello se contó con una ecosonda Humminbird Pathfinder® provista de GPS. Éstas, junto con las realizadas para otros proyectos anteriores (AGUIRRE & al., 2005), (PALACIO & al., 2007), (MONTROYA, AGUIRRE, & GONZALEZ, 2011, pág. 31), permitieron elaborar un modelo de la batimetría de la ciénaga y deducir algunos parámetros hidráulicos (LYON & McCARTHY, 1995), (KLEE, 1991).

El procedimiento consistió en generar un archivo tipo shapefile en Arcgis a partir de un archivo DBF con todos los datos de la batimetría (coordenadas geográficas X, Y y profundidad en metros). El nuevo feature fue proyectado al sistema UTM-WGS84-Zona 18N. La altura sobre el nivel del mar de los diferentes puntos medidos se calculó con base en datos tomados en el terreno con receptor diferencial GPS Thales®. Con ellos se construyó un DTM utilizando una periferia límite extraída de las orto-fotos de 1954-1985-2007. Se generó luego un modelo TIN y de allí se derivaron las curvas de nivel. Se separaron las isolíneas cada 50 cm para alturas entre 15 m y 22.5 m y se generó para cada una de ellas una imagen Raster. Se añadió un perfil tomado de una imagen Landsat de octubre-10-1989 -que fue un año Niña-, en donde el nivel de la mira estaba a una altura de

6.04 m y había producido inundaciones en la cabecera municipal, buscando una área de máxima expansión. Finalmente con las herramientas de Arcgis, se determinó la diferencia de volúmenes que había entre curvas de nivel y se pudo cuantificar los volúmenes de la Ciénaga para diferentes niveles del agua. El proceso se esquematiza en la Figura 10. En la Figura 11 se muestra la nube de puntos de profundidad de la ciénaga medidos.

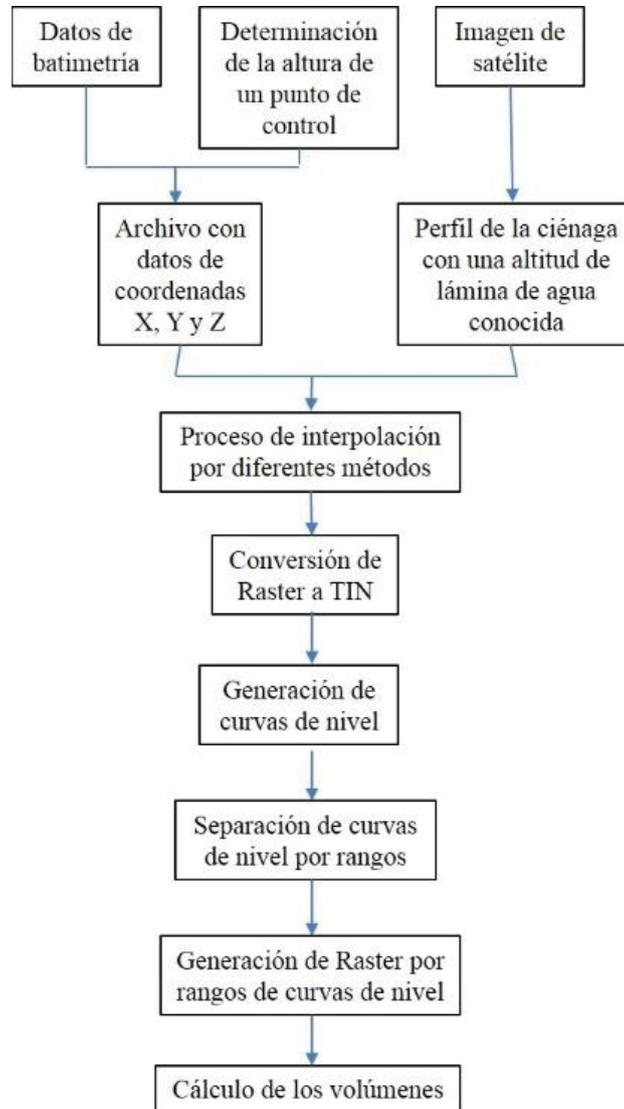


Figura 10. Esquema del proceso seguido para obtener los volúmenes de la Ciénaga de Ayapel. Fuente: elaboración propia.

Ante la dinámica de los sedimentos generados principalmente por las actividades mineras aluviales en las cabeceras de las quebradas que desembocan en la ciénaga, esta posiblemente ha perdido su capacidad de almacenamiento y es muy probable que la batimetría realizada en este período haya variado sustancialmente al día de hoy. Eso hace recomendable mantener un programa sistemático de mediciones batimétricas, que aunque resulta costosa por la logística que se debe emplear y el tiempo requerido, serviría para establecer cambios y tendencias de acumulación de los sedimentos.

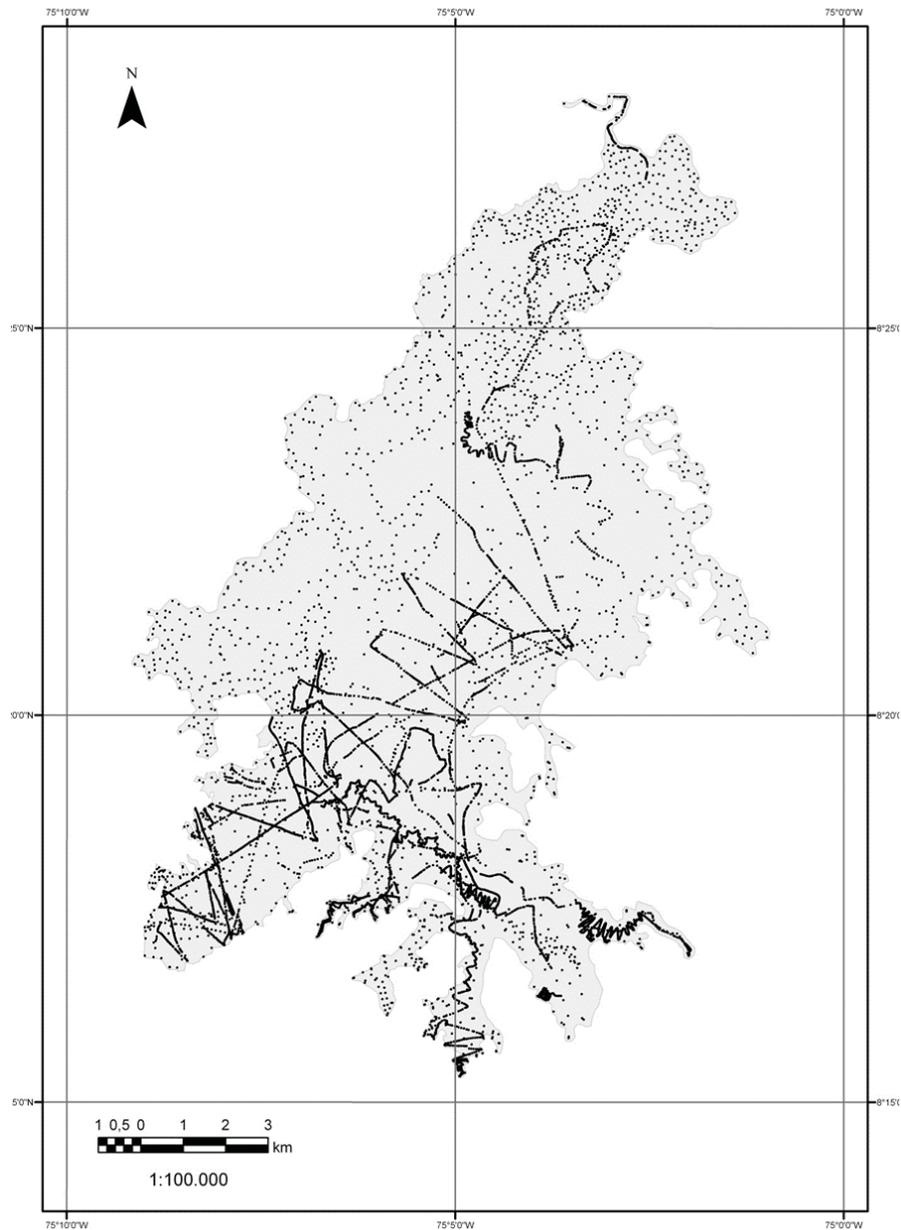


Figura 11. Nube de puntos en donde se midió la profundidad de la ciénaga. Fuente: elaboración propia en Arcgis a partir de datos medidos en este trabajo y de anteriores (AGUIRRE & al., 2005),(MONTROYA, AGUIRRE, & GONZALEZ, 2011),(PALACIO & al., 2007). Esta nube de puntos inicio en los proyectos referenciados como mediciones circunstanciales de recorridos obligatorios aprovechados para ir llenando una retícula para el fin batimétrico, pero fue completada y llenados sus vacíos en este proyecto para poder hacer un acercamiento lo mejor posible al relieve sumergido.

Para el estudio del cambio de coberturas y usos del suelo (ver sección 4.1) en los períodos seleccionados del objetivo tres (ver pág. 6), se acudió, como apoyo a la determinación de la dinámica acontecida en la zona de estudio, principalmente en lo que tiene que ver con la vegetación, a la función de análisis *Tasseled Cap* que permite realzar características en las imágenes satelitales relacionadas con el verdor –para evaluar la vegetación-, la humedad –incluida la de la vegetación-, y el brillo –para analizar zonas urbanizadas o antropizadas.

Para hacer la clasificación de usos del suelo y determinar el cambio de las coberturas, se realizó el siguiente procedimiento que se detalla en la Figura 12.

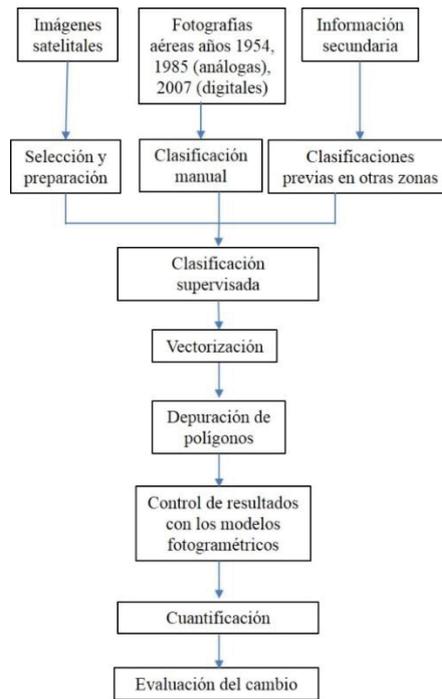


Figura 12. Proceso seguido para la clasificación de las coberturas vegetales y usos del suelo. Fuente: elaboración propia.

El método se basó en una modelación gráfica a partir de la comparación de fotografías aéreas e imágenes satelitales de la zona de distinta época y con apoyo de visitas de campo, recolección de información primaria y secundaria de estudios anteriores (KRAUS, 2004). Las fotografías aéreas utilizadas fueron adquiridas así: las análogas de los años 1954 y 1985, en el IGAC, impresas en papel, luego digitalizadas con escáner a 600 dpi, y las digitales, tomadas en un vuelo para este proyecto de investigación en 2007, con el apoyo de la HHUD y del grupo GAIA, usando una cámara digital Rollei P45. Para la toma y proceso de las fotografías digitales se siguió el procedimiento que se muestra en el siguiente diagrama de flujo de la Figura 13. Allí también se mencionan los diferentes programas de computador utilizados.

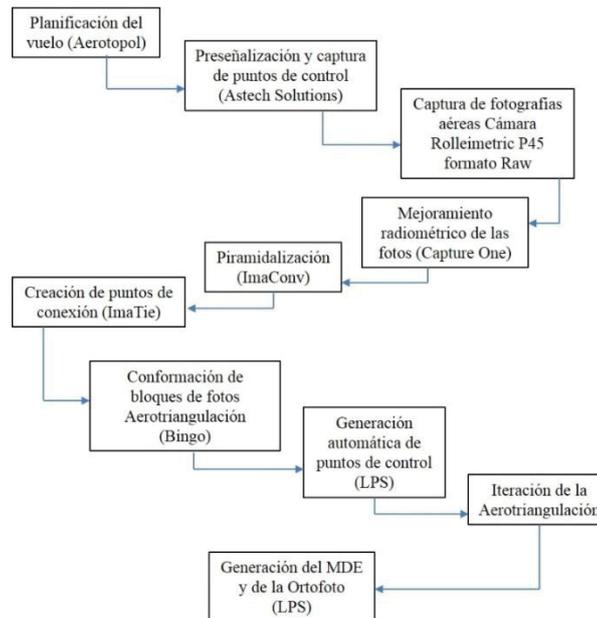


Figura 13. Etapas y software utilizado en el proceso para la obtención del ortofotomosaico y el modelo digital del elevación MDE, a partir de las fotografías aéreas digitales tomadas en 2007. Fuente: elaboración propia.

El vuelo para la toma de las fotografías aéreas digitales fue contratado en Medellín, Colombia, y la logística de campo fue acondicionada días antes de la toma de fotografías, con la instalación de puntos de conexión y la medición de puntos de control. El procesamiento se realizó en la Uni-Düsseldorf. Las características técnicas de las fotografías aéreas tanto análogas como digitales se explican en la Tabla 2.

Tabla 2. Características de las fotografías aéreas utilizadas para la modelación del cambio del paisaje en la zona de estudio (pag. 104). Notaciones: N/A: no aplica, HHUD: Heinrich Heine Universität Düsseldorf; IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

ENTIDAD	IGAC					HHUD	
SOBRE	097	098	197	33064	33065	N/A	N/A
REGIÓN	157 Colombia	157 Colombia	157 Colombia	Río San Jorge	Galindo	Sector sur ciénaga Ayapel	Franja sector sur Ayapel
CAJA	239	241	242-P	14	13	N/A	N/A
PLANCHAS CÓDIGO IGAC	F-9	F-9	F-9	F-G-9	F-G-9	N/A	N/A
NRO. VUELO	M-31	M-31	M-109	C-2214	C-2214	Aeroestudios	Aeroestudios
FECHA DE TOMA	22.Jul.1954	22.Jul.1954	26.Jan.1957	16.Jul.1985	16.Jul.1985	19.Apr.2007	19.Apr.2007
NÚMERO DE LAS FOTOS	2765 a 2767	2848 a 2851	659 a 661	0113 a 0121	0138 a 0143	1917 a 1965	1970 a 2110
CÁMARA	Fairchild T-11	Fairchild T-11	Fairchild T-11	Zeis RMK- A-15/23	Zeis RMK- A-15/23	Digital Rollei P45 Portrait	Digital Rollei P45 Portrait
DISTANCIA FOCAL	155.040 mm	155.040 mm	152. 420 mm	153.028 mm	153.028 mm	SENSOR 6.8µ RGB f:51.785	SENSOR 6.8µ RGB f:51.785
FORMATO / COLOR	Papel / Blanco y negro	Papel / Blanco y negro	Papel / Blanco y negro	Papel / Blanco y negro	Blanco y negro	Archivo digital / Color	Archivo digital / Color
TAMAÑO	23 cm x 23 cm	23 cm x 23 cm	7228 x 5428 pix	7228 x 5428 pix			
RESOLUCIÓN DEL SCANNER	600 dpi 42.33 µm	600 dpi 42.33 µm	600 dpi 42.33 µm	600 dpi 42.33 µm	600 dpi 42.33 µm	N/A	N/A
ALTURA DE VUELO	30,000 ft	30,000 ft	30,000 ft	27,000 ft	27,000 ft	2,550 m	740 m
ESCALA APROX.	1:60,000	1:60,000	1:58,000	1:52,424	1:52,424	340 mm/pixel	99 mm/pixel
						PRECISIÓN	Sigma0 4.85; MPS: 32.594

Se puede apreciar entre otras cosas la diferencia tecnológica para la adquisición de las imágenes que luego se reflejará en los productos. En la Tabla 32 (en el ANEXO I) se presenta el software utilizado y la función que cumplió cada uno de ellos en las diferentes etapas. Todos los programas utilizados fueron suministrados por la Uni-Düsseldorf. En la Figura 104 del mismo anexo, se aprecian imágenes representativas de cada paso del proceso.

Los modelos fotogramétricos de los tres años fueron usados para clasificar las coberturas y usos del suelo trabajando sobre la superficie que menos cobertura fuera contenida en alguno de los modelos, en este caso al correspondiente al año 2007.

Luego de que se hiciera el análisis con base en los modelos ortofotogramétricos, se extendió el análisis a una mayor área para lo cual se utilizaron imágenes de satélite de Landsat. El procedimiento consistió en seleccionar de un banco de imágenes que se muestran organizadas por año y por mes en el ANEXO I, Tabla 33.

Fueron más de 100 imágenes satelitales descargadas y revisadas. Se buscó que hubiera cercanía entre las fechas de adquisición de las imágenes de Landsat y las de las tomas de las fotografías aéreas. Debido a las situaciones de alta nubosidad que imperan casi todo el año sobre la región, sólo cumplieron las condiciones de baja nubosidad y cercanía a la fecha de toma de las fotos, las imágenes del 08.Sep.1986 y 12.Sep.2008 (Figura 14).

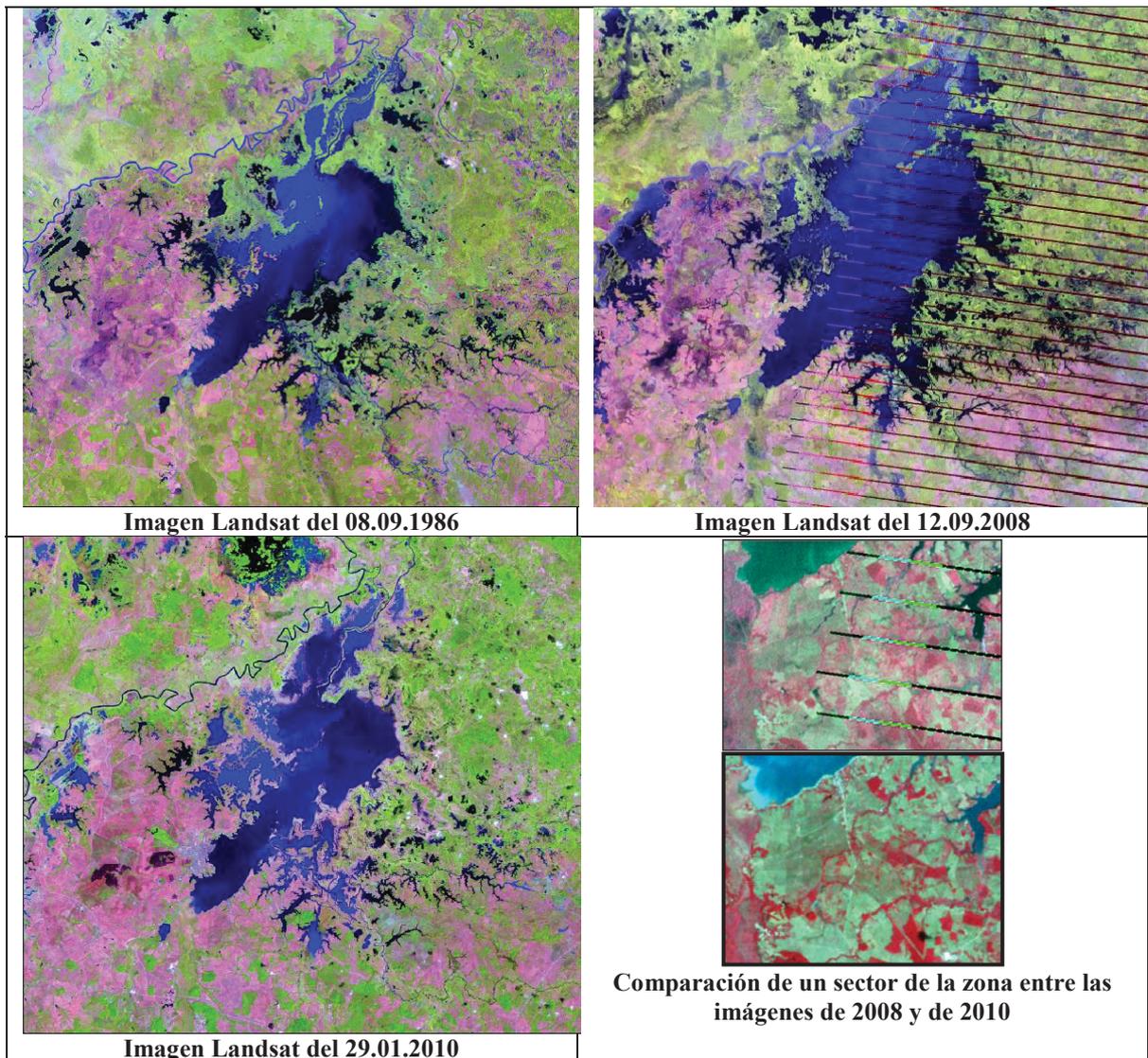


Figura 14. Detalle del problema de las imágenes Landsat posteriores al 2003 que se evadió seleccionando una foto posterior en la cual fuera palpable la continuidad de las coberturas de interés.

Ambas imágenes corresponden al mismo mes pero los períodos hidrológicos -que en promedio es el de inicio del descenso de las lluvias, no coincidieron porque en 2008 el San Jorge se desbordó e inundó la región. Además la imagen de 2008 presenta el problema de “stripping” debido al daño que sufrió el sensor de Landsat en 2003 y que no pudo ser corregido. Para el caso de la imagen, no se encontró otra de una época cercana que permitiera aplicar el algoritmo de corrección desarrollado para mitigar dicha falla. Sólo se le hizo un mejoramiento radiométrico por la alta humedad atmosférica presente en el

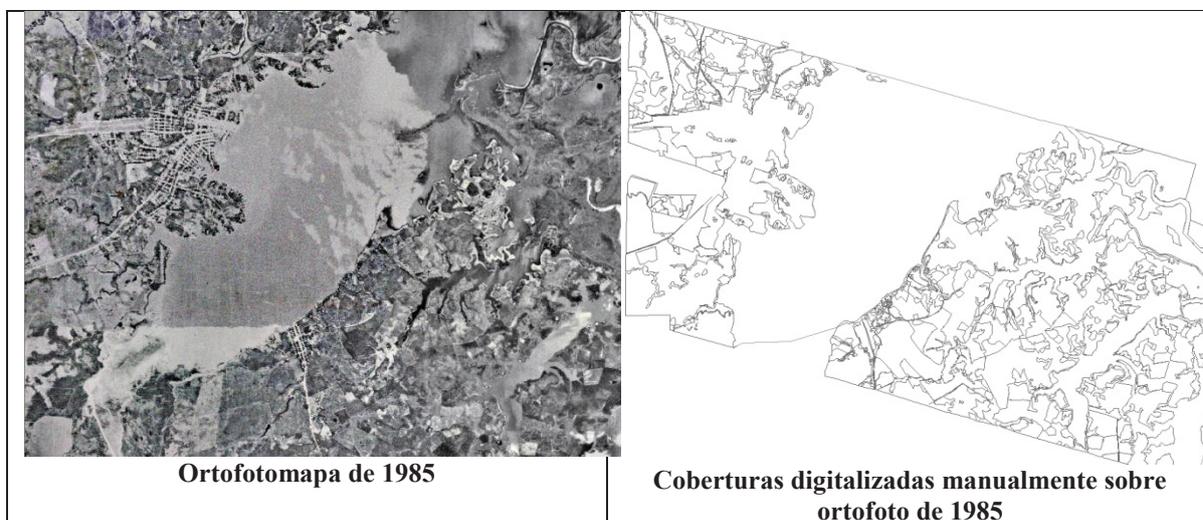
momento de la toma. Por esos motivos se decidió utilizar una imagen en mejores condiciones radiométricas y que correspondiera a un período hidrológico similar. La más cercana a abril de 2007 (fecha de la ortofoto) es la del 29.enero.2010.

Las diferencias entre ambos años, 2008-2010 son marcadas como puede observarse en la Figura 14, lo cual se debe al contenido de agua de la vegetación que estaba saturada en 2008 y seca en 2010. En cambio las ventajas son grandes al escoger la de 2010. La composición de bandas en ambas es 4-3-2.

A las imágenes satelitales se les aplicó un procedimiento consistente en un filtro para eliminar la bruma (*haze*) y la extracción de seis componentes principales. Para la clasificación de las imágenes se hicieron varias pruebas con métodos supervisado y no supervisado. Finalmente se optó por éste último por hacer una mejor separación de los componentes del paisaje. Con base en la ortofoto de 2007 y la clasificación hecha manualmente sobre los modelos fotogramétricos se controló el resultado de la clasificación. La imagen clasificada se reclasificó agrupando las categorías que eran comunes de tal forma que se redujeron a 7 debido a la resolución espacial de las imágenes de Landsat (30 m x 30 m). En la siguiente Figura 15 se muestra paso a paso el proceso seguido para procesar las imágenes satelitales hasta obtener la separación de las coberturas de interés, utilizando las ortofotos disponibles.

El cálculo de las áreas cubiertas por espejos de agua para cada mes, se hizo usando tanto el formato raster como el vector ya que se sabe que dicho cálculo varía entre ambos formatos. En este caso, como se aprecia en la Tabla 19 los resultados fueron parecidos. La correlación entre las áreas de ambos formatos es del 84%. Para el cálculo de las áreas digitalizadas en el formato Vector se utilizó la herramienta *Geometry Calculator* que entrega el valor directamente. Para el formato *Raster* se acudió a la herramienta *Zonal Geometry* que hace tarea similar. Ambas herramientas pertenecen a Arcgis.

En los análisis sobre el cambio de coberturas y usos del suelo (ver Figura 61) en los períodos seleccionados del objetivo tres (ver pág. 6), se acudió como apoyo a la determinación de la dinámica acontecida en la zona de estudio, principalmente en lo que tiene que ver con la vegetación, al análisis utilizando el NDVI (Índice de vegetación de diferencia normalizada) entre dos imágenes satelitales de Landsat, una de la década de los 80 y otra de la década de 2010. También se utilizó la función *Tasseled Cap* como ya se mencionó en la página 48.

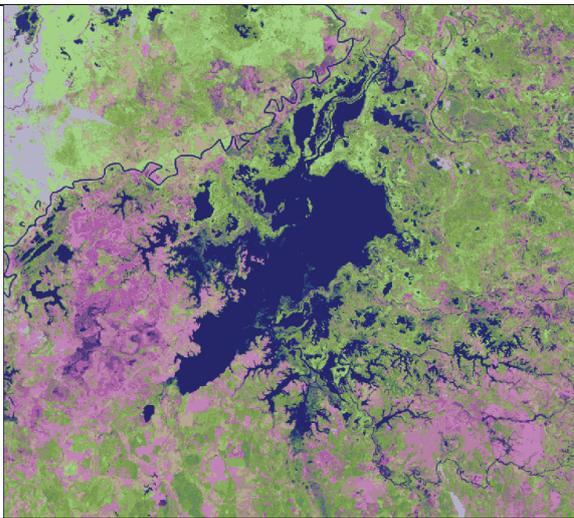




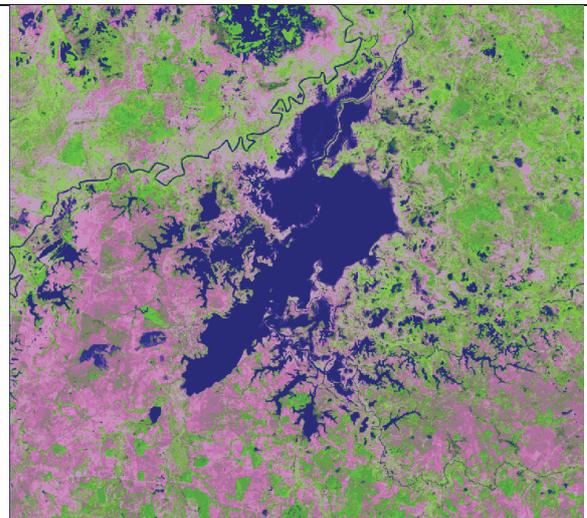
**Ortofotomapa de 2007**



**Coberturas digitalizadas manualmente sobre ortofoto de 2007**



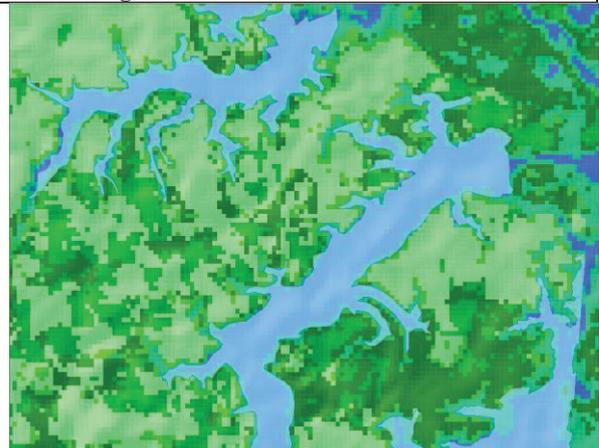
**Imagen clasificada de Landsat de 1986**



**Imagen clasificada de Landsat de 2010**



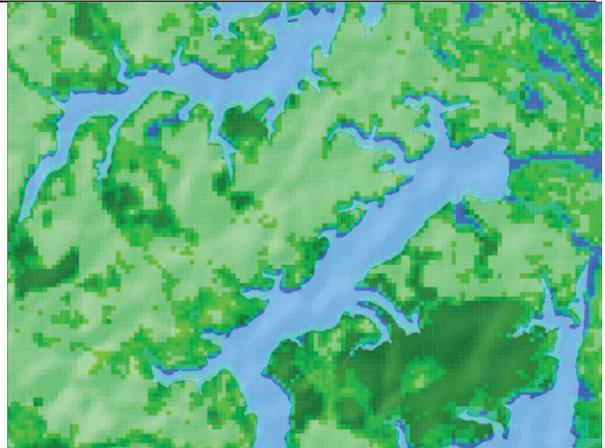
**Imagen Landsat clasificada de 1986 con superposición de la ortofoto de 2007 y la digitalización de coberturas**



**Imagen Landsat reclasificada de 1986, con 7 categorías en el sector de las ciénagas satélite**



**Imagen Landsat clasificada de 2010 con superposición de la ortofoto de 2007 y la digitalización de coberturas**



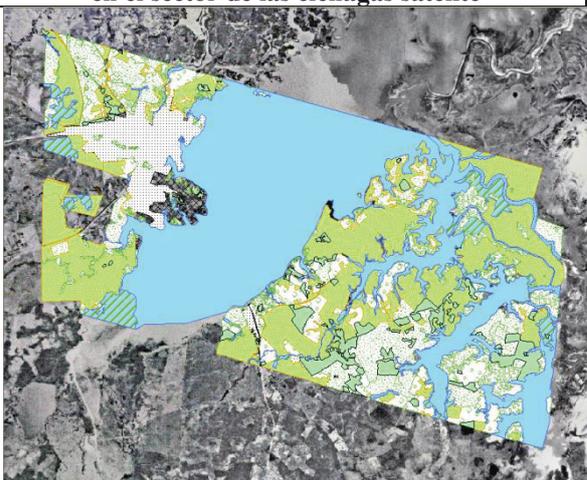
**Imagen Landsat reclasificada de 2010, con 7 categorías en el sector de las ciénagas satélite**



**Imagen Landsat de 1986, con generalización de polígonos menores de 1 hectárea y 7 categorías, en el sector de las ciénagas satélite**



**Imagen Landsat de 2010, con generalización de polígonos menores de 1 hectárea y 7 categorías, en el sector de las ciénagas satélite**



**Separación manual de coberturas sobre ortofoto de 1985**



**Separación manual de coberturas sobre ortofoto de 2007**

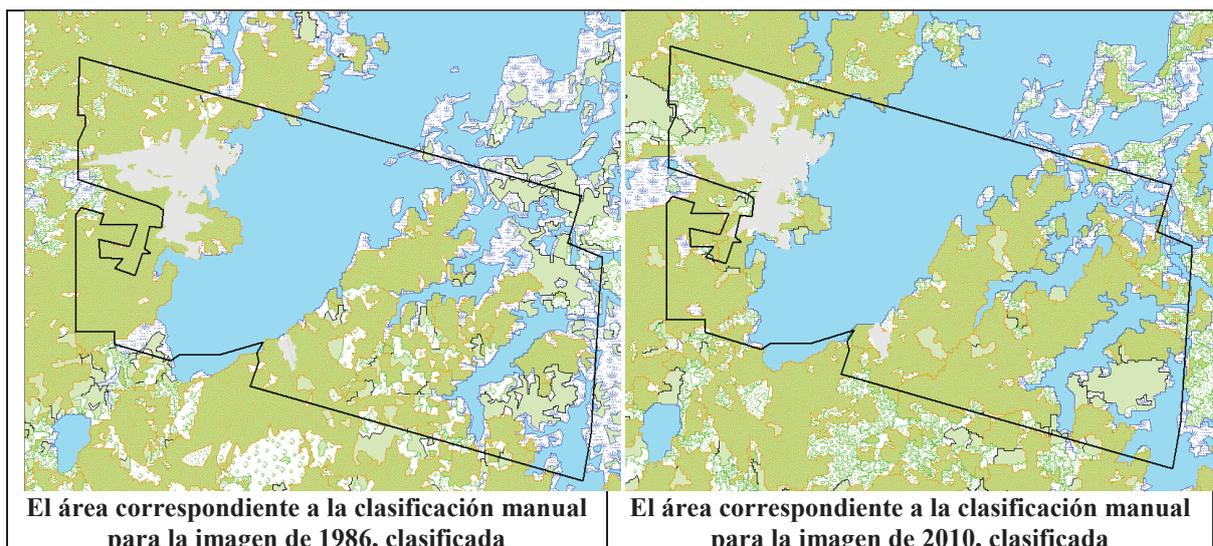


Figura 15. Descripción en secuencia del proceso seguido para la clasificación de las coberturas y usos del suelo a partir de los ortofotomapas de 1985 y 2007 sobre imágenes de satélite de 1986 y 2010. Fuente: elaboración propia.

El NDVI (*normalized difference vegetation index*) (JORDAN, 1969), (CHUVIECO, 1995), (MANRIQUE, 1999), (SANCHEZ-RODRIGUEZ, y otros, 2000), (YARLEQUE, POSADAS, & QUIROZ, 2004), (MENESES-TOBAR, 2011) es una función del álgebra de mapas en donde se operan entre si las bandas 3 y 4 de Landsat (rojo e infrarrojo cercano) aprovechando sus cualidades de máxima absorción y máxima reflexión respectivamente. Se utiliza la siguiente ecuación:

$$NDVI = \frac{B4 - B3}{B4 + B3}$$

En donde B3 y B4 son las bandas 3 y 4 respectivamente de Landsat, que recogen información en los rangos de longitud de onda entre 0.6 y 0.7  $\mu\text{m}$  para el rojo y 0.7 y 1.3  $\mu\text{m}$  en el infrarrojo cercano del espectro electromagnético. La operación establece valores de pixel en la imagen resultante que varían entre -1 y +1 lo cual se interpreta como nula vegetación –suelos desnudos o agua en sus estados- y vegetación vigorosa para ambos extremos.

En tanto la función *Tasseled Cap* extrae de las seis bandas de Landsat mediante el uso de una operación algebraica con coeficientes establecidos, las características del verdor, brillo y humedad de las coberturas del suelo. Las ecuaciones que se aplican son:

- Brillo =  $C_{kb1} * B1 + C_{kb2} * B2 + C_{kb3} * B3 + C_{kb4} * B4 + C_{kb5} * B5 + C_{kb7} * B7$
- Verdor =  $C_{kv1} * B1 + C_{kv2} * B2 + C_{kv3} * B3 + C_{kv4} * B4 + C_{kv5} * B5 + C_{kv7} * B7$
- Humedad =  $C_{kh1} * B1 + C_{kh2} * B2 + C_{kh3} * B3 + C_{kh4} * B4 + C_{kh5} * B5 + C_{kh7} * B7$

Con  $B_i$  bandas de Landsat y  $C_{ki}$  coeficientes que corresponden a la Tabla 34 que se muestra en el ANEXO I.

El método fue creado por R. J. Kauth y G. S. Thomas en 1976 usando componentes principales para hacer seguimiento al estado fitosanitario de los cultivos y hoy en día se usa para otros estudios (KAUTH & THOMAS, 1976).

Para los objetivos cuarto y quinto, se hizo un uso intensivo de la bibliografía, entrevistas y trabajo de campo en donde se determinaron los aspectos histórico-sociales que han dado lugar a la configuración actual del paisaje. Se relacionaron aspectos que han influido en que las coberturas y usos del suelo hayan variado en los lapsos estudiados, y que en la actualidad se presente dominancia de ciertas actividades económicas y las consecuencias de ello en las poblaciones, política y economía de la región.

El sexto objetivo se relaciona con la valoración de los usos actuales, dadas las características territoriales que se han modelado a través de los factores formadores y la pertinencia ambiental que desde las diferentes disciplinas cualifican lo apropiado, y desde lo socio-económico lo deseable, principalmente para disminuir los índices de necesidades básicas insatisfechas. Este objetivo se cumple mediante el análisis e integración de la información presentada en los capítulos anteriores. De igual forma se procederá para dar respuesta a los objetivos siete y ocho, que dependen de los modelos elaborados en los capítulos precedentes, la aplicación de matrices de calificación e impacto en los medios físico-biótico y social, y la integración y síntesis de los resultados obtenidos.

Como introducción en concreto a la temática tratada en la investigación, se hace a continuación un análisis de los aspectos más relevantes de la región de estudio comenzando por la contextualización desde una visión regional referente al gran paisaje geográfico de la Depresión Momposina, continuando con una región administrativa de escala mayor como es la Región de la Mojana, para derivar a la zona de interés que es el Sistema Cenagoso de Ayapel.

### 3. CARACTERIZACIÓN DEL CONTEXTO GENERAL Y DE LA REGIÓN

Colombia se encuentra en la esquina noroccidental del continente suramericano enmarcado entre las coordenadas extremas 4° S y 18°N de latitud y 66° W a 84° W de longitud (incluidos los territorios insulares). Está atravesada por un sistema cordillerano de sur a norte que hace que se presente una gran variedad de condiciones climáticas, de suelos, de distribución del agua, de la biodiversidad biológica, de distribución de la población, étnica y cultural, y de las actividades económicas (IDEAM, 2001, pág. 12).

El presente estudio se desarrolla en el Sistema Cenagoso de Ayapel –SCA, situado en el Municipio de Ayapel, departamento de Córdoba, Colombia. Desde el punto de vista hidrográfico, pertenece a la cuenca Magdalena – Cauca – San Jorge, tal como se muestran en la Figura 16. Dada la condición de mesopotamia y de delta interior de la región, los eventos hidrológicos extremos de los ríos Cauca y San Jorge tiene efectos significativos en el SCA y sus alrededores.

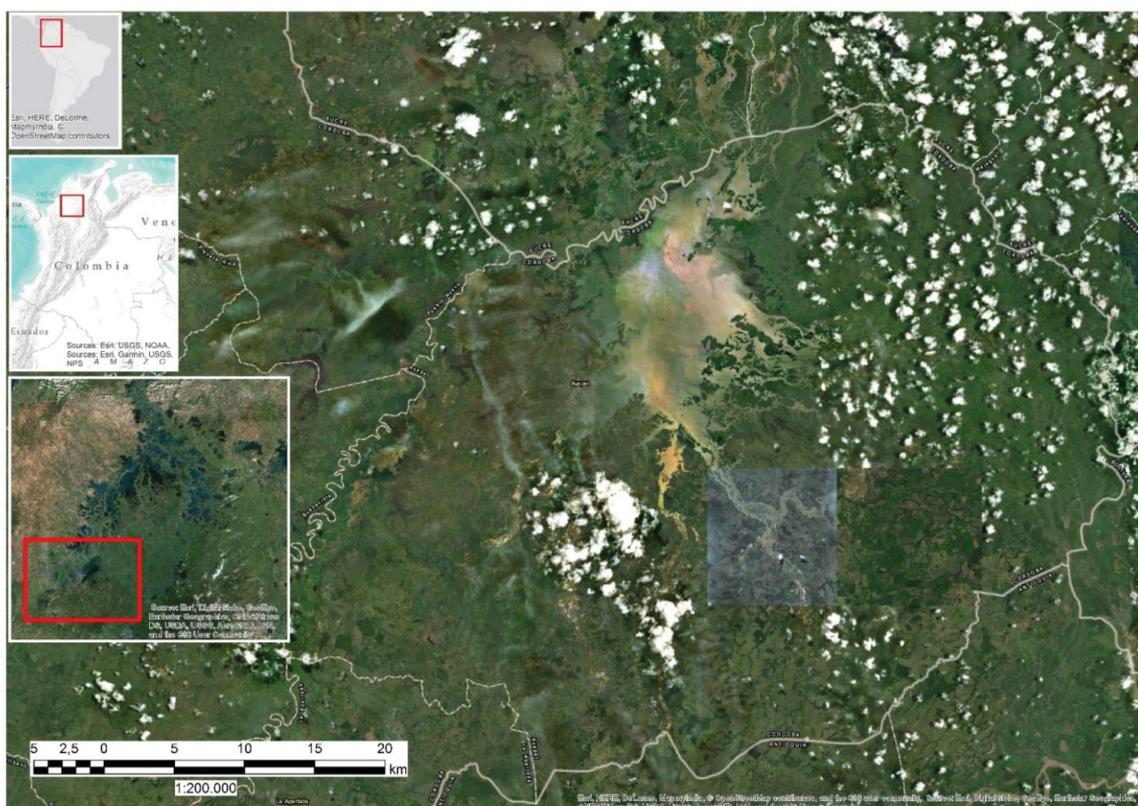


Figura 16. Áreas hidrográficas de Colombia. El SCA pertenece a la Gran Cuenca que forman los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge. Fuente: elaboración propia con imágenes de ArcGis Basemap.

La Ciénaga de Ayapel pertenece a dos áreas geográficas colombianas que se superponen: una región biofísica constituida por la cuenca sedimentaria de la Depresión Momposina, y la región administrativa de La Mojana, que agrupa 11 municipios con el fin de coordinar el desarrollo y ordenamiento de la región. Siendo la ciénaga la primera que se halla en dirección norte en la terminación de la Cordillera Central en el Nudo del Paramillo, entre las coordenadas 8°04'N, 74°48'W y 8°30'N, 75°20'W; en este punto se abre la planicie donde convergen los valles de los ríos Cauca y San Jorge (ECOESTUDIOS, 1989, pág. 2).

### 3.1. LA DEPRESIÓN MOMPOSINA

El SCA y demás ciénagas de la zona se forman luego de que la región del Caribe Colombiano es solevantada y se dan los procesos de erosión y agradación propios de las cuencas bajas y zonas deltaicas de los ríos; a esto se suman los procesos tectónicos de subsidencia que se presentan en la región momposina.

La Depresión Momposina es una planicie de inundación, una especie de delta aluvial interior de tierras bajas que reúne los planos de inundación de los ríos San Jorge, Cauca, y aguas abajo, al río Magdalena, al cual éstos desembocan (DNP-FAO-DDT, 2003). Su área la comparten los departamentos de Córdoba, Sucre, Bolívar, Magdalena y Cesar (Figura 17). El drenaje está delimitado por la serranía de Ayapel al sur, la serranía de San Lucas al oriente, y la serranía del Perijá al norte.

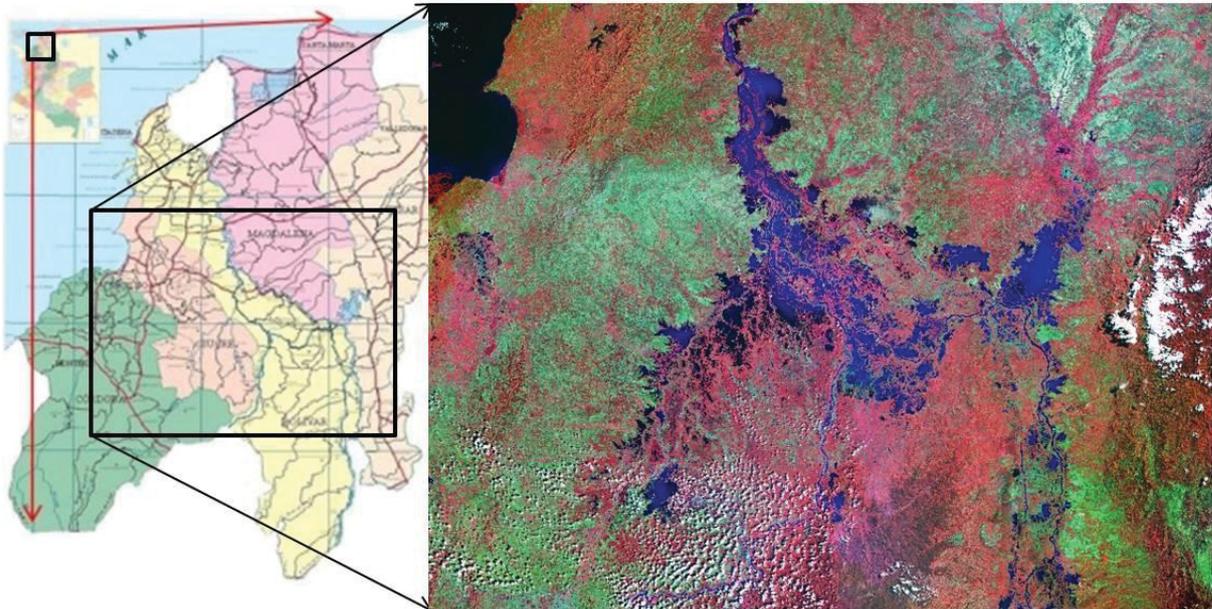


Figura 17. Departamentos del Caribe colombiano a los que pertenece la Depresión Momposina la cual comprende relieves típicos de las planicies de inundación: llanuras aluviales, albardones, orillares, playones, ciénagas, caños, madre viejas. Fuente: porción de imagen Landsat TM Mosaico del 24-enero-85.

Van der Hammen citado por FLOREZ (2003, pág. 196) estableció con base en dataciones, que la Depresión Momposina permanece inundada entre 6 y 8 meses al año y que dichas inundaciones obedecen durante el Holoceno a una fluctuación entre períodos de niveles bajos seguidos de períodos de niveles altos que se dan en un área regional mayor de manera sincrónica, como pudo observarse también en las cuencas de la Orinoquía y la Amazonía.

Cuando en época de creciente las aguas abandonan lateralmente los cauces de los ríos, las áreas adyacentes que en general poseen pendientes medias del orden de 1:500 reciben una carga de sedimentos compuestos de aluviones gruesos y finos que se depositan espacialmente en ese orden, formando los primeros -arenas finas y muy finas- albardones o diques naturales, mantos de desborde los sedimentos medianos, mientras que las arcillas se depositan sobre la zona conocida como basín o zona de estancamiento de agua, la cual puede contener previamente cuerpos de agua o ciénagas que reciben el aporte de sedimentos finos. (VILLOTA, 1991, pág. 179), (AHNERT, 1999), (ZEPP H. , 2004). Esta zona también puede recibir aportes periódicos de agua provenientes de cauces menores y de aguas lluvias que alimentan las cubetas de desborde -basín alto-, cuyos suelos están

conformados por limos y arcillas dándole una granulometría de francosa-fina a fina, lo que se traduce en que *“la permeabilidad es lenta y el drenaje natural es pobre con fuertes signos de hidromorfismo”* (VILLOTA, 1991, pág. 183); además de cubetas de decantación, soporte natural de las ciénagas, con suelos arcillosos pesados a veces con capas intercaladas de turba, de permeabilidad muy lenta y drenaje natural muy pobre a cenagoso. En estiaje pueden soportar actividades de pastoreo extensivo (ver página 94).

Se ha considerado que la Depresión Momposina, por tener un carácter deltaico y mesopotámico, es una región fértil y de gran riqueza natural (GALLO, AGUIRRE, PALACIO, & RAMIREZ, 2009), (VILLABONA, ESTRADA, GONZALEZ, & AGUIRRE, 2010), (JIMENEZ, CARVAJAL, & AGUIRRE, 2010), (VILLABONA, AGUIRRE, & ESTRADA, 2011) (AGUIRRE, CAICEDO, & GONZALEZ, 2011), (HERNANDEZ, AGUIRRE, & GONZALEZ, 2011), (DAVID, AGUIRRE, GONZÁLEZ, & VÉLEZ, 2016). Además por sus condiciones climáticas de trópico húmedo y la configuración geomorfológica de llanura de desborde con variadas geoformas, se espera que pueda sustentar el desarrollo de gran variedad de especies de flora y fauna que responden a dichas características. Pero esta descripción general tropieza con diferenciaciones locales en donde influyen factores morfológicos y antropogénicos que hacen que el suelo sea pobre o que esté degradado, pues en la interacción con el hombre, se presentan fenómenos de sobre-explotación de los recursos según las necesidades básicas, la oferta natural y las demandas de recursos de regiones cercanas; fenómenos de introducción de especies nuevas y extinción de otras; contaminación y erosión de suelos, y contaminación de aguas (AGUILERA, 2004)(ORTIZ, s.f.).

### **3.2. LA REGIÓN DE LA MOJANA**

A la región administrativa de La Mojana (ver Figura 106 del ANEXO I) pertenecen municipios de cuatro departamentos: Sucre (San Marcos, Guarandá, Majagual, Sucre, Caimito, San Benito Abad), Bolívar (Magangué, Achí), Córdoba (Ayapel) y Antioquia (Nechí).

Se estima que abarca un área de 500,000 ha de las cuales cerca del 72% están en el departamento de Sucre (AGUILERA, 2004, pág. 16). La Mojana es parte de la región Caribe de Colombia, que está delimitada geográficamente por el río Cauca al oriente; el río San Jorge y la Ciénaga de Ayapel al occidente; el brazo de Loba, del río Magdalena, al nororiente y la Serranía de Ayapel al sur (DNP-FAO-DDT, 2003). Como lo reconocen varios estudios (PARSONS & BOWEN, 1969), (ORTIZ, 2002), (PLAZAS & FALCHETTI, 1986), esta zona es de gran importancia por su función amortiguadora y reguladora de agua, al recibir y almacenar las crecientes de los ríos Cauca y San Jorge, y al aportar agua a la zona, en las épocas secas. El sistema de humedales lo conforman los cuerpos de agua lénticos -cubetas y playones-, y los lóticos -ríos y caños. La zona de La Mojana se caracteriza físicamente en general, por tener una pendiente muy baja con suelos conformados por arenas profundas que alternan con estratos arcillosos y limosos en dirección a la superficie. La temperatura promedio es de 28°C, el régimen de lluvias es monomodal con una temporada de estiaje entre diciembre y abril(DNP-FAO-DDT, 2003).

La zona que circunscribe el área de interés, se caracteriza por contener dos paisajes bien diferenciados: las tierras altas (conformadas principalmente por terrazas, vegas altas, diques) en donde se encuentran en su mayoría los asentamientos humanos y actividades económicas como la agricultura, y las tierras bajas, sujetas a los pulsos de inundación que ofrecen, además de los servicios ambientales ya mencionados, posibilidades estacionales de actividades económicas como el pastoreo transhumante (ver sección 5.8.2), la caza y la

pesca (AGUILERA, 2006). Destacan en este paisaje los zapales o bosques inundables. Estos sufren procesos naturales de desecación hasta convertirse en tierra seca con una sucesión de vegetación propia de cada condición, sin que ello implique que no se puedan volver a inundar en eventos esporádicos o frecuentes de crecientes. Pero este fenómeno también se da de manera artificial y los zapales van desapareciendo por la construcción de canales, y diques, y el lleno de depresiones para aprovechamiento del suelo (WELCOMME, 1992, págs. 32-33).

Las aguas superficiales las conforman las ciénagas como representantes de los cuerpos lénticos y los ríos, brazos, caños y arroyos, de los lóticos. Estos últimos cambian de curso y dirección a merced de las fluctuaciones de los niveles de los grandes ríos y establecen en algunos sectores una intrincada red que interconecta las ciénagas y los ríos (DNP-FAO-DDT, 2003, pág. 31).

### **3.3. EL SISTEMA CENAGOSO DE AYAPEL -SCA**

El SCA pertenece administrativamente al municipio de Ayapel que se encuentra localizado en el noroccidente de Colombia, en la parte media de la cuenca del río San Jorge, margen derecha. La zona de estudio de esta investigación, está delimitada por el río San Jorge al occidente, el río Cauca al oriente, la serranía de Ayapel al sur y el caño Grande al norte como punto de salida del sistema de humedales. Dicho caño se convierte también, en determinadas épocas, en punto de entrada de aguas a la ciénaga, cuando el río San Jorge aumenta su nivel, lo represa e ingresa invirtiendo el flujo (ver 3.5.3 pg. 57). Aguas abajo, en dirección al norte, continúa una sucesión de ciénagas y caños que cumplen la misma función y están sometidos a fenómenos biofísicos y antrópicos similares. Por ser un ecosistema subsidiado, depende en gran medida de los aportes de los ríos Cauca y San Jorge, que en ciclos anuales bimodales, desbordan sus cauces e inundan la región aportando sedimentos y nutrientes, para que después la ciénaga entregue en la época seca los excedentes de agua (ver Figura 107 en el ANEXO I).

A la Ciénaga de Ayapel pertenece un sistema de cuerpos de agua menores, caños, tierras inundables, canales y ríos, con los cuales establece intercambios de materia e información de acuerdo con el régimen hidrológico. Así, cumple su papel en el ápice del delta interior, amortiguando las primeras crecientes de los ríos, ofreciendo hábitat a numerosas especies vegetales y animales, y prestando los numerosos servicios ambientales y económicos, al igual que lo ofrecen las demás ciénagas hacia el norte. Como tal, la ciénaga tiene una dinámica de expansión y contracción del espejo de agua que en ciclos hidrológicos normales es bien definida, pero ante crecientes extremas de los ríos Cauca y San Jorge, las zonas inundadas resultan ser más extensas y los efectos sobre ecosistemas que permanecen largos períodos inundados (ver Figura 4) se presentan con mortandades de especies forestales y de animales terrestres. También con daños en las inversiones y obras hechas por los hombres, particularmente cultivos y estructuras (ECOESTUDIOS, 1989), (DNP-FAO-DDT, 2003).

### **3.4. CLIMA**

El clima es muy importante ya que es determinante para las condiciones y el tipo de vida que se desarrolla en la región, establece ritmos vitales de especies vegetales y animales. También es relevante por la influencia en los aspectos formativos del relieve y la configuración del paisaje. Las actividades humanas están fuertemente ligadas a los cambios climáticos, y éste determina además el sector primario de la economía predominante de la región (FOCHLER-HAUKE, 1962), (ENDLICHER, 1991), (HENDL &

LIEDTKE, 1997), (WEISCHET, 1996). Localmente los acercamientos al clima de la región y particularmente del Sistema Cenagoso de Ayapel son escasos (ZAPATA, 2005), lo que hace que este proyecto sea pionero y relevante para el conocimiento fundamental de los ecosistemas a tratar.

Particularmente en la región de Ayapel, a la salida de la cordillera, se sufren las consecuencias del estado climático del interior del país dado que se encuentra en una llanura de desborde, en el descole de las cuencas de varios ríos, los cuales en época de lluvias particularmente fuertes, sobrepasan los diques o los rompen inundando grandes extensiones de tierra.

Las temperaturas en la zona son altas y las variaciones durante el año son relativamente bajas. En ciclos normales del año, el clima de la región pasa por un período de cuatro meses en los cuales las lluvias disminuyen su intensidad y luego se incrementan para dar paso a ocho meses de lluvias. Con una alta humedad se configura un clima tropical cálido y húmedo que es aprovechado en la agricultura para el cultivo de productos como arroz, plátano, caña, maíz, sorgo, árboles frutales y ciertos tubérculos, principalmente.

### 3.4.1. Generalidades del clima en la zona de estudio

Astronómicamente, la zona de Ayapel se localiza en las coordenadas  $8^{\circ}18'48''N$  y  $75^{\circ}08'28''W$ , a 25 m.s.n.m., es decir, se encuentra en la zona tropical cerca de la línea del ecuador en el hemisferio norte en una llanura aluvial a unos 400 km del mar. Por tal razón, el Sol pasa dos veces al año sobre la zona de estudio: entre el 11 y el 12 de abril y nuevamente entre el 31 de agosto y el 1 de septiembre como se muestra en la Figura 18.

Dicha posición implica que la zona tiene disponible una radiación solar que fluctúa alrededor de las 12 horas al día durante todo el año y las temperaturas y la humedad son altas. Estos factores sumados, y una generosa oferta de agua, facilitan el crecimiento abundante y permanente de la vegetación, y brindan, desde la oferta hídrica, condiciones óptimas para la agricultura.

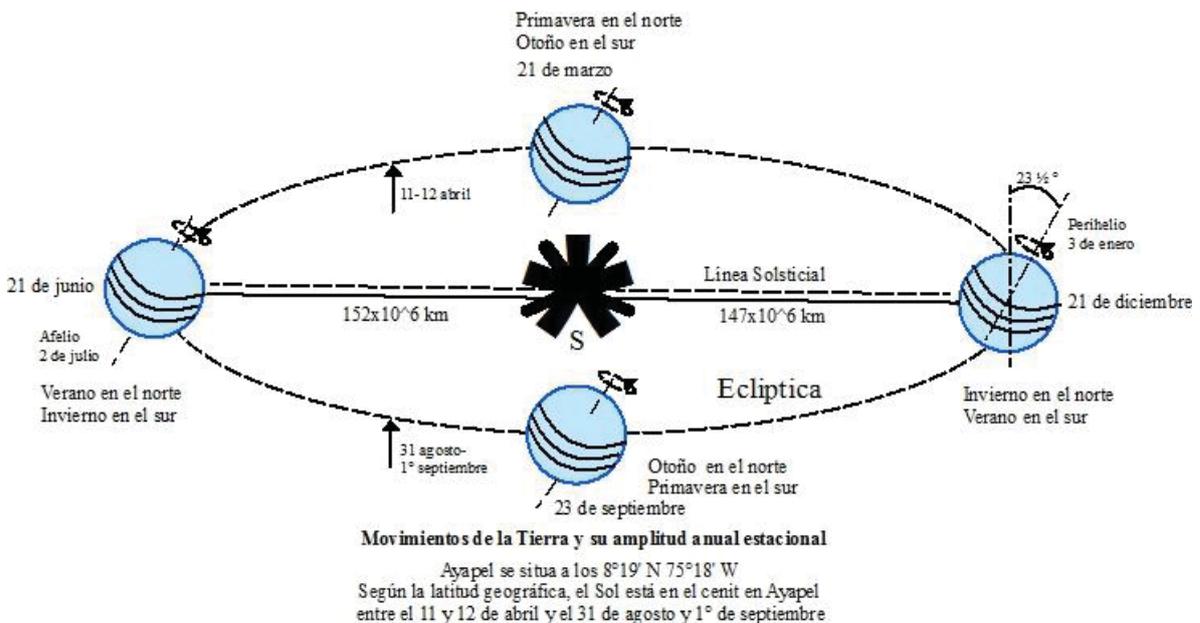


Figura 18. Posición astronómica de la Tierra cuando el sol está en el cenit sobre Ayapel. Fuente: adaptado de (WEISCHET, 2008, pág. 24) con cálculos propios.

Este hecho ocasiona que se presenten en estos períodos de máxima exposición solar pero con algo de retraso, los fenómenos advectivos que desencadenan las lluvias en la zona: verano lluvioso en los equinoccios e invierno seco en los solsticios. De tal forma que en el hemisferio norte se da un período de tiempo seco que fluctúa en cada región con sus particularidades, entre octubre y marzo.(BENDIX & LAUER, 1992, págs. 118-120).

La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) fluctúa al norte, entre el ecuador y los 8° a 10° de latitud por lo cual puede afirmarse que su permanencia sobre Colombia es casi continua (Figura 105 del ANEXO I) lo que ya de por si se constituye en un factor en favor de la monomodalidad de las lluvias en varias regiones del país (WEISCHET, 2008, pág. 231). Es decir que existe una gran predisposición de la zona para que se presenten suficientes lluvias y se facilite un superávit en la oferta hídrica.

A mitad del año, dentro de la época de lluvias, se presenta un breve período de tiempo seco que se conoce en el hemisferio norte como *veranillo de San Juan*. Estos dos períodos de tiempo seco producen en el hemisferio norte, en la mayoría de las regiones, una gráfica bimodal de lluvias. Las singularidades que se dan en cada región dependen de fenómenos locales, tales como los cambios de presión atmosférica, generación de frentes, fenómenos de condensación-precipitación adiabática ante una alta radiación solar (BENDIX & LAUER, op. cit.). En los meses de lluvia destaca el período agosto-octubre por ser el más lluvioso (ver sección 3.4.3).

En términos generales, según la clasificación climática de TROLL & PAFFEN (1963), la zona de estudio se sitúa en la región V2 (*Sommerhumide Feucht Klimate*) sin dejar de reconocer que el Caribe colombiano posee diferentes condiciones fisiográficas que influyen para que haya diversidad de climas. Tomando la clasificación que presenta WILHELMY (1980) a partir de LAUER (ver Figura 108 en el ANEXO I), la región de La Mojana se incluye en la región de sabana húmeda. La zona de estudio al estar en el norte del país, en la planicie costera en donde la topografía es baja y la confluencia de ríos conforma llanuras de inundación, pertenece a lo que en Colombia se conoce como “tierra caliente” altamente influenciado por los vientos alisios a fin de año, cuando rige el clima seco hasta el mes de abril (WILHELMY, 1980, pág. 165).

### 3.4.2. Datos climatológicos

Para el presente estudio se tuvieron en cuenta, como ya se anunció en la metodología, página 19, las estaciones meteorológicas del IDEAM que se detallan en la Tabla 3. Para cada una de ellas se obtuvieron los datos de precipitación; en dos de las estaciones los de vientos; en una estación los de nivel de la ciénaga y para la de Ayapel todos los datos climatológicos y limnimétricos. Sus posiciones, a las cuales se les ha anexado los climogramas de cada una, junto con la gráfica de isoyetas resultante, se muestran en la Figura 19.

Tabla 3. Información de localización y características de las estaciones meteorológicas de la zona. En gris aparecen las estaciones con datos de precipitación que fueron utilizados para los análisis. Fuente: registros facilitados por el IDEAM.

Estación	Municipio	Altura msnm	Párametro	Período de observación	Precipitación promedio anual (mm/año)	Coordenadas planas UTM WGS84
Ayapel	Ayapel	22	Precipitación Temperatura Evaporación	1969-2004 1976-2004 1979-2004	2247.97	485318.32E- 919308.58N
Buenavista	Buenavista	110	Precipitación	1976-2003	2310.59	446764.97E- 908282.91N

Estación	Municipio	Altura msnm	Párametro	Período de observación	Precipitación promedio anual (mm/año)	Coordenadas planas UTM WGS84
Cecilia	Ayapel	20	Precipitación	1976-2003	2551.91	496330.99E-935889.32N
Cintura	Pueblo Nuevo	25	Precipitación	1976-2003	2010.25	470645.31E-932214.05N
La Apartada	La Apartada	50	Precipitación	1976-2003	1691.13	463271.23 E-889840.40 N
La Ilusión	Caucasia	60	Precipitación	1976-2003	2585.34	488980.97E-887984.25N
Nechí	Nechí	200	Precipitación	1976-1991	3802.90	525706.25E-895360.80N
San Marcos	San Marcos	20	Linnimétría	1977-2000	Sin registro	487165.05E-957999.47N
Villanueva	Majagual	40	Precipitación	1976-2003	3296.30	527525.87E-922999.95N
La Florida	San Marcos	30	Velocidad /dirección viento	1977	Sin registro	480131.52E-961714.39N
Majagual	Majagual	20	Velocidad /dirección viento	1977	Sin registro	542186.53E-943280.37N

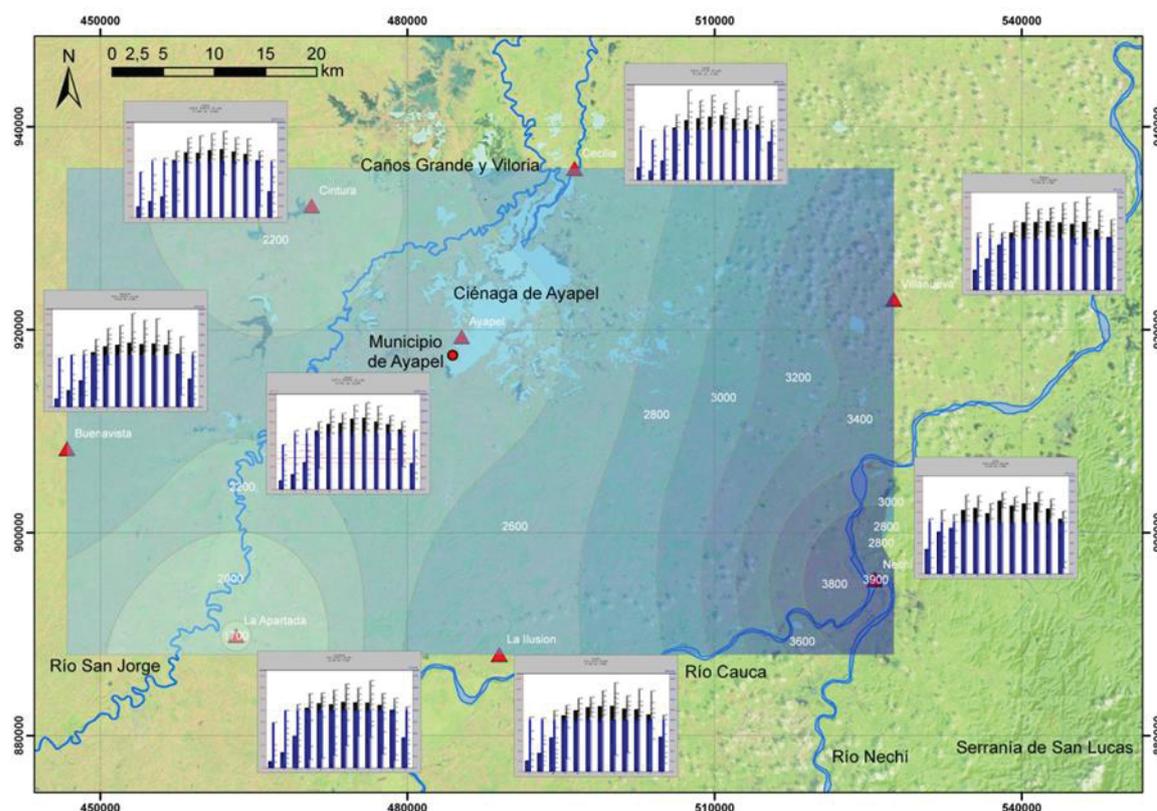


Figura 19. Estaciones climatológicas del IDEAM con sus respectivos climogramas (precipitación promedio mensual) y las áreas de isoyetas con promedios anuales utilizados para el estudio, que como puede observarse presenta una disminución en la intensidad de la lluvia hacia el occidente y hacia el norte, la cual varía desde 3900 mm/año en cercanía a la Serranía de San Lucas (sureste) hasta 2200 hacia el occidente. La más cercana a la montaña es Nechí, donde se producen las mayores precipitaciones por el fenómeno de ascenso adiabático de las masas de aire húmedo. Fuente: Imágenes base Landsat de septiembre de 1986 y ASTER, datos del IDEAM procesados con KIWI.

Sólo ocho de las estaciones tienen información de precipitación. Para cada estación aparece la gráfica de precipitación promedio mensual correspondiente, elaborada con

KIWI (ANEXO II, pág. 202). Cabe mencionar que los datos en general poseen vacíos de información y algunas inconsistencias que debieron subsanarse. Las diferencias entre estaciones también son importantes pues son pocos los períodos anuales en los que hay coincidencia de información completa para todas. Esto no es más que un reflejo del poco interés en tener una red completa de información climática en el país y de la casi nula idoneidad con que son manejadas las estaciones existentes.

### 3.4.3. Precipitación

Como se puede observar en los climogramas de la anterior Figura 19 generados con KIWI, el régimen de lluvias en la región de estudio, como ya se ha venido mencionando, es monomodal. Las mayores precipitaciones se producen al pie o cerca de la Serranía de San Lucas y éstas van disminuyendo en sentido Este-Oeste, aportando de esa misma forma de mayor a menor intensidad a las cuencas que vierten a la Ciénaga. Las cuencas que mayor precipitación reciben son las de Caño Barro y Caño Muñoz. Además, Caño Barro es el canal principal por donde se conducen las aguas cuando el río Cauca se desborda.

Los datos de precipitación promedio mensual multianual registrados en el municipio de Ayapel entre los años 1976 y 2004 se presentan en la Tabla 4, señalando claramente el régimen monomodal con mínima y máxima en enero y agosto respectivamente. En el año los meses lluviosos duplican en cantidad a los meses secos.

Tabla 4. Precipitación promedio mensual multianual para la estación de Ayapel. Fuente: IDEAM y procesamiento propio. Destacan enero y agosto por tener los valores medios mínimo y máximo, respectivamente.

<b>Precipitación promedio mensual multianual (mm)</b>											
<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>SEPTIEMBRE</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>DICIEMBRE</b>
16.06	25.06	44.74	151.90	261.57	275.14	366.76	383.07	312.52	264.97	174.29	45.08

Se aprecian cuatro meses de precipitaciones muy bajas que transcurren entre diciembre y marzo. Luego la lluvia se incrementa a partir de abril y se observa que en el mes de agosto alcanza su máximo valor y luego disminuye para terminar el ciclo.

A partir de los datos de precipitación promedio anual se elaboró la curva de isoyetas de la Figura 20. El foco de las lluvias coincide con las estribaciones de la Serranía de San Lucas lo que explica el tipo de lluvias convectivas que se presentan en la región.

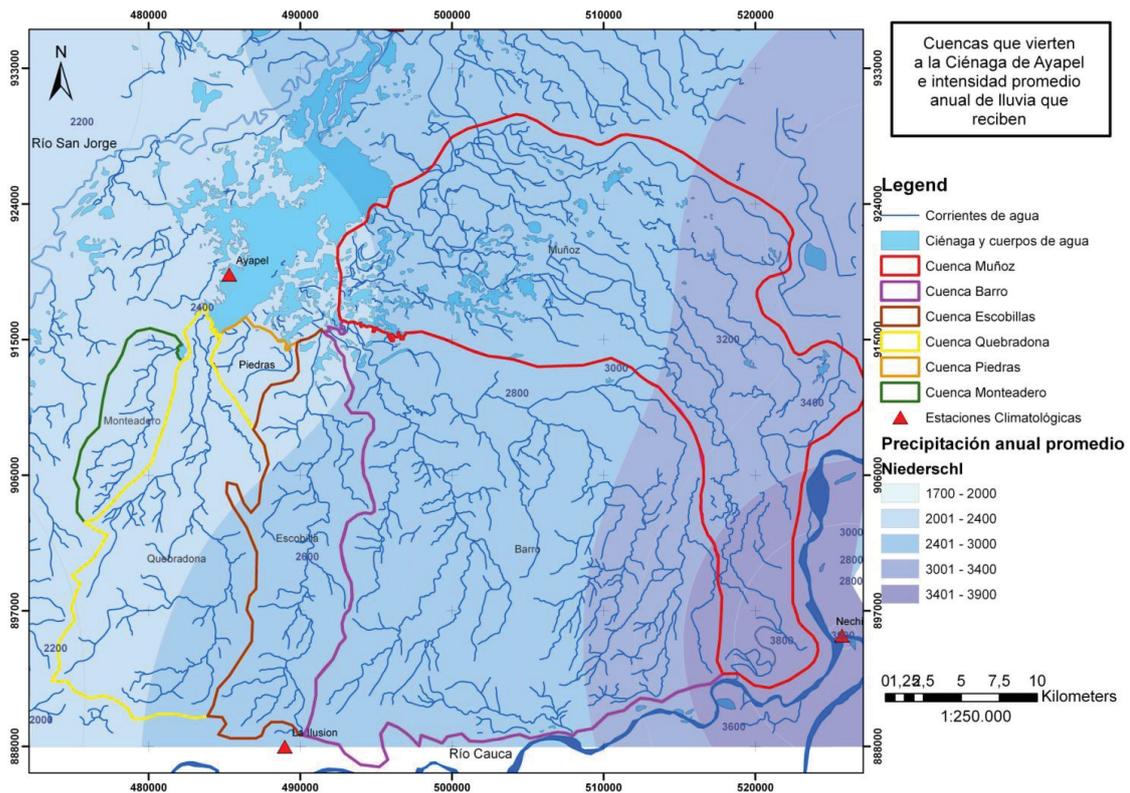


Figura 20. Variación de la intensidad promedio de las lluvias en las cuencas que vierten a la ciénaga. Fuente: elaboración propia a partir de datos del IDEAM y de (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002). Las precipitaciones con mayor intensidad cubren las cuencas con las áreas más grandes lo que garantiza un gran aporte de agua de escorrentía al cuerpo de agua principal.

Es típico en el paisaje, entre abril y agosto, la formación de una nube tipo “yunque” (*cúmulus nimbus*) durante el día, acompañado de un fuerte aguacero con tormenta eléctrica y fuertes vientos en la noche (Figura 21). Esto sucede cuando la atmósfera se calienta durante el día por acción del sol, principalmente cuando está en el cenit, y las masas de aire cargadas de humedad se dirigen hacia la Sierra, ascienden y se enfrían lo suficiente para descargar las lluvias al pie de la montaña como consecuencia del proceso de condensación adiabático húmedo.



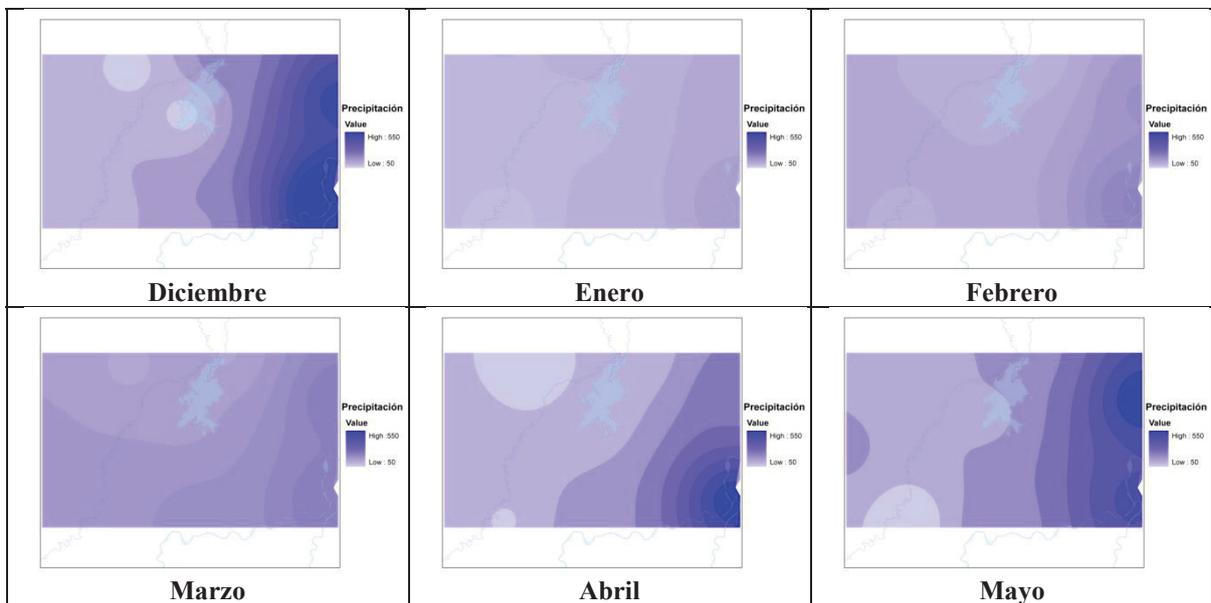
Figura 21. Formación en el día de las nubes tipo “yunque” o “Amboss” (*Cumulonimbus*) en dirección de la Serranía de San Lucas, SE de la ciénaga. El fenómeno de ascenso del aire caliente y húmedo se realiza a altas tasas y con una gran dinámica térmica por la cantidad de aire que es absorbido en el proceso. En la noche se desencadenan fuertes lluvias sobre la región con vientos y tormenta eléctrica. Fuente: Fabio Vélez.

### 3.4.4. Variación anual de la precipitación de la zona de estudio

Debido a la alta humedad que se presenta en el trópico y la confluencia de los vientos alisios cuando el sol recién pasa por el cenit, es que se presenta la temporada de mayor lluvia sobre Ayapel. (LAUER & BENDIX, 2006, pág. 87). Se puede ver en la Figura 22 cómo las lluvias se van incrementando a partir de abril hasta alcanzar el máximo en el mes de agosto. El valor está dado en mm de precipitación mensual interanual y los colores graduales van del azul claro para los valores más bajos hasta azul oscuro para los más altos. La zona que describen las gráficas es la correspondiente al área de las isoyetas de la Figura 20. La Ciénaga de Ayapel aparece en todas las imágenes de color azul-cielo, en la parte central superior.

En la Figura 23 se presenta el climograma de Ayapel elaborado con el programa KIWI. Se puede apreciar en las barras sólidas de precipitación promedio a la izquierda, que el ciclo de lluvias es monomodal con inicio en abril y finalización en noviembre, precisamente en el período inter-equinoccial más prolongado que va de abril a septiembre e incluye el verano del hemisferio norte. El valor promedio anual de las lluvias es de 2,349.9 mm y la temperatura media anual es de 27.7 °C.

En general, entre diciembre y marzo, la Ciénaga de Ayapel es deficitaria en agua ya que es mayor la evaporación que la precipitación. Las temperaturas promedio son estables, tanto la media como las máximas y mínimas. Tiene a enero como el mes más seco y a agosto como el de más lluvia. La temperatura máxima absoluta tiende a presentar un incremento entre enero y marzo en donde precisamente se registran las temperaturas más altas del año en los datos promedio. En mitad del año, en junio, hay un leve descenso y luego se repite el incremento entre julio y septiembre. Los valores de las temperaturas mínimas absolutas presentan también un leve descenso en enero y luego en abril pero en promedio las temperaturas mínimas se mantienen más o menos constantes durante todo el año.



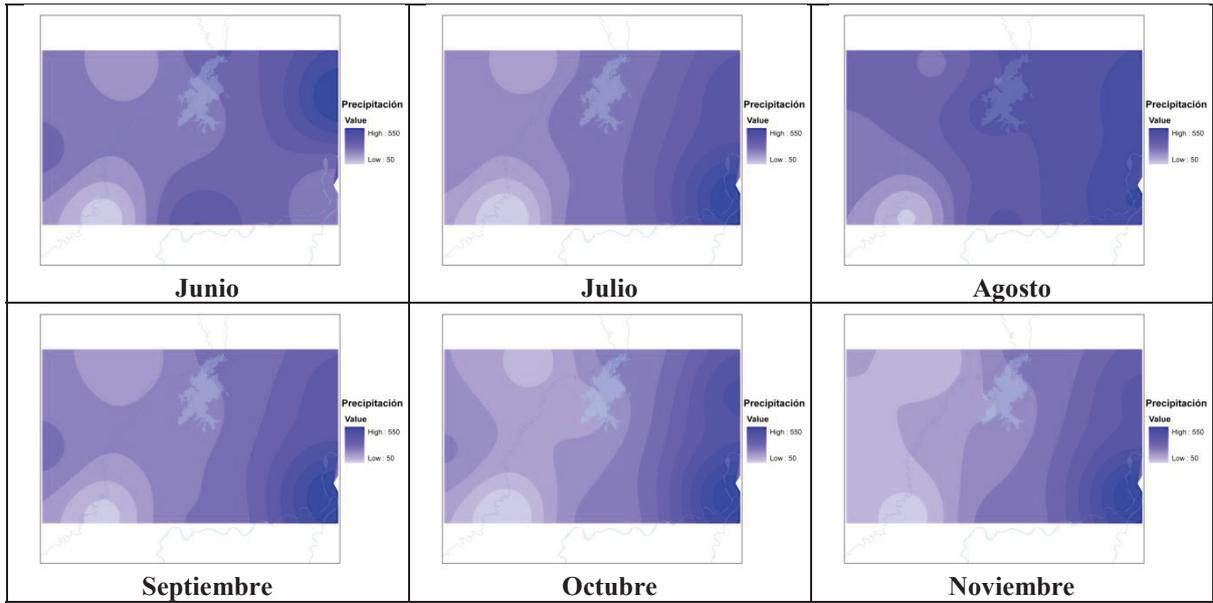


Figura 22. Comportamiento de las lluvias mes a mes con datos promedios mensuales interanuales. Se aprecia claramente por las tonalidades claras el período de “verano” o seco, entre enero y marzo cuando las lluvias presentan los valores más bajos, y con tonalidades oscuras el período de “invierno” o lluvioso entre abril y diciembre, con un máximo en el mes de agosto.

En la Figura 24 se explica más claramente la variación de la temperatura durante el año en la medida en que varían las precipitaciones. En cada cuadro el número del mes que se está representando con la temperatura del aire en grados Celsius en la abscisa y la precipitación en milímetros en la ordenada.

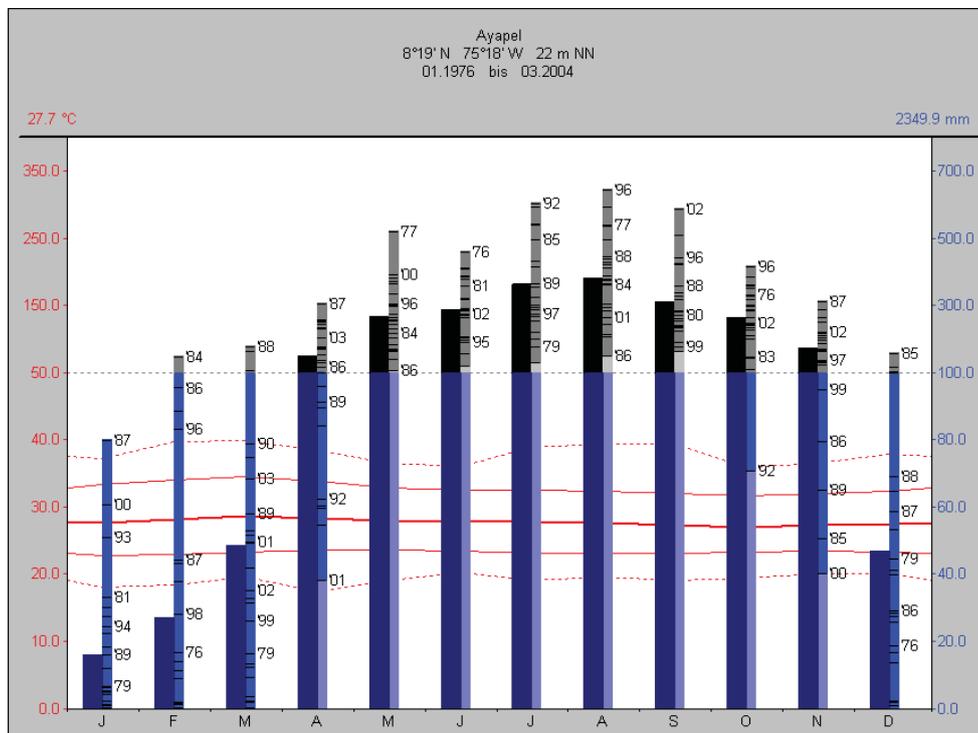


Figura 23. Climograma de la estación Ayapel entre 1976 y 2003 hecho en KIWI. Fuente de los datos IDEAM. Las barras de color oscuro (en azul y negro) indican la precipitación mensual promedio multianual. Las barras en color claro (azul y gris) indican los valores mínimos alcanzados y el año de ocurrencia. Por encima del límite están los años de ocurrencia de otros valores, siendo importantes los que sobrepasaron el valor promedio. Las líneas rojas indican la temperatura promedio (rojo fuerte), los valores promedio máximos y mínimos de temperatura y los máximos y mínimos absolutos de temperatura (rojos claro y punteado respectivamente).

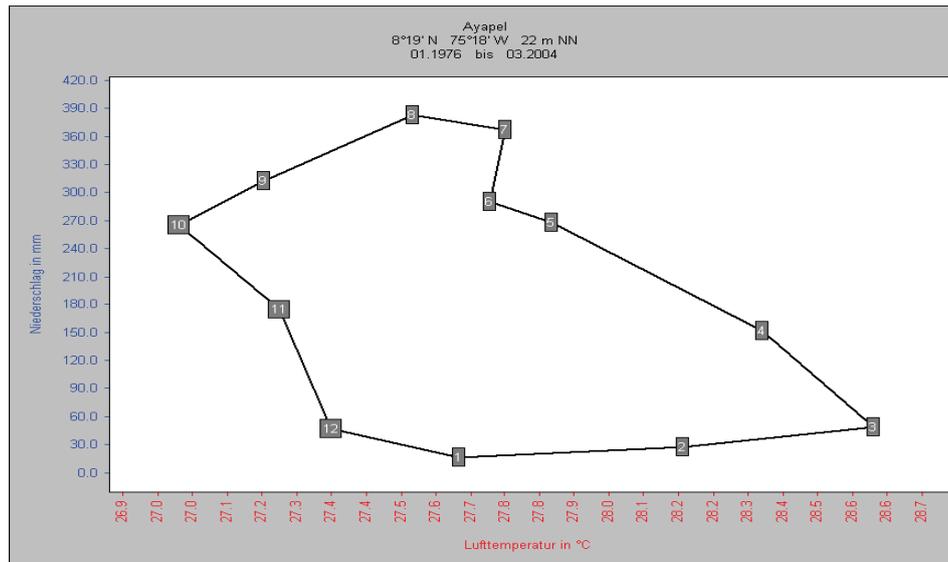


Figura 24. Variación de la temperatura durante el año y en correspondencia con la variación de la precipitación, elaborado con KIWI. Se puede observar que el mes con la mayor temperatura promedio multianual es marzo y la precipitación asociada para el promedio de ese mes es baja junto con diciembre, enero y febrero. De igual manera el mes con la mayor precipitación mensual promedio multianual es agosto, con temperaturas cercanas a la promedio mensuales multianual. Comparte con junio, julio y septiembre las mayores precipitaciones de la zona. En el mes de octubre se presentan las temperaturas más bajas, en parte porque el sol se ha desplazado hacia el hemisferio sur llevando consigo la ZCIT y en parte por la nubosidad.

Contrastando la precipitación –en barras sólidas– con las gráficas de la variación de los niveles de la Ciénaga de Ayapel durante los años con información –en líneas de colores– (Figura 25), se puede constatar la correlación que existe entre las precipitaciones y la hidrología de la ciénaga con un leve retardo en general del aumento del nivel, con respecto al máximo de las lluvias.

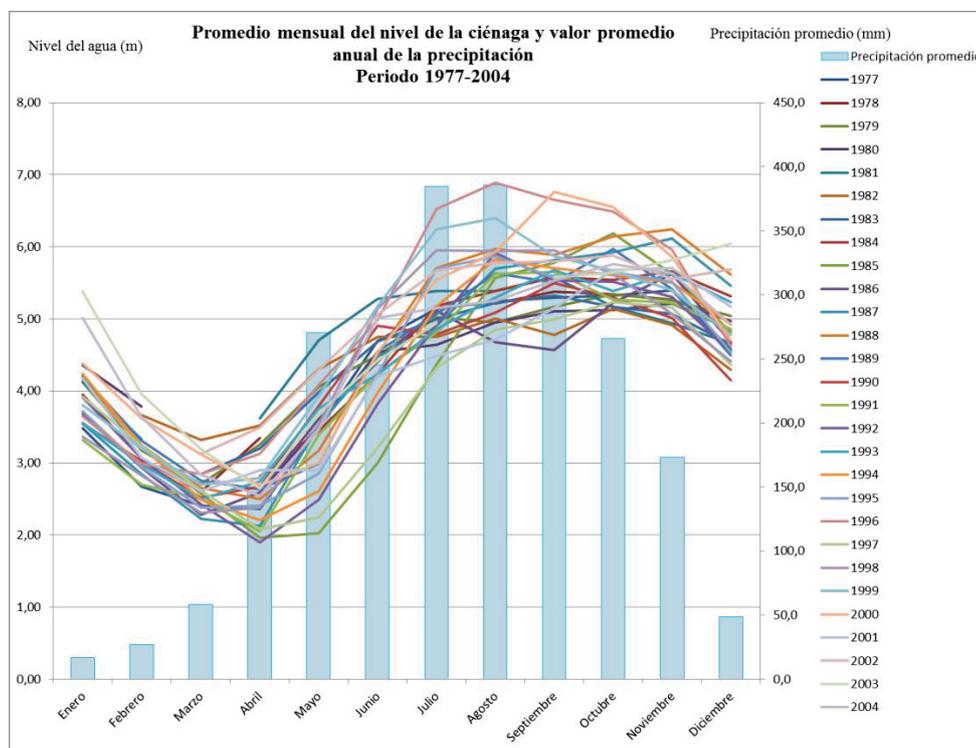


Figura 25. Niveles de la Ciénaga de Ayapel desde 1977 hasta 2004 en línea continua y los promedios mensuales interanuales de precipitación en barras sólidas azules mostrando la coincidencia en el ciclo sinusoidal. Fuente: elaboración propia con datos del IDEAM.

### 3.4.5. Variación zonal de la precipitación

En la Figura 19, se puede apreciar en conjunto, cómo varían los climogramas y las isoyetas de este a oeste y hacia el norte, disminuyendo. Las estaciones más cercanas a la serranía de Ayapel (Nechí y Villanueva), presentan un pico de lluvias más abundante y aplanado, mientras que en los primeros meses del año, que corresponden a los de estiaje, presentan precipitaciones más altas que las demás estaciones. Esta característica disminuye en las estaciones más occidentales y del norte, siendo mínima en la Apartada. Se puede deducir también que la temporada de lluvias en todas las estaciones es monomodal y va de abril a noviembre. En las estaciones Nechí, Villanueva, La Ilusión y Cecilia, el mes de diciembre tiene mayor promedio de precipitación que en las demás estaciones.

Se puede deducir de las gráficas, que entre ellas los momentos de mayor variabilidad corresponden a la época de sequía, ya que en términos generales la zona de lluvias es pareja. Una situación como ésta debería conducir a las administraciones municipales, a establecer planes de contingencia para la temporada de estiaje y tomar medidas como la del almacenaje de agua utilizando la misma agua lluvia, práctica realmente poco vista en la zona. Además, de utilizarse las aguas lluvias se disminuiría la presión sobre el acuífero el cual está siendo intervenido con pozos artesanales, sin ninguna técnica ni protección del mismo.

### 3.4.6. Temperatura y evaporación promedio

Son pocas las estaciones climatológicas del IDEAM que están en la región, que determinan varios parámetros. Una de ellas es la del municipio de Ayapel, aunque presenta vacíos y prolongadas discontinuidades en el reporte de los datos. Los valores de temperatura fueron suministrados como promedios mensuales. En la Tabla 5 se presentan los promedios mensuales multianuales de dichos promedios.

Tabla 5. Datos promedios mensuales multianuales de los promedios de temperaturas, de los máximos y de los mínimos.  
Fuente: cálculos propios a partir de datos del IDEAM

Temperatura (° Celsius)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Promedio
<b>Promedio</b>	27.66	28.18	28.58	28.30	27.89	27.77	27.78	27.57	27.22	27.02	27.26	27.39	27.72
<b>Mínima</b>	25.92	26.01	26.07	25.56	25.44	25.33	25.26	24.94	24.84	24.71	25.33	25.78	25.43
<b>Máxima</b>	29.02	29.93	30.39	30.28	29.82	29.63	29.69	29.61	29.09	28.80	28.85	28.73	29.49

Se observa que éstos alcanzan sus máximos valores en el mes de marzo, mes en el que finaliza la temporada seca. La temperatura promedio multianual y la temperatura mínima promedio multianual presentan los valores más bajos en el mes de octubre, constituyéndose así en el mes más fresco del año. La temperatura máxima promedio multianual mientras tanto, alcanza su valor más bajo en diciembre, con un leve retardo cuando los valores medio y mínimo comienzan a incrementarse. En el mes de julio se presenta un suave incremento de la temperatura que puede estar asociado a lo que se conoce como el “*veranillo de San Juan*” que algunos habitantes de la zona mencionan pero que no es evidente si se observan los datos de las lluvias, pero levemente notorio con la temperatura, y como se verá enseguida, con la evaporación. En la Figura 26 se grafican los datos de temperatura.

Mientras tanto, la evaporación se comportó en promedio tal como se presenta en la Tabla 6 y en la Figura 27 en donde se puede observar que las líneas comienzan sincronizadamente al principio del año pero al final, a partir de septiembre, se desfasan y las tres presentan comportamientos diferentes. Los datos de evaporación también se suministran como promedio mensual por día.

Tabla 6. Datos de evaporación promedio, mínima y máxima mensual multianual en la estación Ayapel a partir de datos originales dados en promedios mensuales multianuales, en mm/d medidos con tanque de evaporación.

Evaporación (mm/d)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Promedio
<b>Promedio</b>	4.00	4.40	4.91	4.41	3.87	3.72	4.04	4.00	3.84	3.52	3.47	3.54	3.98
<b>Mínima</b>	4.12	5.38	5.43	4.84	4.67	4.49	4.46	4.42	4.21	3.90	4.25	3.99	3.50
<b>Máxima</b>	3.76	3.79	4.41	4.06	3.33	2.82	3.80	3.75	2.89	3.25	3.14	2.96	4.51

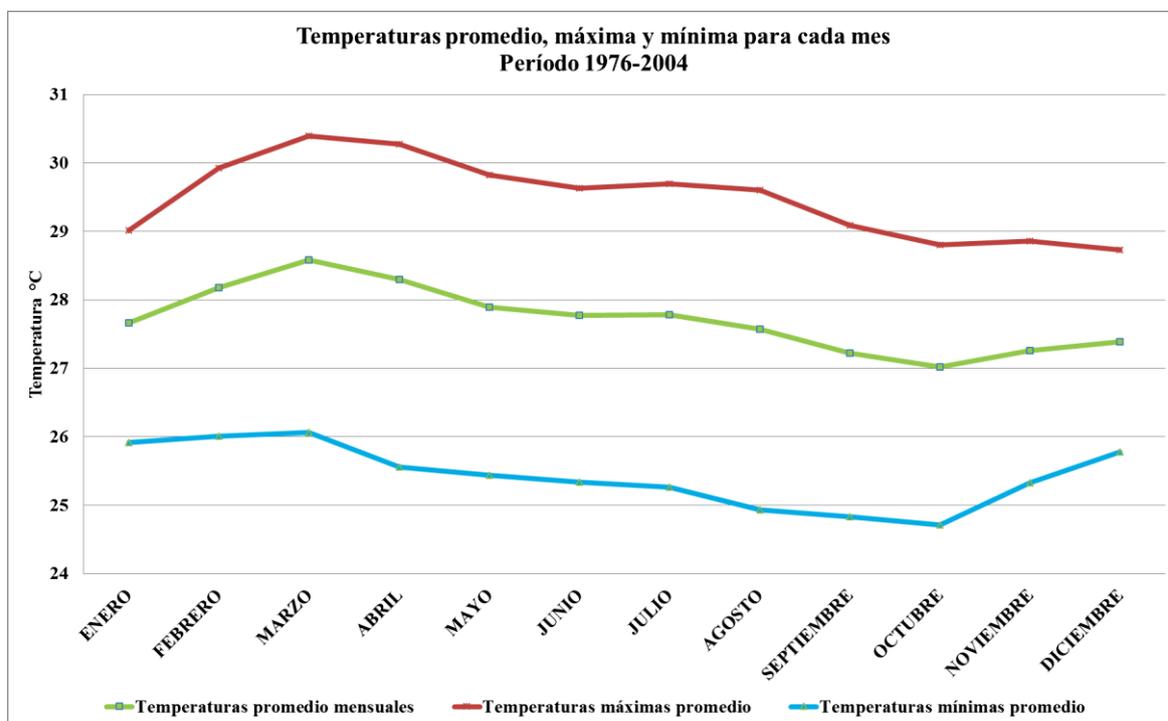


Figura 26. Gráficas de las temperaturas promedio, máxima y mínima mensual multianual. Fuente: IDEAM y cálculos propios.

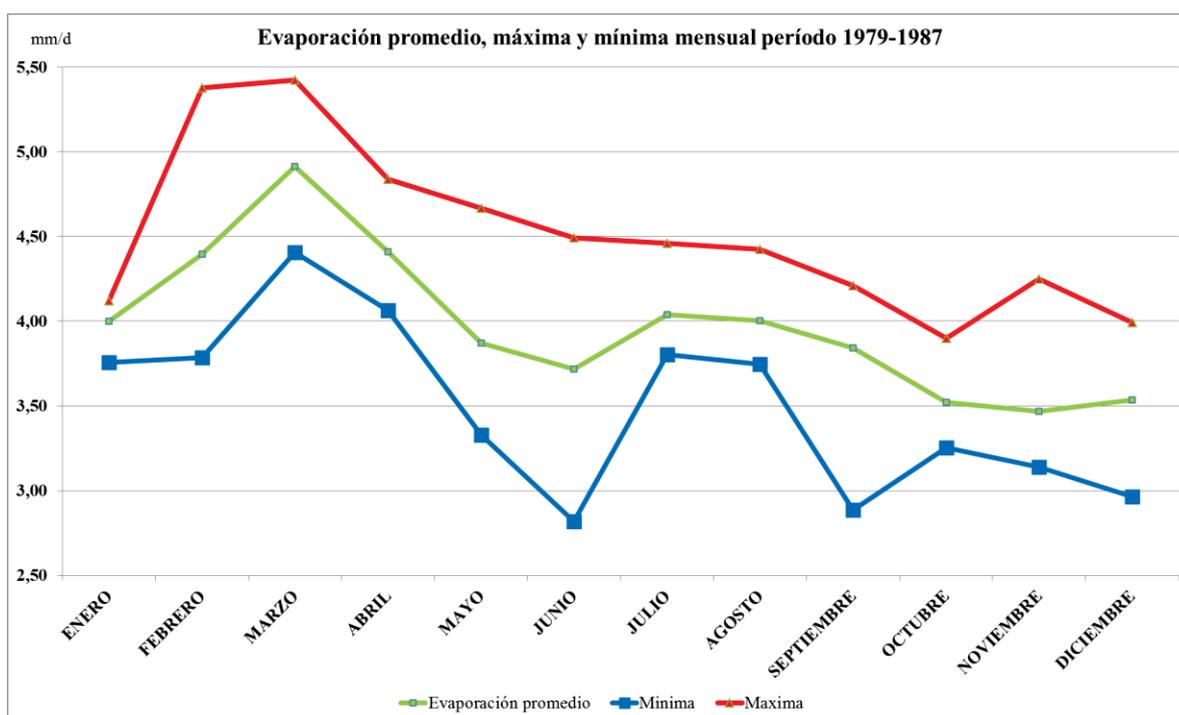


Figura 27. Gráfica del comportamiento mensual promedio multianual de la evaporación promedio, máxima y mínima.

Destaca el leve incremento que se presenta en los valores de los meses de julio y agosto, época que coincide con el llamado “*veranillo de San Juan*”. Al tenerse entonces también un leve incremento en la temperatura (Figura 26) acompañada de una leve elevación de la tasa de evaporación, la sensación térmica para las personas aumenta produciendo la idea de un “verano”, aunque las lluvias mantengan sus cantidades invariables. En los períodos de alta evaporación es precisamente cuando se ha observado la formación de nubes tipo “yunque” como las mostradas en la Figura 21.

### 3.4.7. Efecto del ENSO

El IDEAM (2010, p 286) presenta en la Tabla 7 una clasificación de los años en que ha hecho aparición el fenómeno del ENSO en Colombia según el efecto débil, moderado o fuerte que ha tenido, basándose en tres índices (ONI, MEI y SOI). Plantea que luego de un estudio sobre las principales corrientes del país, el efecto es fuerte en el trimestre diciembre-enero-febrero cuando aparece un año Niño y en los trimestres septiembre-octubre-noviembre cuando es Niña, aunque el efecto Niña en el trimestre marzo-abril-mayo también ha sido históricamente fuerte.

Tabla 7. Clasificación de la intensidad de la presencia del ENSO en Colombia. Fuente: adaptado de IDEAM (2010, p 286). Los datos están organizados mostrando por filas la secuencia de años y el correspondiente fenómeno indicado: Niño y Niña con tres intensidades (débil, moderado y fuerte) y año normal.

Clasificación de la aparición del fenómeno ENSO según los índices ONI, MEI y SOI							
El Niño			La Niña			Normal	
Débil	Moderado	Fuerte	Débil	Moderado	Fuerte		
	1951-52		1954-55	1950-51	1955-56	1952-53	1953-54
	1957-58		1956-57			1958-59	1959-60
1963-64			1962-63			1960-61	1961-62
	1957-58	1965-66	1964-65			1966-67	
1968-69			1967-68				
1969-70		1971-72		1970-71			
		1972-73			1973-74		
1976-77	1977-78	1974-75			1975-76	1978-79	1979-80
		1982-83				1980-81	1981-82
1986-87	1984-85					1983-84	1985-86
1992-93	1987-88	1991-92			1988-89	1989-90	1990-91
1995-96	1994-95	1997-98		1998-99		1993-94	1996-97
1999-00	2002-03			2000-01		2001-02	2003-04
2004-05						2005-06	
2006-07				2007-08			
2008-09	2009-10				2010-11		

Con respecto al fenómeno del ENSO, si bien el efecto en la zona no es marcado, se ha presentado cierta correlación en algunos de los años, con la ocurrencia de períodos extremos de aguas altas y aguas bajas en la ciénaga y con los registros de precipitación tal como se muestra en la Figura 28.

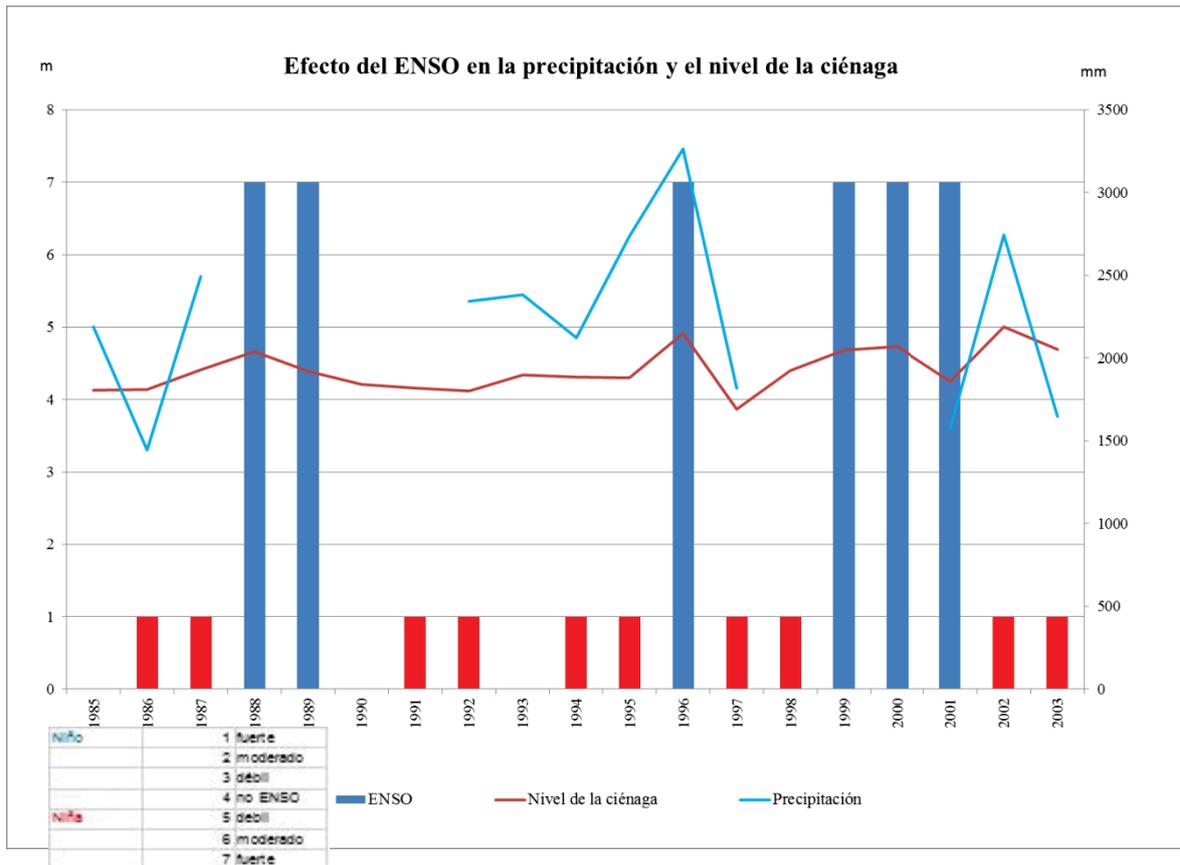


Figura 28. Correspondencia del ENSO con las lluvias y el nivel de la ciénaga. Fuentes: elaboración propia a partir de datos de NOAA e IDEAM. En la línea azul se representan las lluvias en la zona. La discontinuidad se debe a la falta de datos, pero en los años que existen se nota una correlación en los valores de la precipitación y de los niveles de la ciénaga señalados con línea de color rojo. Las barras indican la aparición del fenómeno ENSO, siendo azul para la Niña y rojo para el Niño; la intensidad va de acuerdo con la tabla incluida.

De las condiciones climáticas en la zona de estudio, se puede deducir que la región posee un régimen de lluvias presentes en gran parte del año, con ligera reducción entre diciembre y marzo convirtiéndose así en el factor más importante para definir las condiciones de vida. La posición en el trópico le permite también tener a disposición una amplia oferta de brillo solar todo el año y durante toda la fase diurna del día, lo que garantiza la energía suficiente para el metabolismo de la biota terrestre y acuática. Alta disponibilidad de agua, luz y calor son tres factores que inciden sobre la exuberancia y alta biomasa durante todo el año en el sistema cenagoso de Ayapel. Así las cosas, los cultivos adaptados al clima cálido y húmedo pueden ser tenidos en cuenta para la producción agrícola mientras que la vegetación natural de sabana cálida –pastos y bosques—encuentra las condiciones favorables para recuperarse potencialmente de los impactos de origen natural o antrópico con relativa velocidad, siempre y cuando no se haya destruido el suelo.

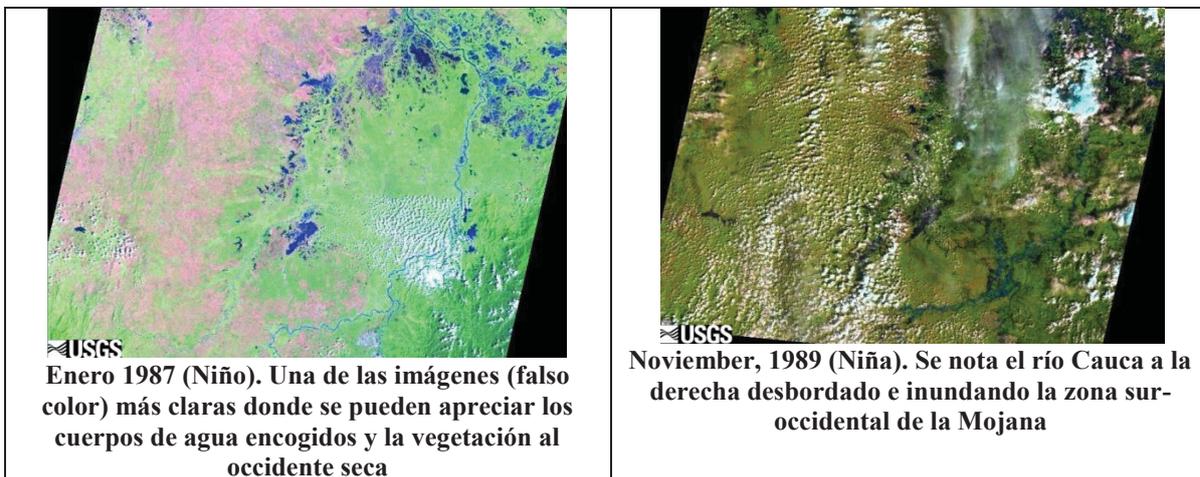
En cuanto al fenómeno del Niño, este no tiene mucha influencia en la región, salvo por las crecientes de los ríos provenientes de la cordillera que si reciben los efectos y pueden inundar la zona. Ante estos fenómenos el hombre no tiene mucha capacidad de influir y controlar los efectos. Así, el clima es un condicionante y un factor con el cual se genera la mayor dependencia para las actividades humanas. Como se verá más adelante en el capítulo 3.5, el hecho de que se presente el pulso de inundación (visto en la página 15) y se inunde una gran porción del territorio, condiciona los ritmos de varias actividades humanas como la pesca, la agricultura, afecta las comunicaciones y trae otras consecuencias como aporte de sustancias nocivas para la biota, transformación del suelo según su composición en materiales no aptos para usos agropecuarios, etc.

Las estructuras que han construido los inversionistas y la administración municipal con diferentes fines pero con el objetivo común de evitar las inundaciones no han sido diseñadas con las herramientas del modelación que permitan responder a la realidad. Por ello siempre han sido sobrepasadas por los eventos de inundación ocasionando pérdidas de cultivos, caída de puentes, inundación de vías, entre otros. Por otra parte, los bosques adaptados al pulso de inundación sufren la frecuente presión de los pobladores que los talan para leña y construcción de vivienda temporal. De esa forma se diezma una vegetación importante de la región que cumple una función primordial en la zona de confluencia acuático-terrestre y minimiza el impacto de las crecientes en las riberas y suelos. Estos suelos tienen poco uso y deberían dejarse para la restauración de esta clase de vegetación que presta numerosos servicios ambientales.

### 3.4.8. Comportamiento del río Cauca

La cuenca del río Cauca ha mostrado ser la más susceptible en responder a los eventos del ENSO (ver Figura 109 en el ANEXO I) por estar más próxima al Pacífico, por ser estrecha y pendiente en su cauce medio antes de llegar a Ayapel, lo que implica una respuesta hidrológica más rápida con consecuencias muy notorias para la gran población en sus cercanías y sus numerosas actividades económicas, y por recoger la escorrentía de una gran cuenca andina alineada de sur a norte en la que el efecto del ENSO es mayor que en la zona de estudio (IDEAM, 2010, pág. 317).

A partir de imágenes de Landsat seleccionadas (Figura 29), se puede ilustrar en ciertos años, la apariencia de la región cuando hay presencia del ENSO, pero eso no significa que el fenómeno haya influido en la zona durante todos los eventos en que ha sido declarado el fenómeno. Existen imágenes de Landsat en donde a pesar de registrarse la ocurrencia del fenómeno en el Pacífico, no se aprecian los efectos en la hidrología de la zona, es decir, la región de la Mojana aparece sin las inundaciones que son normales cuando las precipitaciones son abundantes en las cuencas del San Jorge y del Cauca.



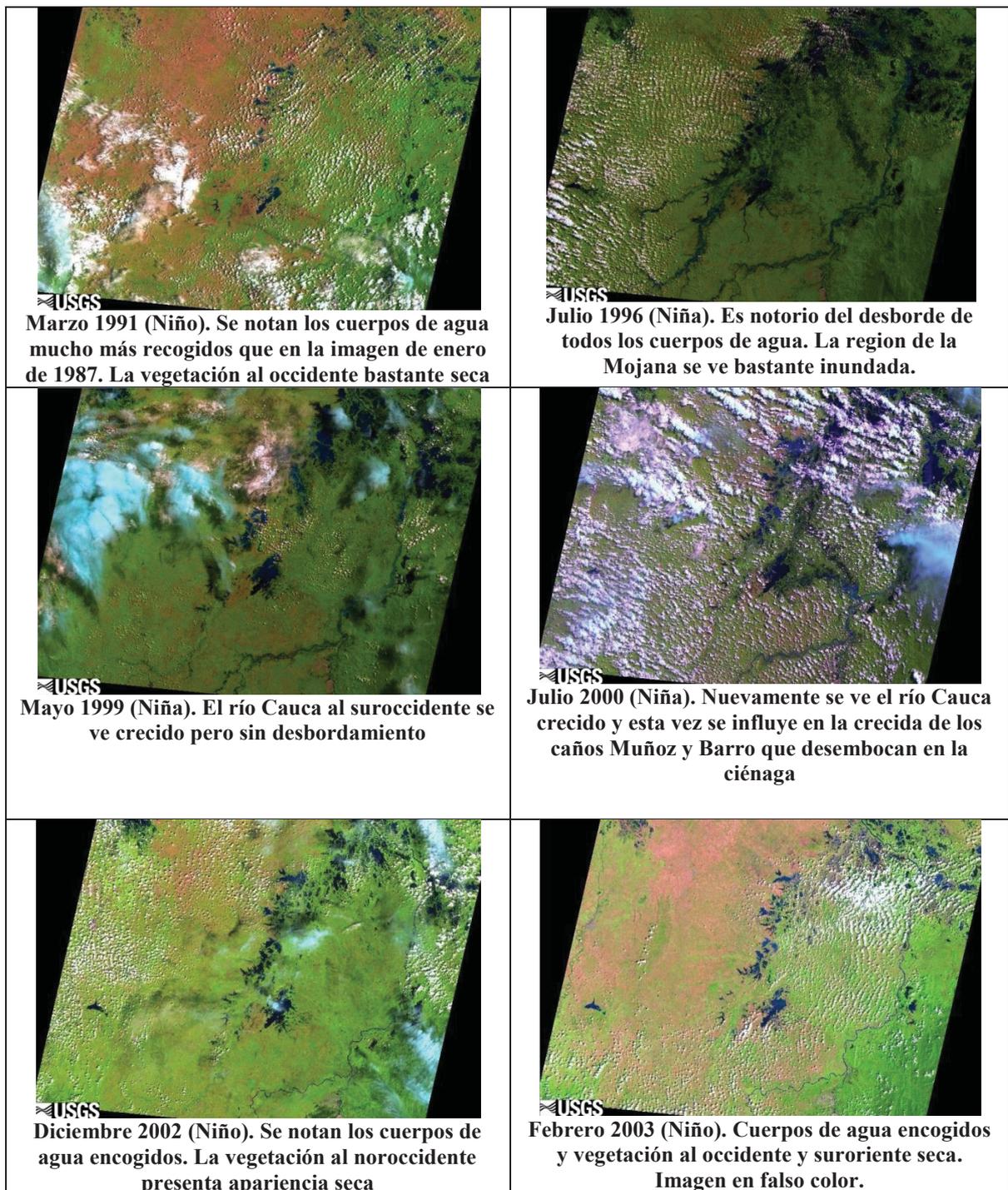


Figura 29. Comportamiento progresivo de la ciénaga ante la aparición del ENSO en los últimos años, visto en imágenes de Landsat seleccionadas para cada fecha. Puede verse que en los años en los que hubo presencia del Niño, la región de La Mojana presentó suelos secos en las tierras bajas, mientras que en años Niña, se puede ver como el río Cauca desborda e inunda la región al nor-este de la Ciénaga de Ayapel. La misma ciénaga se ve con el espejo de agua expandido mientras que en años Niño la superficie se contrae significativamente.

En resumen, el clima de la zona de Ayapel situada en la zona tropical, a una altura promedio de 25 m.s.n.m., corresponde a lo que se puede denominar como un clima cálido húmedo. Esto también significa que la región dispone de cerca de 12 horas diarias de luz solar durante todo el año.

Las temperaturas durante el año se mantienen en promedio entre 27 y 29 grados Celsius teniendo un período de valores altos cuando las lluvias escasean a principio de año y

disminuyendo paulatinamente cuando se presentan los valores máximos de lluvia en el segundo semestre.

### **3.4.9. Consideraciones sobre el clima en la zona de estudio**

La importancia de este capítulo radica en que el clima, como factor determinante en la geografía de la región, es factor formador del relieve y ayuda a definir las características de los suelos, influye en las formas de vida y sus ritmos biológicos, en los asentamientos humanos, su cultura, economía, producción y transporte. Si se suman los aspectos de una prolongada y continua radiación solar, una suficiente oferta de agua y una temperatura cálida, se tiene configurado un escenario propicio para desarrollar, bajo una tecnología apropiada, una agricultura intensiva de los productos agrícolas adaptados a estas condiciones de clima capaz de sustentar trabajo para una buena porción de la población y brindar productos a precios competitivos.

La zona de estudio pertenece a las regiones tropicales en las cuales el sol pasa dos veces al año por el cenit (sección 3.4.1), además, por estar próxima al ecuador, la Zona de Confluencia Intertropical –ZCIT- pareciera permanecer una gran parte del año estacionada sobre ella.

Las variaciones de la temperatura ambiente durante el año son bajas y siguen una dinámica opuesta a la de las lluvias: cuando éstas escasean a inicios de año aumenta la temperatura y con el aumento paulatino de ellas se va disminuyendo poco a poco la temperatura hasta casi fin de año.

La serranía de San Lucas, la cual alcanza alturas de hasta 2,700 m.s.n.m. y es fuente de ciertos aguaceros que se descargan sobre la región próxima, está a unos 60 km en dirección al sureste de la Ciénaga de Ayapel. Desde allí, las descargas se van atenuando hacia el oeste y noroeste alimentando las cuencas de los ríos, que en esta parte del país corren de sur a norte. De ello se deriva que las cuencas de las quebradas que desembocan en la Ciénaga de Ayapel reciban gradualmente las lluvias de mayor a menor grado, en la dirección sureste - noroeste.

Las precipitaciones se incrementan a partir de abril hasta alcanzar un tope en el mes de agosto, para luego descender hasta el mes de diciembre y mantenerse bajas hasta marzo, es decir, 4 meses de tiempo seco y 8 meses de lluvias, en los cuales alcanzan topes mínimos y máximos de 16 y 383 mm mensuales respectivamente, en promedio (sección 3.4.3). Se configura así un ciclo monomodal de lluvias.

Esta situación sumada a los aspectos locales, hacen que el clima en Ayapel esté marcado por un ciclo monomodal de las precipitaciones que determina la vida en la región. Su efecto más visible se presenta en el pulso de la ciénaga la cual se expande y se contrae al vaivén de las lluvias (ver sección 3.5.2).

Al igual que las lluvias, la ciénaga manifiesta también un pulso monomodal que va de aguas bajas en el mes de abril hasta aguas altas en el mes de agosto. Tanto la vegetación como la fauna asociada a la ciénaga se ven influenciadas por este ciclo en los aspectos reproductivos, de crecimiento, migración, alimentación. Así mismo, los pescadores que conocen estos ritmos biológicos aprovechan ciertas temporadas para aumentar sus actividades pesqueras (ver sección 5.10).

El fenómeno del ENSO no tiene un gran significado en la región y no tiene una relación estricta con el clima local, ya que en algunos años hay coincidencia de la aparición del fenómeno en el Pacífico con períodos de agudas lluvias o generalizadas sequías, pero también se han presentado años en que no hay coincidencia. En algunos de los eventos de

la Niña en los que se ha manifestado el fenómeno con fuertes lluvias en el interior del país, principalmente en la cuenca del río Cauca o en la cuenca del río San Jorge, han afectado indirectamente la región de La Mojana ya que los caudales acumulados de esos ríos repercuten muchas veces con desbordamientos sobre la llanura aluvial o mediante un inusual pulso de inundación que afecta a la población.

Particularmente el río Cauca es complejo por su extensa red de drenaje a lo largo del país en una trayectoria que discurre desde su nacimiento en las alturas de la cordillera Andina a una latitud ecuatorial cercana a 0° y con relativa cercanía al Océano Pacífico, hasta llegar a la llanura de inundación al extremo norte del país. Por tanto las subcuencas y microcuencas que lo conforman responden a diferentes circunstancias climáticas de orden local y regional.

A nivel económico, las actividades como la agricultura y la ganadería dependen de la aparición, presencia y disminución de lluvias. Los ciclos de siembra y recolección de los productos que se dan en la zona están regulados por la aparición de las lluvias. Así por ejemplo, los campesinos inician la siembra del arroz en abril, antes de que llegue la temporada de lluvias (ver sección 5.8). Debido a las inundaciones cíclicas que establece el pulso de la ciénaga, se presenta la ganadería transhumante desde tierras altas a bajas en época de estiaje y de tierras bajas hacia altas en época de inundación para aprovechar los pastos más aptos.

El transporte también se ve afectado, ya que las poblaciones, principalmente las rurales, dependen del transporte acuático. Cuando se presentan aguas bajas en la ciénaga, que por tanto coincide con la escasez de lluvias, el desplazamiento de los botes se dificulta y se utilizan entonces medios terrestres para desplazarse, lo que resulta en un incremento en los costos y el tiempo para la población.

Destaca que no se hayan desarrollado iniciativas para aprovechar las aguas lluvias en la época de los valores máximos ya que en época de sequía los déficits se cubren principalmente explotando el acuífero o haciendo uso del agua de la Ciénaga de Ayapel, la cual presenta en el momento problemas de contaminación por el mercurio de la explotación del oro.

La región se ha destacado por los cultivos de arroz. También la caña y el maíz han tenido una presencia notable y en épocas anteriores se probó con sorgo con cierto éxito; desafortunadamente la precaria infraestructura de vías y medios para sacar la cosecha a los centros urbanos hacen que el precio del producto aumente y deje de ser competitivo en un mercado al que llegan productos importados que son subsidiados en los países de origen.

Además es importante, para mantener cierto margen de seguridad en las inversiones de los agricultores, que se tomen las medidas necesarias y se utilicen las técnicas adecuadas para que los diques de los ríos Cauca y San Jorge resistan las crecientes sin romper e inundar la región, con las consecuentes pérdidas económicas. Esto implica también el dragado de los ríos, pues las cargas de sedimento son altas, han aumentado con la deforestación del interior del país y la baja pendiente en la zona facilita la pérdida de la capacidad de transporte del canal.

Existe una deficiencia marcada en datos climatológicos en la zona. Las estaciones que funcionan no cubren todas las variables y la información es presentada con grandes vacíos e inexactitudes, así que es bastante difícil lograr una descripción científica completa y confiable del clima de la región.

Es necesario que el país adopte una política seria para el registro de los datos climatológicos. Esto implica tomar acciones que permitan contar con una red densa de

estaciones, mediciones con equipos confiables y personal capacitado e idóneo, un acceso fácil, rápido, oportuno y a costos razonables de la información.

### **3.5. HIDROLOGÍA**

Una vez tratado el clima de la zona de estudio, se pasa ahora a analizar el efecto de la lluvia en la región. Este aspecto tiene sus particularidades ya que se trata de una zona de llanura aluvial a la que convergen varios ríos, algunos de ellos de los más importantes del país - como el río Cauca, que recorre al país casi de punta a punta recogiendo agua de escorrentía de numerosas subcuencas y la transporta hasta desembocar, a través del río Magdalena, al mar Caribe, no sin antes transitar meándricamente por la Mojana. O como el caso del río San Jorge, que naciendo un poco más cerca, en el Nudo del Paramillo, pasa por el costado occidental del Sistema Cenagoso de Ayapel, interactuando con él y regulando en parte su pulso de inundación, como se verá en este capítulo.

Otro aspecto importante a tratar es el aporte local de lluvias que alimenta una pequeña red de quebradas y caños que nacen en las cercanías, llegan a la ciénaga y se convierten en los verdaderos aportantes y reguladores del agua que surte al SCA.

En este capítulo se tratará la hidrología relacionada con la Ciénaga de Ayapel, se cuantificarán algunos parámetros que describen su morfología y se definirán valores de sus volúmenes fluctuantes, espejos de agua y medidas de longitud principales. También se hará un análisis de las implicaciones de la variabilidad del espejo de agua en el paisaje.

#### **3.5.1. Antecedentes**

Se han hecho algunos acercamientos a la hidrología de la zona. La mayoría de ellos se enfocan particularmente en la región entera de La Mojana, cuya principal característica es la presencia de un sistema de ciénagas y humedales que ocupan aproximadamente el 9% de su área total (ORTIZ, s.f.). Estos cuerpos de agua están influenciados por los pulsos hidrológicos de los ríos San Jorge y Cauca que transportan la escorrentía de valles interandinos. Por tanto la zona se comporta, como ya se indicó, como un delta aluvial interior de tierra baja e inundable en variada intensidad durante ciertas épocas del año (DNP-FAO-DDT, 2003).

El municipio de Ayapel, cuyos territorios pertenecen a la región de La Mojana, cuenta con una red dendrítica de quebradas y caños que conforman la cuenca de la Ciénaga de Ayapel (Figura 30). Uno de los principales cauces que llegan a la ciénaga es la quebrada Quebradona que nace en el sur del municipio y en cuyo lecho y riberas se ha explotado oro cada vez que el precio de este metal ha subido (ver sección 5.10.4). Junto con ella, son renombradas en la región las quebradas Escobillas, Trejos, Popales, Malanoche, El Contento, Monteadero, La Ceiba, Aguas Claras y la quebrada de Ayapel que desemboca a la ciénaga Paticos, una de las ciénagas satélites de Ayapel que se halla en el sector noroccidental, muy cerca a la cabecera municipal. También se cuenta con un grupo de caños, casi todos provenientes del oriente del municipio, como Grande, Barro, San Matías, La Miel, La Culebra, y Muñoz (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002, pág. 106).

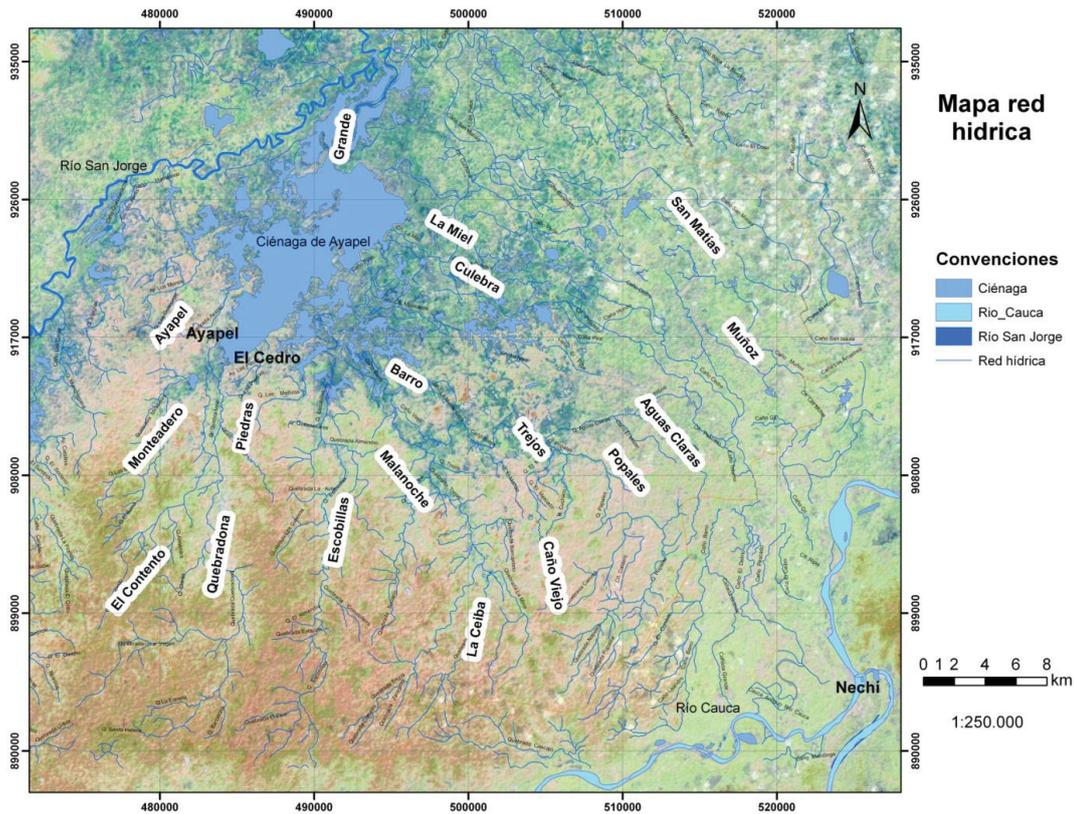


Figura 30. Quebradas y caños más renombrados en el municipio de Ayapel que confluyen a la Ciénaga de Ayapel en alineación S-N y SE-NW, directamente o a través de las ciénagas satélites. Elaboración propia.

### 3.5.2. Modelo hidrológico

Este capítulo contempla tres aspectos importantes en su conjunto: la influencia de las lluvias en la hidrología regional, la participación de los ríos Cauca y San Jorge en los picos de inundación por eventos de crecientes excepcionales de sus cauces y el comportamiento del espejo de agua de la Ciénaga de Ayapel y el efecto en la variación de la superficie del espejo del agua durante el pulso hidrológico.

En la Tabla 8 se presentan los principales valores morfométricos de las cuencas que vierten a la Ciénaga de Ayapel. Están ordenadas en forma descendente de acuerdo con su área.

Tabla 8. Valores morfométricos de las cuencas que tributan a la Ciénaga de Ayapel ordenadas según el área que abarcan. Fuente: adaptado de Municipio de Ayapel, POT 2002-2012, p 122, con cálculos propios.

Cuenca	Longitud km	Área km <sup>2</sup>	Perímetro km	Ancho km	Cota max msnm	Cota min msnm	Pendiente Cuenca %	Longitud Cauces km	Densidad drenaje km/km <sup>2</sup>
Caño Barro	31.8	587.7	114.5	23.7	102	20	0.26	481.8	0.82
Muñoz	48.7	535.0	131.8	14.2	43	20	0.05	481.4	0.90
Quebradona	27.7	210.3	79.5	10.5	122	20	0.37	146.6	0.70
Escobillas	27.7	159.6	76.0	6.5	115	20	0.34	118.4	0.74
Montedero	14.3	49.0	32.1	4.3	100	20	0.56	39.9	0.81
Las Piedras	7.5	22.7	21.8	5.2	48	20	0.37	17.6	0.77

Destacan Caño Barro y Muñoz como las cuencas más amplias y que por su localización geográfica más oriental recibe las mayores precipitaciones que provienen de la Serranía de San Lucas. Escobillas y Quebradona; son cuencas con bastantes similitudes por su morfología y posición. Por su parte Monteadero y Las Piedras con cuencas pequeñas situadas al oeste y con baja significancia en sus aportes.

En la Figura 110 del ANEXO I, se muestran las cuencas que vierten hacia la ciénaga en donde se puede apreciar la preponderancia de las cuencas de Muñoz y caño Barro. Hacia el oeste aparecen unos cuantos caños que drenan principalmente aguas negras de los barrios situados al norte de la cabecera municipal. No serán tenidos en cuenta en los cálculos por su bajo aporte aunque para efectos de la calidad del agua de la Ciénaga juegan un papel muy importante.

Se puede deducir también por el drenaje y la topografía, que la zona oriental, cercana al río Cauca, es baja, con pendiente hacia el norte y el noroeste, cubierta de caños que escurren hacia la ciénaga, por tanto, los desbordes del río en este sector traen como consecuencia que las aguas fluyan en dirección primero al norte y luego hacia el noroccidente, buscando la Ciénaga de Ayapel y luego La Mojana, utilizando como vía la red de drenaje de las cuencas de los caños Barro y Muñoz.

En la Figura 110 del ANEXO I, se presenta la gráfica de las mismas cuencas simultáneamente con las isoyetas de la precipitación promedio multianual. Se observa que las cuencas de los caños Barro y Muñoz sobresalen, ya que la cercanía a la Serranía de San Lucas contribuye a que sean las cuencas que mayores aportes reciben de las precipitaciones promedio de la zona de estudio, sumado esto a que cubren las mayores superficies, tal como se vio en el capítulo anterior.

Con base en las precipitaciones promedio interanuales, se puede estimar la precipitación promedio anual para cada cuenca, según se muestra en la Tabla 9. En la Figura 111 del ANEXO I se despliega la distribución de las isoyetas a través de las diferentes cuencas y en la gráfica de la Figura 31 se muestra la precipitación promedio anual ponderada.

Tabla 9. Cuencas de la Ciénaga de Ayapel con su respectiva área y la precipitación promedio anual que recibe cada una, obtenida del promedio ponderado de las distintas isoyetas que la atraviesan y la porción de área que ocupan. Fuente: elaboración propia sobre datos del IDEAM y del Municipio de Ayapel.

<b>Cuenca</b>	<b>Área km<sup>2</sup></b>	<b>Precipitación promedio multianual mm</b>
<b>Caño Barro</b>	587.7	2910
<b>Muñoz</b>	535.0	3045
<b>Quebradona</b>	210.3	2452
<b>Escobillas</b>	159.6	2562
<b>Monteadero</b>	49.0	2400
<b>Las Piedras</b>	22.7	2400

El comportamiento anual de los caudales de las cuatro cuencas mayores, según ZAPATA (2005, págs. 5-16), se aprecia en la Figura 32 que como era de esperarse por el régimen de lluvias de la zona, muestra un patrón característico monomodal similar entre ellos y correspondiente con el régimen de lluvias. Los caños que más aportan son Barro y Muñoz

y los que menos, los caños del sector occidental, no sólo por la posición geográfica poco influida por las lluvias, sino también por el tamaño de las cuencas.

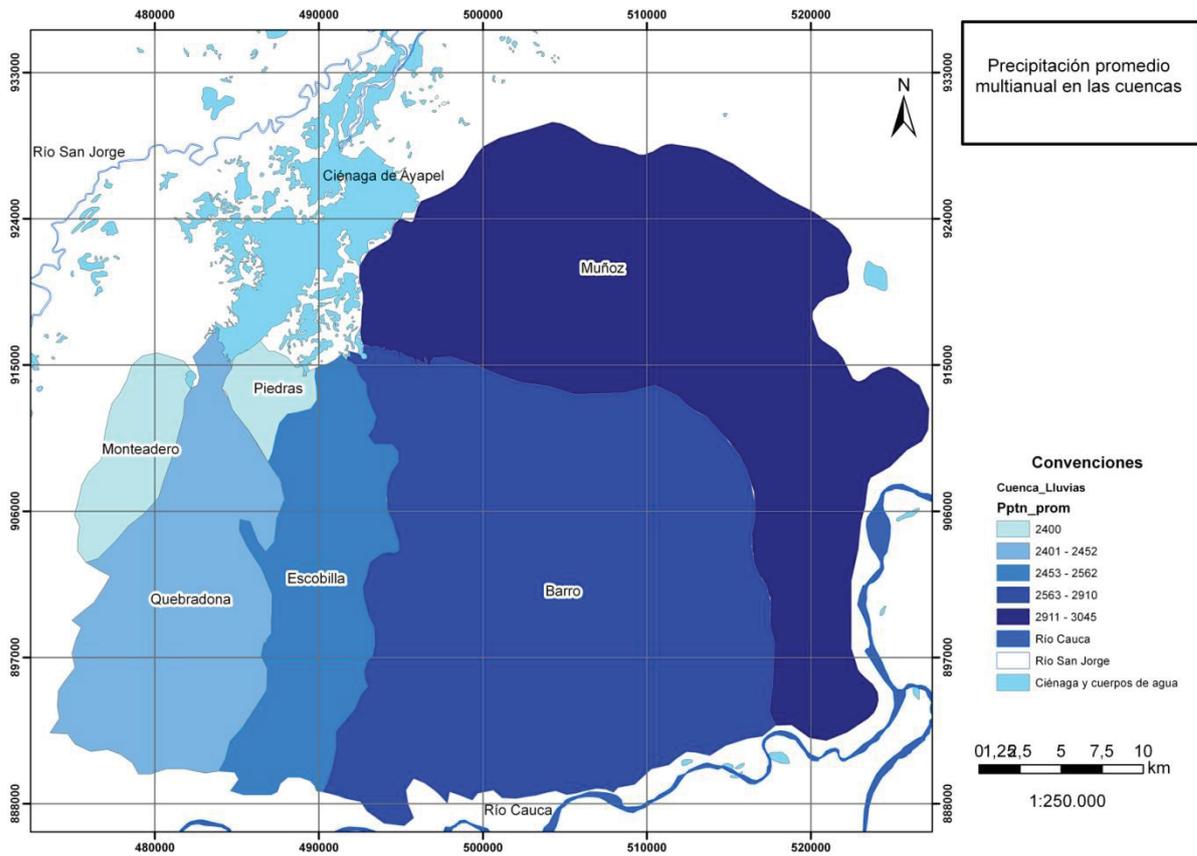
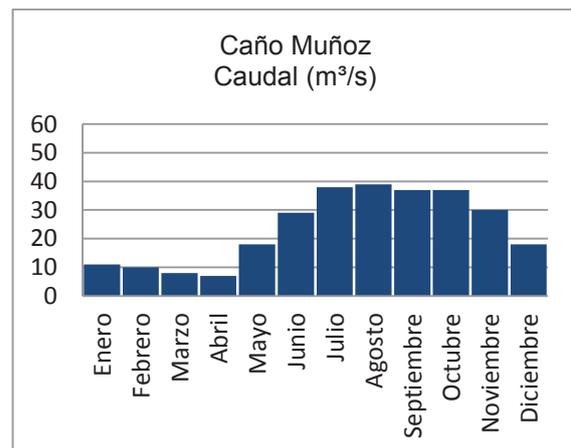
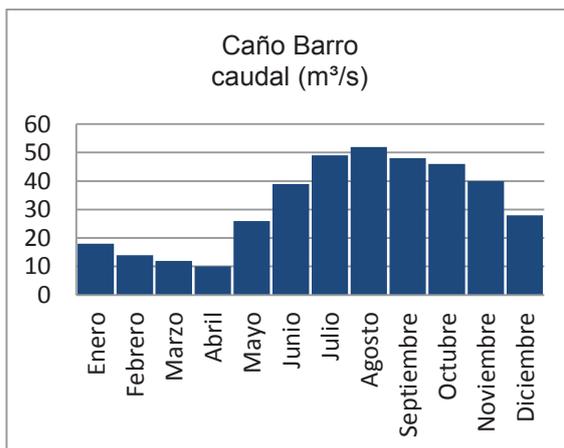


Figura 31. Distribución promedio anual de la precipitación en cada cuenca de acuerdo con la Tabla 9 y la ponderación con el área de la precipitación de cada cuenca.



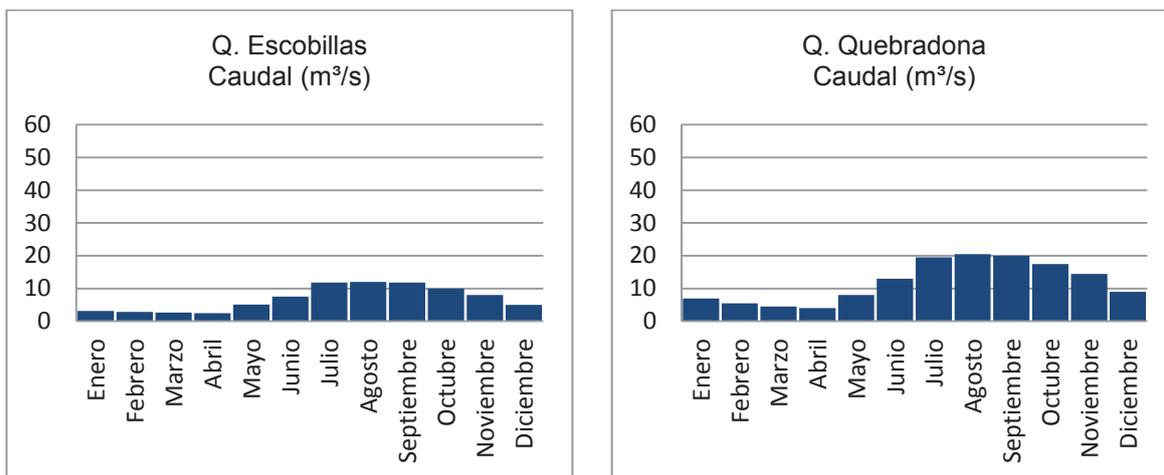


Figura 32. Comportamiento de los caudales estimados de las subcuencas que vierten a la Ciénaga de Ayapel. Fuente: adaptado de (ZAPATA, 2005, págs. 5-16).

### 3.5.3. Interacción de la Ciénaga de Ayapel con el Río San Jorge

La Ciénaga de Ayapel es sólo el comienzo de una serie de cuerpos de agua que están en lo que se denomina como tierras bajas de La Mojana, que son depresiones del nivel del terreno que se anegan durante la época de lluvias en la región y por desbordamiento de los ríos que proceden desde la región andina y desde el Nudo del Paramillo. Cuando fluyen en salida las aguas de la Ciénaga de Ayapel, lo hacen a través de caños que se encuentran al norte de ésta, cerca del río San Jorge, con el cual tienen una comunicación directa, como se puede ver en la Figura 33.

Por su conexión directa al río San Jorge a través del Caño Viloría, el nivel de la Ciénaga fluctúa de acuerdo con el estado hidrológico de su propia cuenca y de la cuenca del San Jorge. El ciclo hidrológico del río San Jorge presenta en los tres primeros meses del año un período seco, incrementándose el caudal a partir de abril hasta finales de mayo. Permanece más o menos constante hasta septiembre con leve incremento en octubre y luego comienza un descenso del nivel a fin de año para cerrar el ciclo. En décadas de aguas bajas el caudal ronda los 60 m³/s y en aguas altas 320 m³/s pero puede llegar a los 500 m³/s excepcionalmente (DNP-FAO-DDT, 2002, págs. 23, 24).

Esto tiene implicaciones, como se verá más adelante, en la forma como el río San Jorge interactúa con la Ciénaga de Ayapel durante el ciclo hidrológico, frenando la salida de las aguas de ésta en sus niveles altos –inclusive haciendo intrusión cuando los niveles son máximos- y permitiendo su desalojo cuando las aguas del río bajan.

En dicha Figura 33 se puede ver el sitio donde se bifurca la interconexión entre la ciénaga y el San Jorge, estando a la izquierda el brazo del caño Grande y a la derecha el del caño Viloría. Según testimonios de gente de la región, en esta zona se han realizado obras civiles para realzar el terreno a manera de dique para controlar las aguas y poder aprovechar el territorio emergido para cultivos de caña y maíz principalmente. También para proteger de inundaciones a las poblaciones aledañas de Seheve y Cecilia. Dicha construcción al parecer, ha ocasionado que la boca de salida haya quedado con una barra de sedimentos a modo de vertedero que elevó el nivel de la ciénaga y aumentó la lámina de agua mínima con respecto a la que había antes.



importantes cantidades de agua por día como se describe más adelante. En el momento de la foto, las aguas del San Jorge estaban ingresando por el caño Grande en contracorriente y cambiaban de rumbo hacia el caño Viloría, que no se encontraba represado aguas abajo. De esta forma, al desagüe de la Ciénaga de Ayapel se unían las aguas del San Jorge (AGUIRRE & al., 2005, pág. 90).

En una modelación realizada por ZAPATA (2005, págs. 5-26) de la interacción ciénaga – río, encontró que entre mayo y agosto, el 40% del tiempo el agua que es evacuada de la ciénaga es inferior a la cantidad de agua que entra por precipitación y escorrentía, factor que de por sí hace elevar el nivel del agua en la Ciénaga. A esto se suma la entrada del río a la ciénaga aprovechando el tener una mayor energía hidráulica; entre agosto y octubre dicho balance tiende a equilibrarse en la medida en que las lluvias disminuyen; a fin de año, con el río San Jorge transportando menos agua, la ciénaga evacua el excedente acumulado.

Un esquema del funcionamiento descrito se muestra en la Figura 34 en donde se destacan los cuatro momentos del pulso hidrológico de la ciénaga y la interacción de intercambio con el río San Jorge.

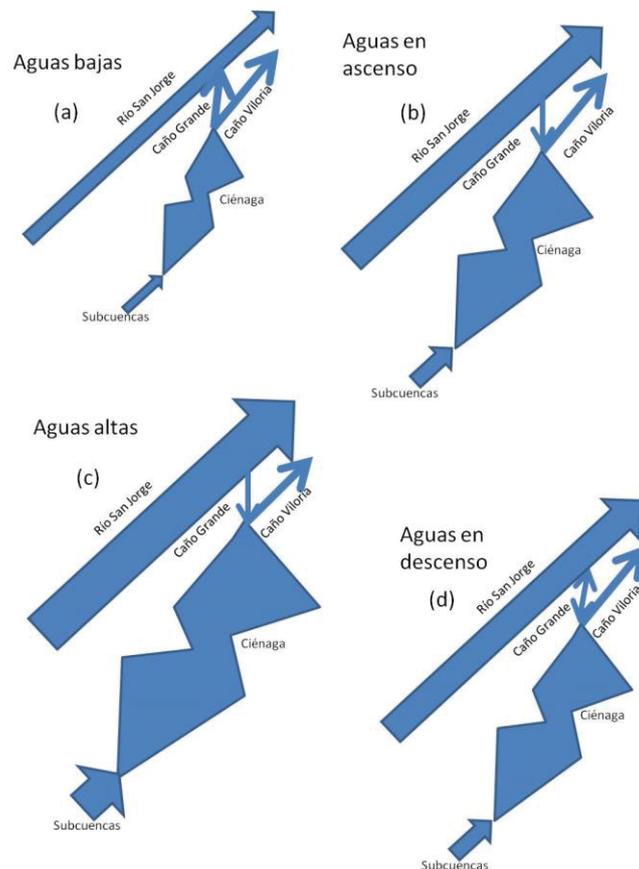


Figura 34. Con base en observaciones de campo y estudio de Zapata (2005, págs. 5-26), se elaboró este esquema del funcionamiento hidráulico entre la ciénaga y el río. En la situación (a), de aguas bajas, es mayor la salida de agua del sistema por vía de los efluentes al San Jorge y la evapotranspiración que lo que entra por precipitación y escorrentía. En (b) es el período de inicio de las lluvias y con algo de retardo comienza a llenarse la Ciénaga. También el río San Jorge comienza a aumentar su caudal y eventualmente a retener la salida de agua de la Ciénaga e inclusive llega a invertir el flujo del caño Grande. En (c) la Ciénaga ha llegado a los máximos niveles, las entradas alcanzan sus máximos valores, tanto por escorrentía como por intrusión del San Jorge. El caño Grande funciona todo el tiempo con el flujo invertido y el caño Viloría evacua tanto las aguas del San Jorge como las de la Ciénaga. En (d) comienza a evacuarse la Ciénaga; eventualmente el caño Grande puede funcionar como compuerta. El gradiente energético hacia el San Jorge por el caño Viloría es alto. Las grandes masas de macrófitas flotantes empiezan a abandonar la Ciénaga.

### 3.5.4. Interacción de la Ciénaga de Ayapel con el Río Cauca

Con el río Cauca la interacción ocurre en eventos de creciente del río. El Cauca procede desde el sur del país recorriendo la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes en dirección hacia el norte. Recorre un estrecho cañón y cuando sale del mismo a la llanura de inundación, son los diques naturales y artificiales los que confinan sus aguas. Comparado con el río San Jorge, pasa relativamente lejos de la Ciénaga de Ayapel pero debido al basculamiento geológico hacia el occidente de la región, las aguas que vierte el río Cauca en sus desbordes corren en dirección al municipio y afectan grandes porciones del territorio, como se puede ver en la Figura 35 que muestra el estado de la inundación ocurrida en 2010. En la región se habla de alrededor de siete rompederos o sitios por donde se desborda el río, pero el más recurrente es el que aporta sus aguas a los caños Barro y San Matías llamado Comegato.

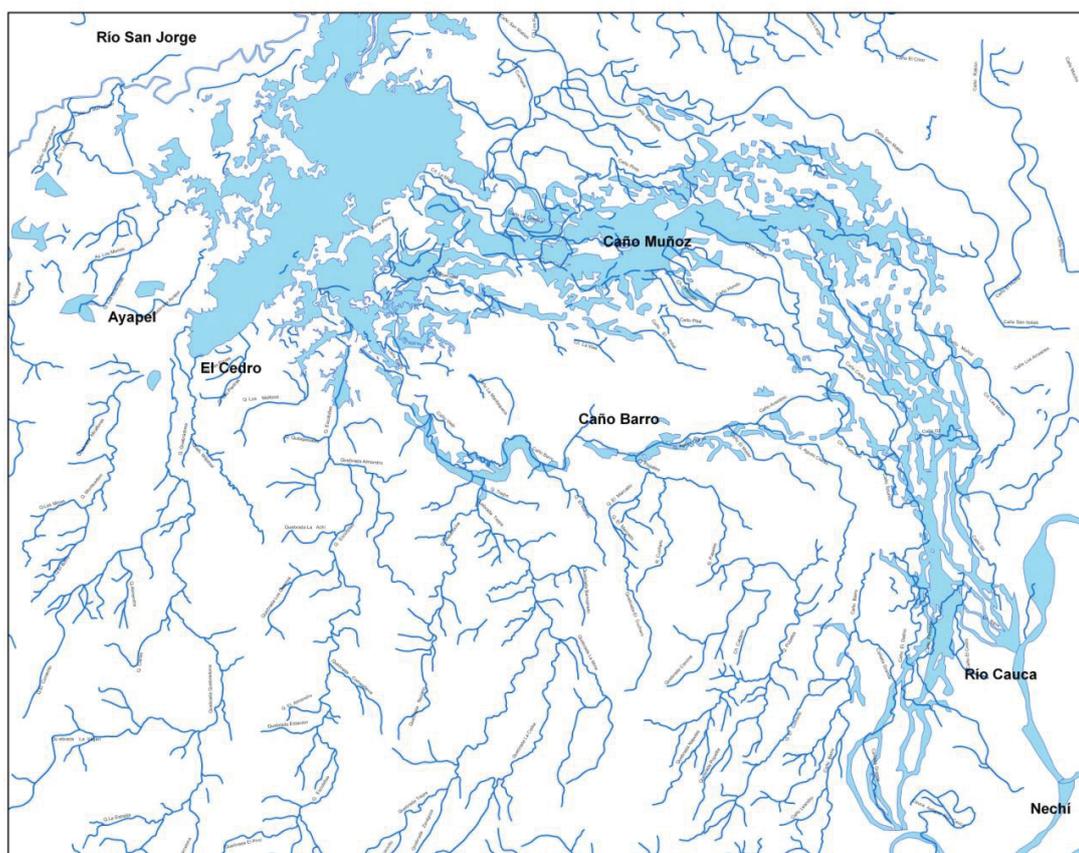


Figura 35. Flujo de las aguas del desborde del río Cauca hacia la Ciénaga de Ayapel de Sureste a Noroeste. Puede observarse que la inundación sigue el curso de los caños Barro y Muñoz en una magnitud tal, que anega la superficie aledaña.

El Cauca transporta una gran carga de material suspendido que proviene del lavado de los suelos de una gran cuenca en donde los procesos de deforestación han sido intensos y por tanto la erosión es fuerte. Además, arrastra altas cargas de contaminantes de las grandes ciudades y poblaciones asentadas en las orillas y cuencas vertientes. Por último, debido al auge en la explotación aluvial de oro que se ha presentado recientemente debido al alza del precio del mineral, el uso indiscriminado de mercurio y la irresponsable disposición que hacen los mineros de este material se presume que el río, que pasa por una importante zona aurífera en el nordeste de Antioquia, transporta gran cantidad de mercurio. De hecho, se

han detectado contenidos de mercurio en sedimentos, agua, peces y plantas acuáticas en Ayapel y zonas cercanas, en diferentes reportes (ver página 77).

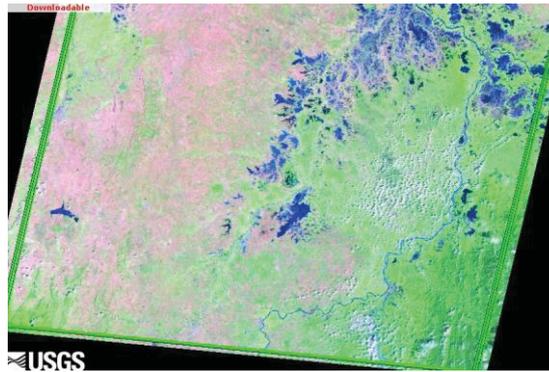
Según los pobladores, en el año 1984 se presentó un evento de inundación extrema que alcanzó un metro de altura en algunas zonas urbanizadas del municipio, de lo cual aún existen marcas en las fachadas de las viviendas. Éste tipo de episodios se presenta cuando el caudal del río Cauca sobrepasa el dique natural que existe en dirección sureste de la ciénaga. Cuando esto sucede, caños como Leandro, Barro, Grande, El Delirio, Pescado, El Cedro, conducen el agua hacia la Ciénaga. Cuando el rompedero se presenta aguas abajo de este punto, las aguas son llevadas por los caños San Isaías y El Humo hasta el caño San Matías, en cuyas márgenes se ubican los corregimientos Alfonso López, Sincelejito y Cecilia, y el caserío de Bocas Sehebe (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002, pág. 122). Debido a que la zona adyacente al río Cauca es de topografía baja, los desbordes no sólo tienen impacto en la ciénaga sino también en la región de la Mojana en general, ya que la corriente que no alcanza a ser transportada hacia Ayapel es encausada a través de bajos y ciénagas en dirección al norte, inundando terrenos que normalmente son utilizados para cultivos o ganadería.

En la Figura 36 se muestra a manera de ejemplo, a través de imágenes satelitales de Landsat, tres eventos de inundación en la región, en las últimas décadas, por desborde del río Cauca. En la imagen superior se aprecia la región sin inundación. En las inferiores están registrados los desbordes del Cauca que ocurren en cercanías del municipio de Nechí, al sureste.

En la población de Ayapel se habla de que estos eventos ocurrían con una frecuencia de unos 18 años pero que en las más recientes inundaciones el intervalos ha sido de 10 años; la última en 2010, además, ha permanecido por más de tres años ya que el daño del jarillón no ha sido reparado, lo que causó grandes pérdidas económicas y daños ambientales. Este evento ha hecho insostenible cualquier actividad económica en la región, situación que se refleja en una frase de los agricultores de la zona: “*cultivar en La Mojana es un juego de azar*”.

La región de la Ciénaga de Ayapel está sujeta a eventuales inundaciones que se pueden tipificar de tres tipos, según la coincidencia o no de los desbordes de los ríos Cauca y San Jorge:

- Las ocasionadas por el río San Jorge, las cuales tienen la particularidad de que producen una expansión de la ciénaga por la intrusión del río e inundan la región occidental de la ciénaga y de la Mojana
- Las que produce el río Cauca por desbordes o rompimientos del dique, las cuales causan que la zona oriental de la ciénaga sea inundada por un flujo con fuertes corrientes que van de sur a norte, siguiendo el gradiente del terreno en dirección al noroccidente a través de caños que desaguan en la Ciénaga de Ayapel y hacia la Mojana
- Las generadas por la acción combinada de ambos ríos las cuales representan los mayores daños ambientales y socio-económicos por la extensión de las tierras inundadas



Enero 2010: situación en verano, sin inundación, como referencia

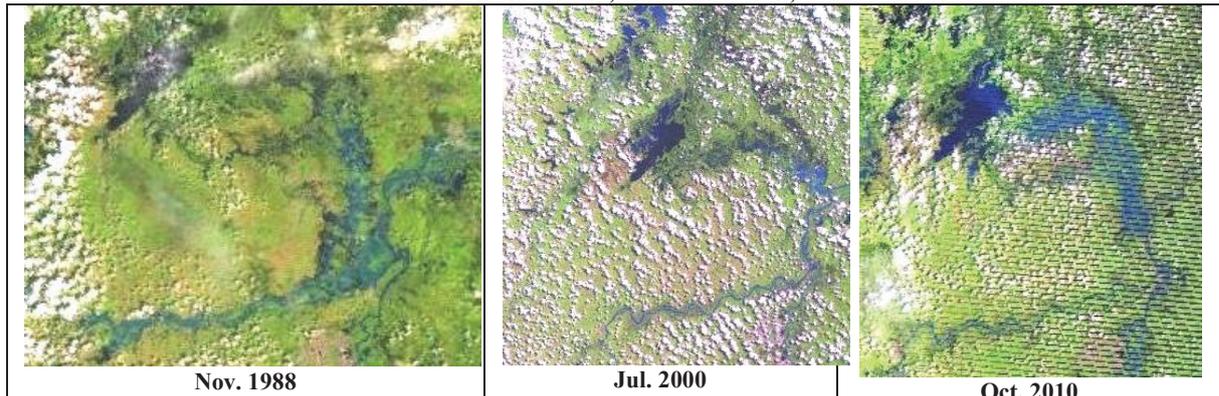


Figura 36. Imágenes de las tres últimas inundaciones de la región (1988, 2000, 2010). Como puede apreciarse, el río Cauca que corre por el sureste de la zona en sentido norte, abre su dique occidental originando lo que los pobladores llaman un “rompedero” y se desborda e inunda un amplio terreno de las zonas más bajas, sigue en forma sinusoidal hacia el nor-oeste, correspondiente al cauce de los caños Barro y Muñoz. Fuente: imágenes ETM de Landsat de las fechas señaladas.

La aparición de estos fenómenos de inundación simple o combinada influye para que en la zona existan restricciones para el desarrollo de actividades económicas de algún tipo, por ejemplo la agrícola, o de lo contrario, desarrollándola a riesgo.

Como se puede apreciar entonces, la zona de estudio está sometida a inundaciones que hacen presencia sin un ciclo determinado. El río San Jorge interviene de dos formas en las inundaciones del municipio: por la retención del agua que evacúa la ciénaga en la época de lluvias. En este caso el nivel de la ciénaga comienza a subir hasta inundar la cabecera municipal principalmente y zonas aledañas a la ciénaga en la zona rural. La otra manera en que afectan los altos caudales del río San Jorge es cuando se desborda en el suroccidente del municipio e inunda tierras cercanas al cauce, que frecuentemente son usadas para el cultivo de arroz.

El río Cauca por otra parte, causa un mayor impacto cuando se desborda por algunas de las llamadas “bocas” o sitios críticos del dique, pues las aguas hacen un largo recorrido en el que buscan los antiguos caños que lo comunicaban con la ciénaga y que como ya se vio en la sección anterior (ver Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.), conforman las cuencas mayores que alimentan la ciénaga. Mientras una pequeña porción se dirige directamente al norte ocupando antiguos basines y orillares abandonados. Como se verá más adelante, estas cuencas de los caños han sido adaptadas para el uso de la ganadería y en algunas áreas para el cultivo del arroz y otros cultivos perennes, confiando en la capacidad del dique. Pero eventos de inundación imprevista y de larga duración como el que se presentó en 2010 han perjudicado a varios finqueros, habitantes de la zona y a la flora y fauna del lugar.

Esto significa que en la zona de estudio se tiene no solamente un régimen hidrológico local que interviene en la determinación del pulso hidrológico de la ciénaga, sino que también actúa un factor externo representado en el río Cauca. Las soluciones a este problema consisten en el dragado y reparación del dique del río Cauca. Ante esto, la posición del gobierno nacional ha sido negligente en dar una solución al problema, tal vez debido a que se está construyendo un gran embalse llamado Hidroituango, cerca a los límites entre Antioquia y Córdoba, el cual represará el río para producir energía eléctrica y con esto se espera que haya una regulación del caudal y que no se presenten picos que aneguen la región.

En tiempos recientes también se han hecho estudios con apoyo internacional – particularmente de Holanda y Canadá- para hacer propuestas de cómo controlar las inundaciones a través de la construcción de nuevos diques, reforzamiento de los existentes y dragados que permitan una mayor capacidad de transporte hidráulico. Canadá apoya con fotografías aéreas de toda la mojana con una resolución de 0.2m x 0.2m e imágenes LIDAR de 1.0 m<sup>2</sup> de resolución, productos que están disponibles desde 2012, mientras que Holanda con su experiencia en la hidráulica hace propuestas para obras civiles de contención.

### **3.5.5. Variaciones del espejo de agua de la Ciénaga de Ayapel a partir del ciclo hidrológico**

El espejo de agua de la Ciénaga de Ayapel fluctúa durante un año hidrológico normal entre cuatro períodos bien definidos que se ilustran en la Figura 37:

- Aguas bajas, que se da en el período seco entre diciembre y marzo. La Ciénaga alcanza su mínima expresión y quedan descubiertas playas, playones y zonas inundables que pronto se cubren de gramíneas y pastos que retoñan en suelos húmedos ricos en nutrientes. Algunos son pastos nativos de praderas tropicales pero en su mayoría son pastos introducidos para la ganadería.
- Aguas en ascenso, cuando comienza la temporada de lluvias entre abril y junio-julio y empieza a expandirse la superficie de agua.
- Aguas altas, cuando se dan las lluvias más intensas entre agosto y septiembre y el río San Jorge crecido impide el desalojo de las aguas de la ciénaga. El nivel del agua alcanza su máximo valor y las zonas susceptibles de inundación quedan cubiertas de agua.
- Aguas en descenso, cuando comienzan a disminuir las lluvias en forma gradual entre octubre y noviembre y el río San Jorge permite que a través del caño Grande se evacúe el agua de la ciénaga. Comienza a retraerse el espejo de agua, a descender los niveles del agua en las zonas inundadas y finaliza el ciclo.

Dicho ciclo se ve afectado, como se ha visto, por eventuales desbordes de los ríos Cauca y San Jorge que provocan inusuales inundaciones. La implicación directa en la ciénaga en tales circunstancias es una ampliación del espejo del agua, de tal forma que muchas zonas bajas pasan a formar parte temporalmente del sistema cenagoso, muchos cauces antiguos se reactivan y la zona retoma una configuración natural existente antes de que comenzaran las obras humanas para controlar el agua.

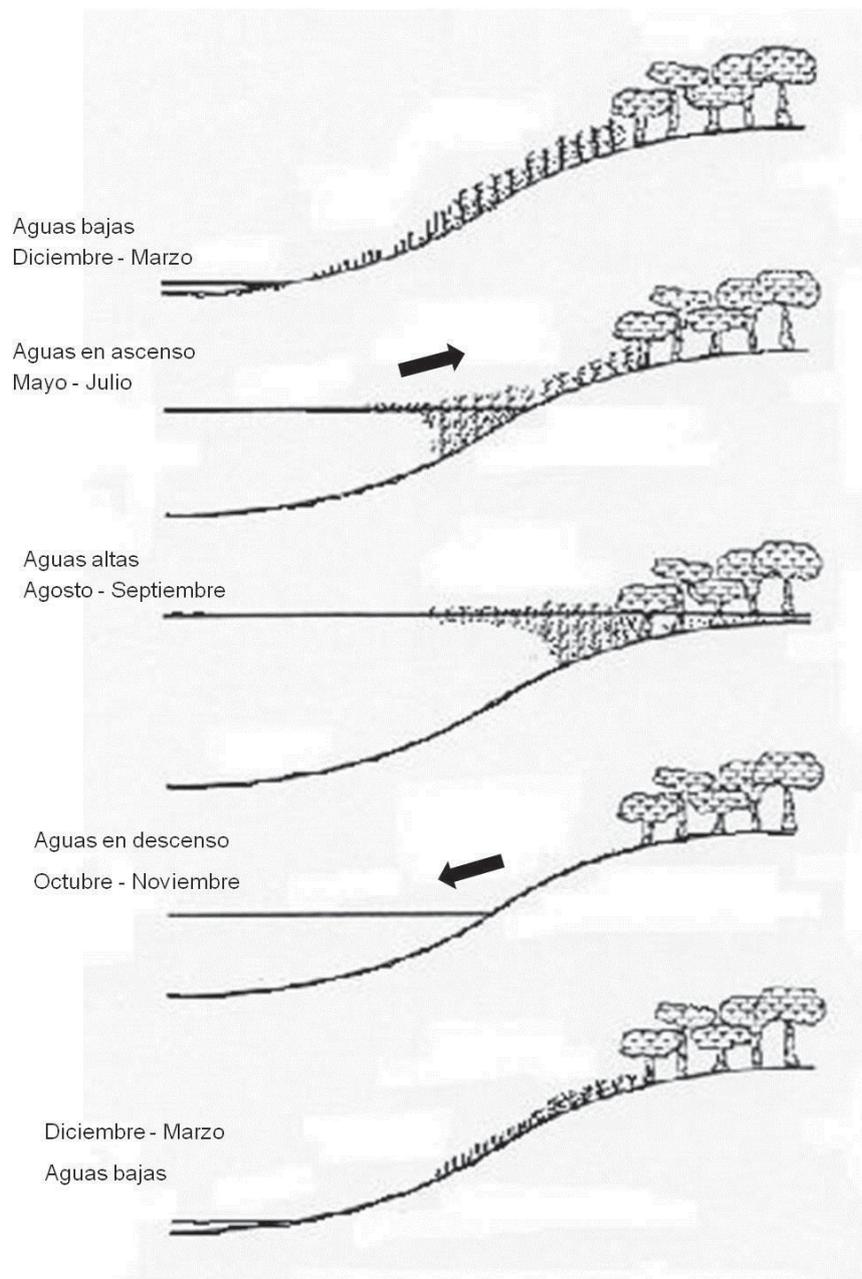


Figura 37. Momentos del Pulso hidrológico en Ayapel. Fuente: adaptado de JUNK, BAYLEY & SPARKS (1989).

Para hacer un análisis de la superficie terrestre que está sujeta a la inundación periódica anual por el pulso hidrológico de la Ciénaga de Ayapel y finalmente una modelación que permita deducir la variación del paisaje por eventos hidrológicos cíclicos, que además posibilite extraer y cuantificar las superficies que están disponibles periódicamente, y que puedan ser utilizadas previa planificación e inversión en algún tipo de actividad productiva acorde con esa dinámica, se acudió a las imágenes disponibles de Landsat que cumplieran con las siguientes condiciones:

- Que sean imágenes con baja nubosidad: en general, la zona permanece cubierta por una densa masa de nubes convectivas que impiden en la mayoría de las imágenes visualizar la región. Sólo algunas ventanas atmosféricas que aparecen a fin y principio de año permiten contar con imágenes con baja nubosidad.

- Que exista el dato del nivel de la ciénaga en el día de captura de la imagen. El estudio que se presenta en este capítulo pretende establecer relaciones entre la extensión del espejo del agua con la altura o cota de dicho nivel. Para ello es necesario tener registros de la lectura en la mira del limnómetro.
- Que haya representatividad de la condición hidrológica correspondiente al mes escogido. De las imágenes que quedan luego de la anterior selección, es necesario que se escojan aquellas en las cuales las lluvias del mes en que fue tomada la imagen estén cercanas al promedio histórico de lluvias mensuales para ese período.
- Que el Nivel de la ciénaga escogido esté dentro del rango típico para el mes. Es decir, que la lectura en el limnógrafo debe corresponder para la imagen seleccionada, al valor típico que alcanza el nivel del agua históricamente en ese mes.

Dadas estas condiciones, se escogieron las imágenes satelitales que se listan en la Tabla 35 del ANEXO I, y se muestran en la Figura 39 para la simulación. Se presenta además el nivel de la ciénaga el día de la captura de la imagen, el nivel promedio de la ciénaga para ese mes, la desviación estándar de las mediciones de ese mes, si hubo presencia del ENSO en ese año según el IDEAM y una calificación a la calidad del ENSO para mostrar en la gráfica su intensidad en una escala de 1 a 7, siendo 1 un Niño fuerte, variando a moderado y débil, 4 para un año normal, 5 para una niña débil, 6 moderada y 7 para un año Niña fuerte, tal como se muestra en la Figura 112. Para el mes de abril no hubo imagen que cumpliera con los criterios de selección. Para noviembre se encontró sólo una imagen que aunque coincidió con el inicio del episodio de inundación del año 2005 tiene poca incidencia en el aumento del espejo de agua de la ciénaga como se puede ver más adelante.

Entre la desviación estándar de los datos de la mira y la intensidad del ENSO (ver Figura 38) parece haber una correlación inversa cuando la manifestación del fenómeno climático tiene cierta intensidad, bien sea Niño o Niña. Es decir, que si ocurre un Niño o Niña moderado a débil, disminuye la diferencia entre el valor de la mira para el mes de la imagen y el valor promedio mensual histórico de la mira.

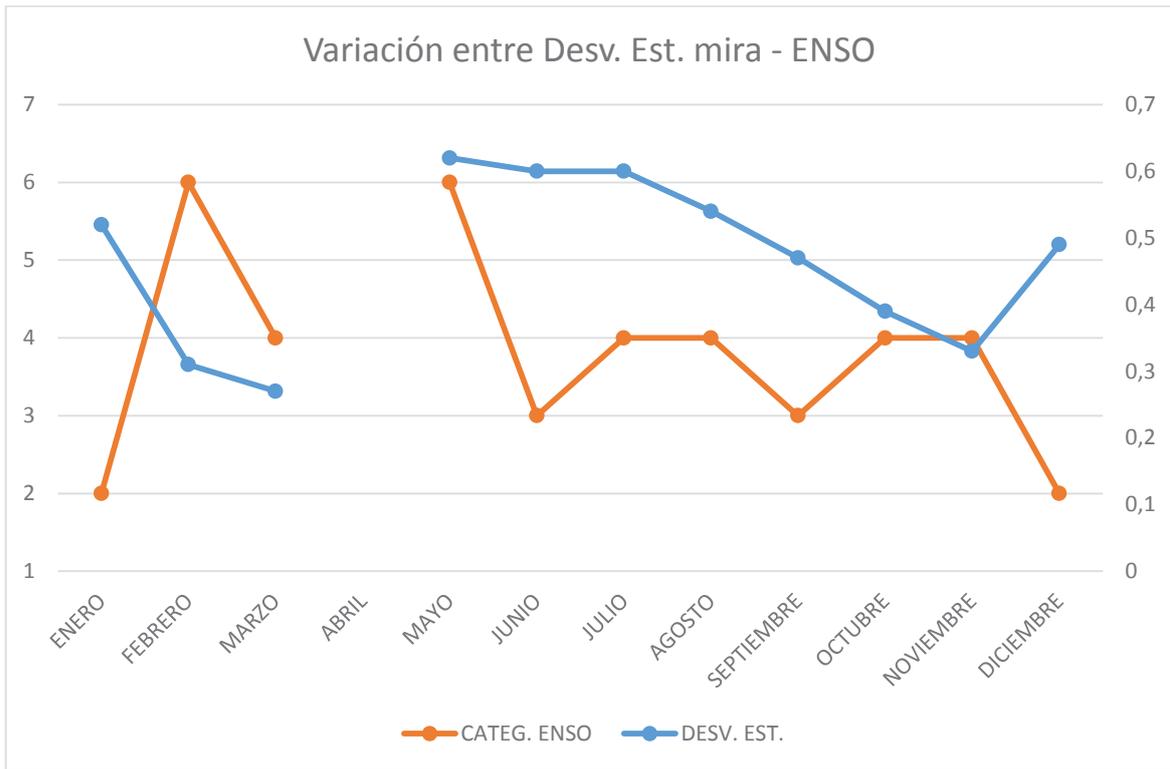
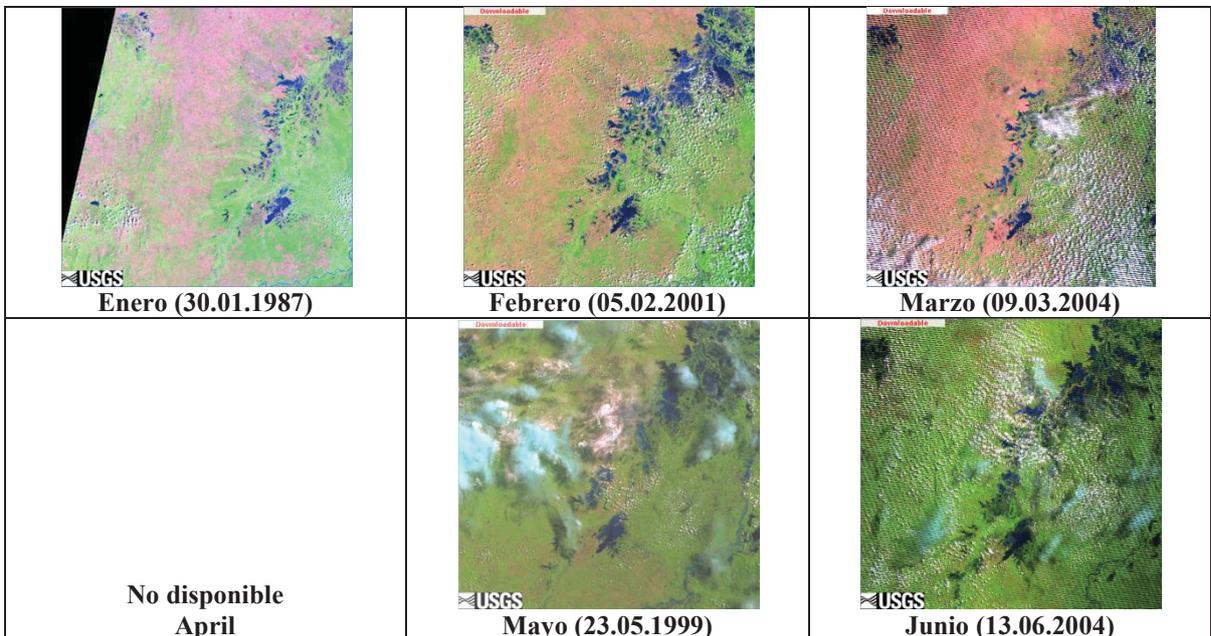


Figura 38. Comportamiento entre las desviaciones estándar de la lectura de mira en el momento de la foto y los valores históricos mensuales de mira, en comparación con la intensidad del ENSO. Si no se consideran los valores en que no hubo ENSO (año normal), parece haber una relación inversa con la desviación estándar, lo que significa que la lectura de la mira en el momento de la imagen, se aproxima al valor histórico. Fuente: elaboración propia.



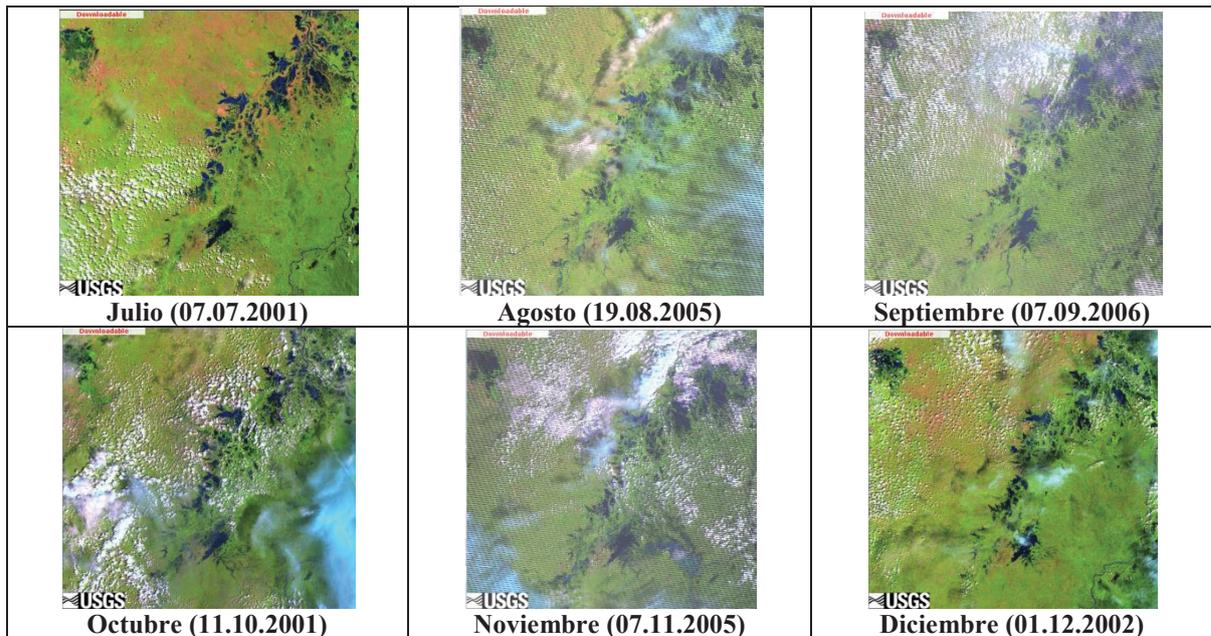


Figura 39. Imágenes satelitales de Landsat escogidas para simular el comportamiento de la ciénaga durante el año hidrológico, porque cumplieron los criterios fijados. Fuente: glovis USGS, de diferentes fechas.

En la siguiente Figura 112 en el ANEXO I, se muestra el comportamiento promedio del nivel de la ciénaga –línea azul, comparado con el valor del limnógrafo el día de la captura de la imagen –barra sólida azul. La barra sólida verde representa la intensidad del fenómeno ENSO para el período de la captura de la imagen.

Sin embargo se debe resaltar que cuando se hace la elección de las imágenes con los criterios expuestos, puede haber efectos introducidos por el ENSO como por ejemplo la aparición tardía de las lluvias o precipitaciones pico que generan potencial incertidumbre. También puede influir en la manera como interactúan los ríos con la ciénaga añadiendo un efecto que no es tangible solo por la precipitación local. Al depender tan estrechamente del pulso de inundación, las actividades humanas se verán afectadas por estas variaciones.

A través de imágenes satelitales de Landsat de diferentes años y meses que fueron depuradas, tal como se explicó en la metodología (pág. 19), se procedió a la superposición de las imágenes resultantes como se muestran en la Figura 113 del ANEXO I, ordenadas de menor a mayor área superficial, comenzando con el mes de enero que presenta el área mínima.

Los datos de las áreas del espejo de agua correspondientes a cada mes modelado se muestran en la Tabla 10 al igual que la diferencia de área con respecto al mes anterior. Como puede observarse, existe una diferencia equivalente al 64% entre la máxima contracción de la ciénaga y su máxima expansión, que equivale a una área cercana a los 50 km<sup>2</sup>, disponible pero no constante; mes a mes; estas superficies secas varían de lugar y así mismo su permanencia entre meses consecutivos sin agua, llegando a persistir máximo por dos meses seguidos, que sería en el caso de diciembre y enero, cuando la ciénaga no presenta fluctuaciones.

Con esta modelación se busca en primer lugar, determinar la variación en el paisaje y cuantificar las áreas que son inundadas temporal y permanentemente. Deducir el tiempo en que permanecen inundadas y secas. Más adelante se correlacionará esta información con los tipos de suelos y vocación de estos para finalmente estimar las zonas en donde los

cultivos transitorios en épocas propicias sean una posible alternativa para la población sin recursos.

En la modelación se han tenido en cuenta los cuerpos de agua de la ciénaga principal y de las ciénagas satélites, en el sureste de la imagen, que corresponden en su orden de izquierda a derecha de las ciénagas de Hoyo de los Bagres, Escobillita y Escobilla. Estas últimas tienen un vaso bien definido y su variación durante el ciclo hidrológico no es significativo como se puede apreciar en la Figura 41 y en la Figura 42.

Tabla 10. Datos de las superficies de los cuerpos de agua que conforman el complejo cenagoso de Ayapel y su diferencia de área con respecto al mes anterior, con base en imágenes satelitales. Fuente: elaboración propia.

Mes	Superficie (km <sup>2</sup> )	Discrepancia mensual (km <sup>2</sup> )	Nivel de la mira (m)
Enero	78.4	-31.3 desde dic.	3.15
Febrero	109.4	31.0	3.34
Marzo	81.7	-27.7	2.91
Mayo	117.7	36.0	4.30
Junio	128.2	10.5	4.98
Julio	83.6	-44.6	4.51
Agosto	123.5	39.9	5.71
Septiembre	126.3	2.8	5.45
Octubre	99.3	-27.0	5.67
Noviembre	128.8	29.5	5.74
Diciembre	109.7	-19.1	5.28
Máx	128.8		
Mín	78.4		
Discrepancia	50.4	64%	
Promedio	107.9		

Entre la lectura de mira (m) y el área de superficie inundada (km<sup>2</sup>) existe una correlación, tal como se deduce de la siguiente Figura 40, lo que es de esperarse.

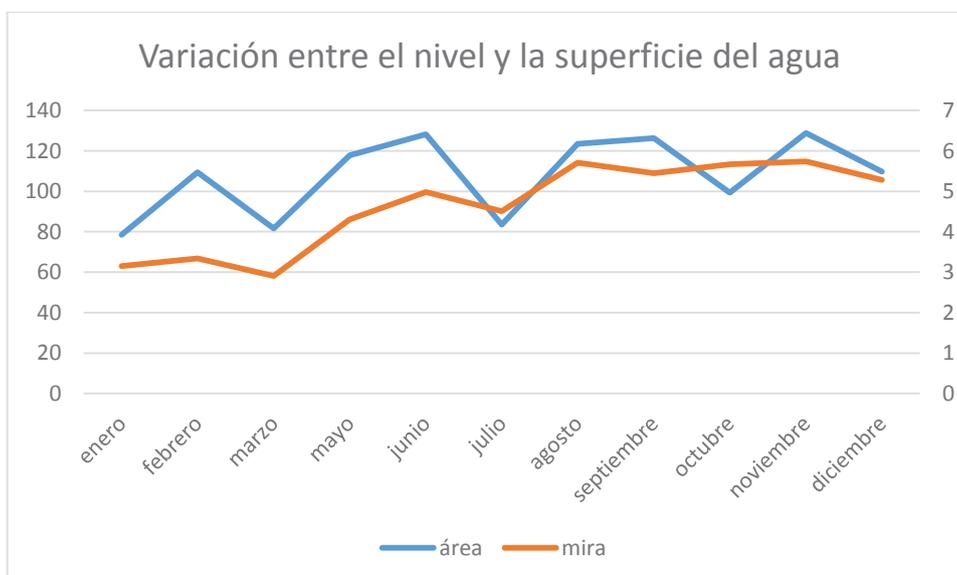


Figura 40. Relación entre las variaciones del área (km<sup>2</sup>) de los espejos de agua y las lecturas en la mira (m) correspondientes al día de la toma de la imagen satelital. Se puede apreciar que la correlación es positiva. Fuente: elaboración propia.

Para una mejor observación del comportamiento del espejo del agua en cada mes seleccionado, se muestran las siluetas de las superficies inundadas en la Figura 41.

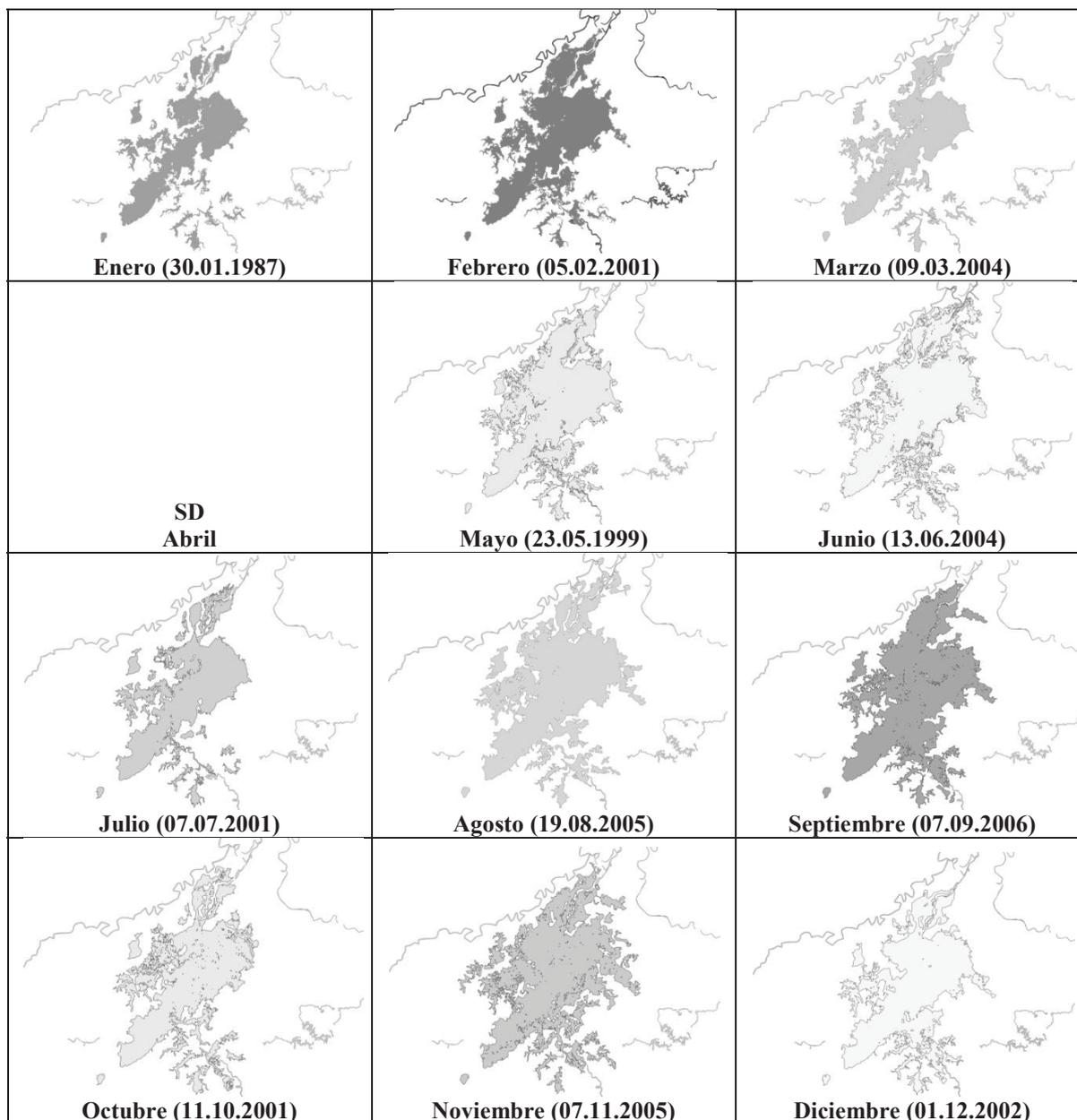


Figura 41. Perfiles de los espejos de agua que ocupa la ciénaga durante el año según las imágenes seleccionadas para la simulación del pulso hidrológico en la Ciénaga de Ayapel que como se ve en la tabla 14, tienen relativa concordancia con los niveles registrados en la mira. Fuente: elaboración propia a partir de imágenes de Landsat de diferentes fechas.

Si bien las imágenes no siguen una secuencia exacta del pulso hidrológico de la ciénaga debido a que proceden de diferentes años en los que las particularidades del clima se expresan con cambios de la intensidad, retrasos o adelantos temporales y externalidades que introducen gradientes anormales; como modelo tiene la ventaja de que se basa en mediciones reales de espejos de agua y permite dimensionar en el terreno, las áreas que sin importar dichas variantes, sufren inundación temporal o permanente.

Como se mencionó anteriormente, a partir de este análisis se dedujeron espacialmente la posición de los territorios que permanecen constantemente inundados para diferenciarlos de los que se inundan temporalmente. En comparación, la unión de todas las áreas que se inundan en algún momento se presenta en la Figura 42. Allí aparecen las zonas que están anegadas temporal y permanentemente. El cálculo de esta superficie arrojó 327 km<sup>2</sup> (casi 4

veces el área mínima). Es decir, que entre el período de aguas bajas y el de aguas altas, se pueden llegar a inundar unos 259 km<sup>2</sup> en el área demarcada en dicha figura.

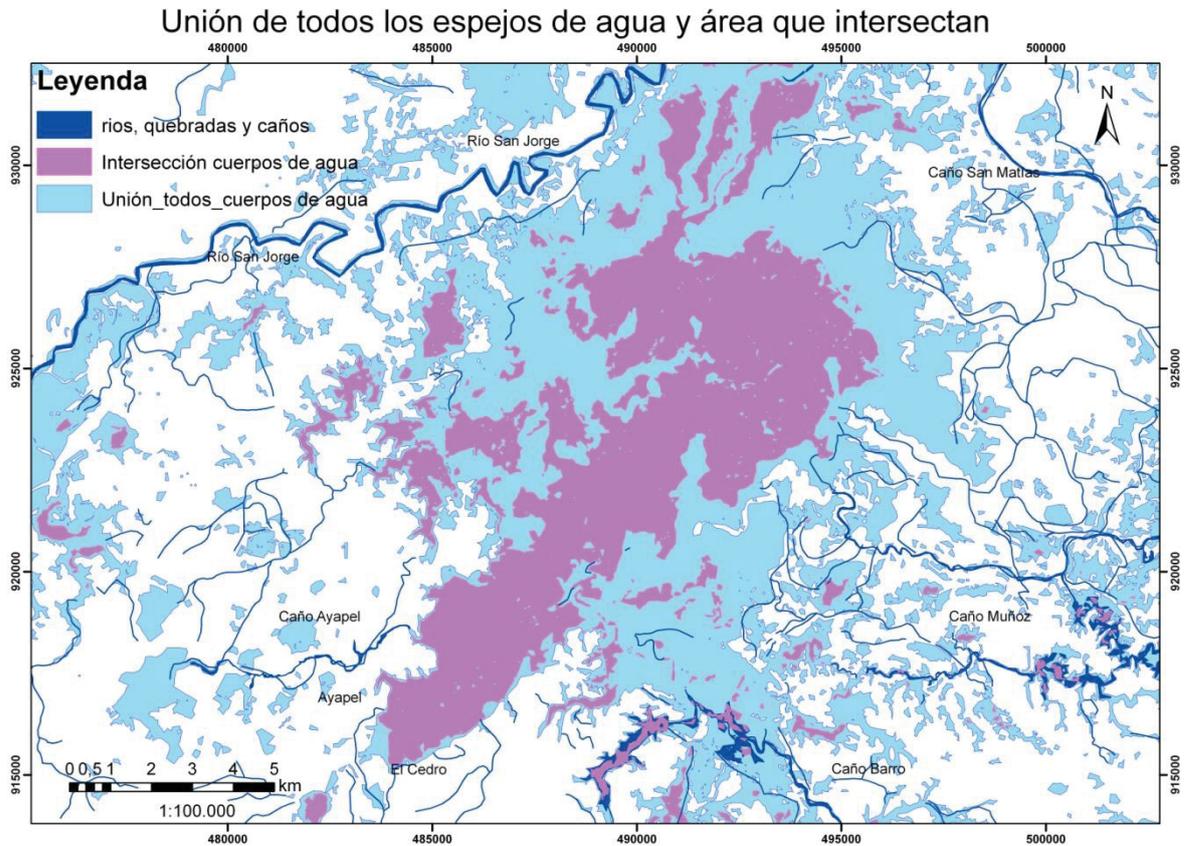


Figura 42. Contraste de cuerpos de agua entre los permanentes (en color rosado) y los temporales (en tonos de azul). Son deducible los terrenos que pueden tener un uso durante cierta época del año con suficiente duración para permitir una actividad productiva. La diferencia absoluta según la Tabla 10 es de 50 km<sup>2</sup> en lo referente al cuerpo de agua principal y sus ciénagas satélites, pero si se tienen en cuenta los espejos que se forman en el área considerada en el cuadro, esa cantidad aumenta a 259 km<sup>2</sup>. Fuente: elaboración propia a partir de las imágenes de Landsat utilizadas para la modelación.

Lo realizado hasta el momento aporta elementos sobre como es el efecto del clima en un territorio que presenta posibilidades para que una gran parte de él sea cubierto por agua en las diferentes fases del ciclo hidrológico, lo que, como ya se ha mencionado, tiene grandes repercusiones en los suelos, la biota y finalmente las actividades humanas en cuanto la vivienda, el transporte, la producción agropecuaria. A continuación se estudiará mas detalladamente el cuerpo principal de la Ciénaga de Ayapel y ciénagas aledañas, y su configuración como reservorio de agua.

### 3.5.6. Batimetría de la Ciénaga de Ayapel

La batimetría como proceso de medición de la topografía de un terreno que está inundado, permite en primer lugar conocer el relieve que yace en el fondo de un cuerpo de agua, entender algunos fenómenos que tienen que ver con flujos o corrientes internas. En lo físico, áreas en donde se acumula gran energía por la radiación y zonas expuestas a la acción del viento. A nivel biológico, zonas aptas para la reproducción de peces, zonas someras y pelágicas en donde se hallan las diferentes formas de vida. A largo plazo la batimetría sirve para establecer la variación del fondo debida a cargas de sedimento que aportan los afluentes (COLE, 1988), (HUTCHINSON, 1967).

El primer producto de este proceso es el mapa de curvas de nivel o en este caso, mapa de isóbatas que se muestra en la Figura 43. La porción medida es comparable a la seleccionada para el análisis de la Figura 113.

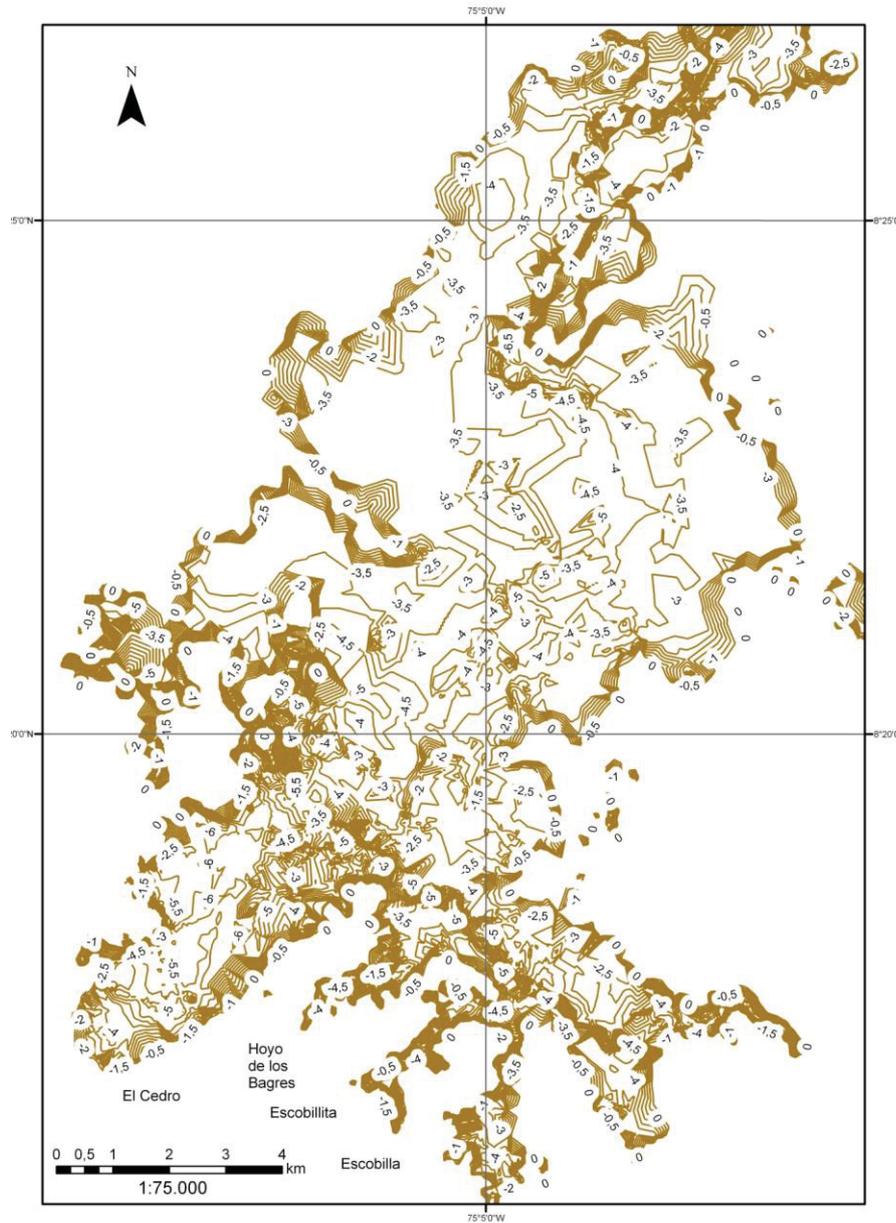


Figura 43. Batimetría de la Ciénaga de Ayapel y sus ciénagas satélite. Fuente: elaboración propia en Arcgis con datos propios y de los proyectos (AGUIRRE & al., 2005)(MONTTOYA, AGUIRRE, & GONZALEZ, 2011)(PALACIO & al., 2007).

Las zonas más profundas de la ciénaga corresponden a las del sur de la cubeta algunas zonas de las ciénagas satélite (Hoyo de los Bagres, Escobillita y Escobilla), en el fondo del canal del caño Barro (MONTTOYA, AGUIRRE, & VELEZ-MACIAS, 2011), y en el lecho sumergido que se forma por el costado oeste de la ciénaga y busca salida por el caño Fístula para entregar las aguas al río San Jorge. De la gráfica se puede deducir que los primeros niveles tienen poca capacidad de contención de agua y dicha capacidad va aumentando gradualmente demostrando una forma cóncava de la cubeta, con pendientes laterales suaves.

A continuación se muestran en la Tabla 11 los resultados de los cálculos de áreas de los polígonos que correspondientes a las diferentes cotas que se hallan en la ciénaga y los volúmenes de agua acumulados que se almacenan para cada cota.

Tabla 11. Resultados del cálculo de las áreas y volúmenes de la Ciénaga. Fuente: elaboración propia.

<b>Cota msnm</b>	<b>Área Polígonos m<sup>2</sup></b>	<b>Volumen parcial Polígonos m<sup>3</sup></b>	<b>Volúmenes (ΣV) acumulados m<sup>3</sup></b>	<b>Altura de Mira m</b>	<b>Prof. Prom. m</b>
15.0	3029	505	505	0.0	0.2
15.5	13002	3718	4222	0.0	0.3
16.0	91806	18009	22231	0.0	0.3
16.5	927513	206727	228959	0.0	0.3
17.0	5173439	1381914	1610873	0.1	0.3
17.5	8537894	3392901	5003774	0.6	0.6
18.0	13797915	5531603	10535377	1.1	0.8
18.5	24919377	9543349	20078725	1.6	0.8
19.0	46516586	17580411	37659136	2.1	0.8
19.5	85605583	32537648	70196785	2.6	0.8
20.0	100168144	46395794	116592579	3.1	1.2
20.5	108960834	52266834	168859413	3.6	1.5
21.0	113876851	55704902	224564315	4.1	2.0
21.5	121205253	58761005	283325320	4.6	2.3
22.0	125874981	61766381	345091701	5.1	2.7
22.5	133332109	64792832	409884532	5.6	3.1
<b>SUMA</b>		<b>409884532</b>			

El volumen de almacenamiento máximo de la ciénaga para los datos recogidos es de cerca de 410 millones de m<sup>3</sup> en la cota 22.5 (m.s.n.m.), que equivalen en la mira limnimétrica a 5.6 metros. Si se considera el nivel de 5.74 metros, alcanzado en la mira durante el evento de inundación de noviembre de 2005, se puede estimar que el nivel de 5.6 metros está cercano al límite de llenado de la ciénaga sin llegar a inundar la cabecera municipal. Comparado con la modelación hecha con las imágenes satelitales en la página 68, la discrepancia entre las áreas máximas medidas por ambos métodos es de 4.5 km<sup>2</sup>, que es relativamente bajo (3.3% del área), y se interpreta como una validación de los modelos.

Este volumen se trata, en condiciones de uso y aprovechamiento racional, de agua clara, dulce que representa un gran valor ambiental y social para la región. Debido a las demandas crecientes de agua que experimenta el mundo actual, se puede considerar al Sistema Cenagoso de Ayapel como una gran reserva de agua y por tanto es necesario que el recurso sea gestionado para que se preserve su estado natural y permanezca inalterado en lo posible ante riesgos como la contaminación por mercurio proveniente de la minería (ver página 77).

La gráfica de los datos de la Tabla 11 se puede apreciar en la Figura 44.

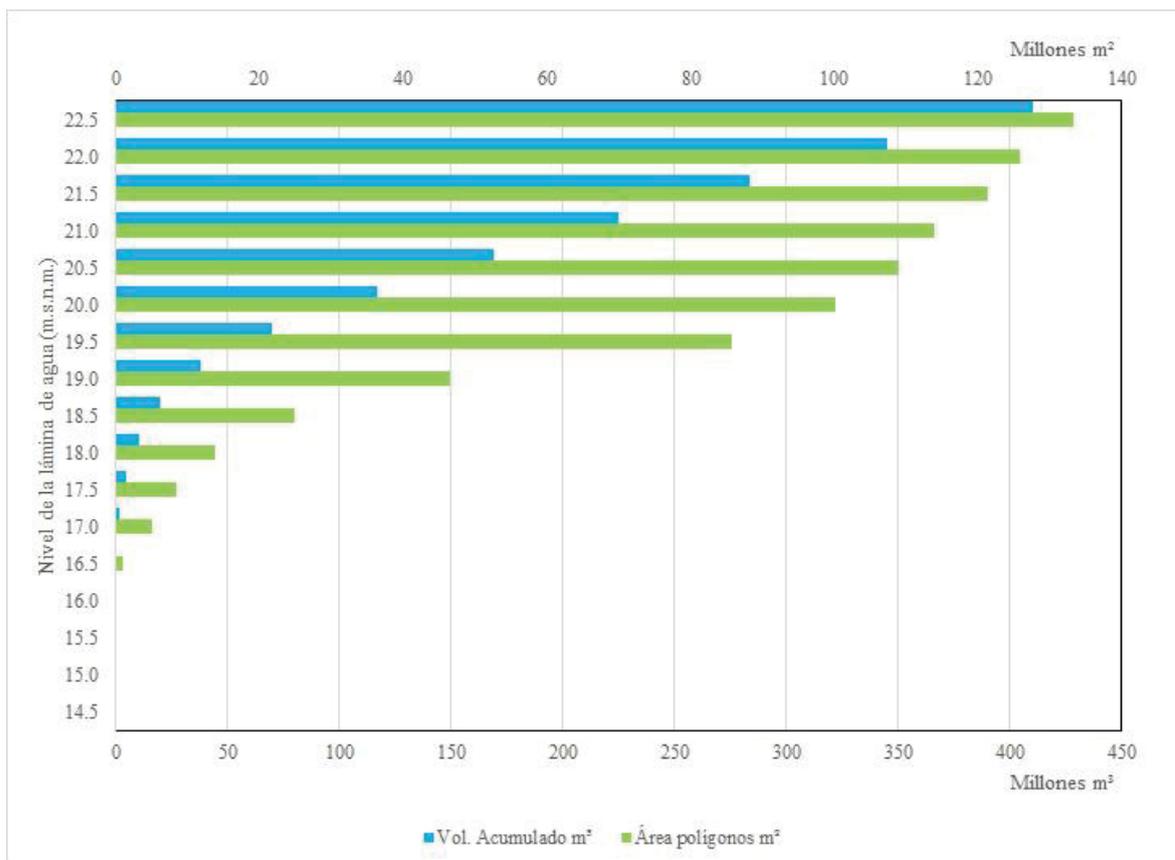


Figura 44. Gráfica del volumen de agua acumulado que almacena cada sección de altura de la ciénaga. Puede interpretarse como una cuña piramidal llenándose gradualmente hasta su máximo, es decir que a partir de aproximadamente 22.5 m.s.n.m. de la lámina de agua o 5.6 m. de lectura en la mira, la ciénaga se desborda e inunda la cabecera municipal. Fuente: elaboración propia.

Se puede apreciar en la gráfica, que al irse alcanzando el máximo valor de almacenamiento, el delta del volumen va disminuyendo debido a la forma del vaso o cuenco de la ciénaga, lo que en la gráfica se muestra como una curva asintótica. Para tener un punto de comparación del tamaño de la Ciénaga de Ayapel con otros cuerpos de agua relevantes en Colombia --ciénagas y embalses--, se presenta la siguiente Tabla 12.

Tabla 12. Diferentes cuerpos de agua de importancia en Colombia. Fuente: (IDEAM, 2010), (HERNÁNDEZ, y otros, 2013), (MONTROYA & AGUIRRE, 2009) y este estudio.

Tipo	Nombre	Región	Área km²	Perímetro km	Volumen Mm³
Ciénaga	C. G. de S. M.	Bajo Magdalena	456.6	111.8	2232
Ciénaga	Zapatoza	Cesar	319.6	356.8	1000
Ciénaga	Pajalar	Bajo Magdalena	107.6	155.2	S.D.
<b>Ciénaga</b>	<b>Ayapel</b>	<b>Bajo Cauca</b>	<b>133.3</b>	<b>182.0</b>	<b>410</b>
Laguna	Tota	Boyacá	55.1	57.1	S.D.
Laguna	Cocha	Putumayo	41.6	43.3	S.D.
Embalse	El Peñol	Magdalena medio	83.3	133.2	1072
Embalse	Urrá	Medio Sinú	62.8	134.6	1826

La Ciénaga Grande de Santa Marta (C. G. de S. M.) es un cuerpo salobre ya que pertenece a aguas estuarinas. Teniendo en cuenta que los cuerpos de agua mencionados tienen variación en sus parámetros morfométricos en función de ciclos hidrológicos o de operación hidráulica, puede verse que la Ciénaga de Ayapel ocupa un lugar predominante en el inventario de reservas hídricas de aguas claras, del país.

De los datos de lectura de mira de la Ciénaga de Ayapel obtenidos del IDEAM, se dedujeron los promedios mensuales multianuales para poder estimar el volumen promedio equivalente para cada mes. El resultado se muestra en la siguiente Tabla 13.

Tabla 13. Volúmenes aproximados que corresponden a la altura promedio mensual multianual del agua en la mira.  
Fuente: cálculos propios.

Mes	Nivel Mira promedio	Cota equivalente	Volumen promedio aproximado (Mm <sup>3</sup> )
Enero	4.04	20.94	225
Febrero	3.03	19.93	117
Marzo	2.64	19.54	70
Abril	2.58	19.48	70
Mayo	3.40	20.30	117
Junio	4.53	21.43	225
Julio	5.26	22.16	345
Agosto	5.39	22.29	410
Septiembre	5.68	22.58	Desborde
Octubre	5.47	22.37	410
Noviembre	5.34	22.24	410
Diciembre	4.72	21.62	345

Lo cual se expresa gráficamente como se muestra en la Figura 45.

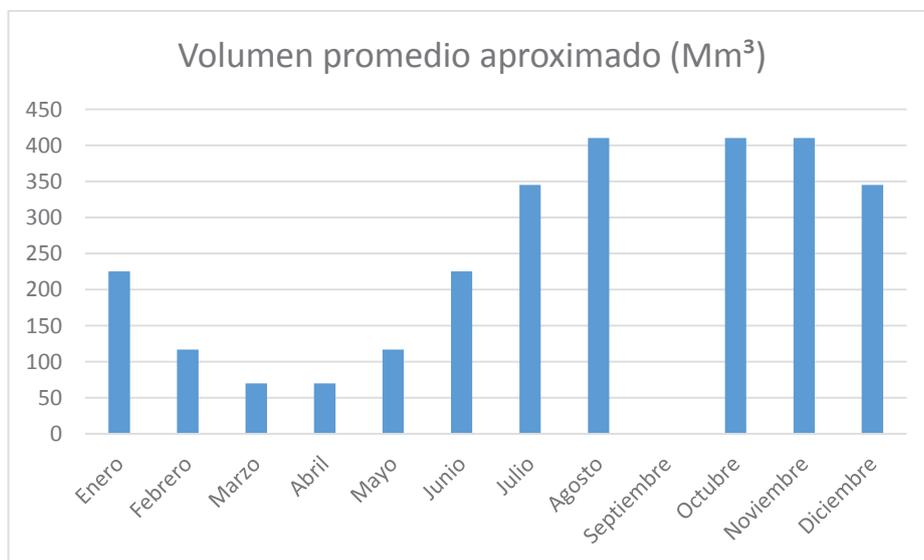


Figura 45. Variación de los volúmenes de agua que contiene la Ciénaga de Ayapel a partir de las lecturas promedios mensuales multianuales de mira (en Mm<sup>3</sup>). En septiembre el valor que se alcanza en el promedio mensual histórico produce según los cálculos, el desborde de la ciénaga, es decir, se supera la capacidad de almacenamiento del vaso.

Fuente: elaboración propia.

Analizando el comportamiento del ciclo hidrológico de Ayapel, se puede observar que la ciénaga pasa de un volumen cercano a los 70 millones de m<sup>3</sup> entre marzo y abril, que es la época de menores niveles en la ciénaga, a 410 millones de m<sup>3</sup> de agua entre agosto y noviembre, desbordando inclusive en octubre.

Si se hace un cálculo grueso de lo que representa la transferencia promedio de aportes de agua hacia la ciénaga en 224 días, resulta en un caudal de 17.6 m<sup>3</sup>/s (por escorrentía, precipitación, intrusiones del San Jorge). Más dramático es el período de aguas en descenso, ya que la misma cantidad se drena en un periodo de 141 días, lo que equivale a un caudal promedio de desagüe neto de 27.9 m<sup>3</sup>/s (por descarga al San Jorge, infiltración y evapotranspiración).

Los datos de simulación y balance de caudales que obtuvo ZAPATA (2005, págs. 5-30) reportan que el tiempo de residencia del agua en la ciénaga varía entre 20 y 50 días con una media de 37 días. Este valor es considerado bajo en la literatura para aguas lemníticas. La variación de los tiempo de retención en la ciénaga se presentan en la siguiente Figura 46 (AGUIRRE & al., 2005).

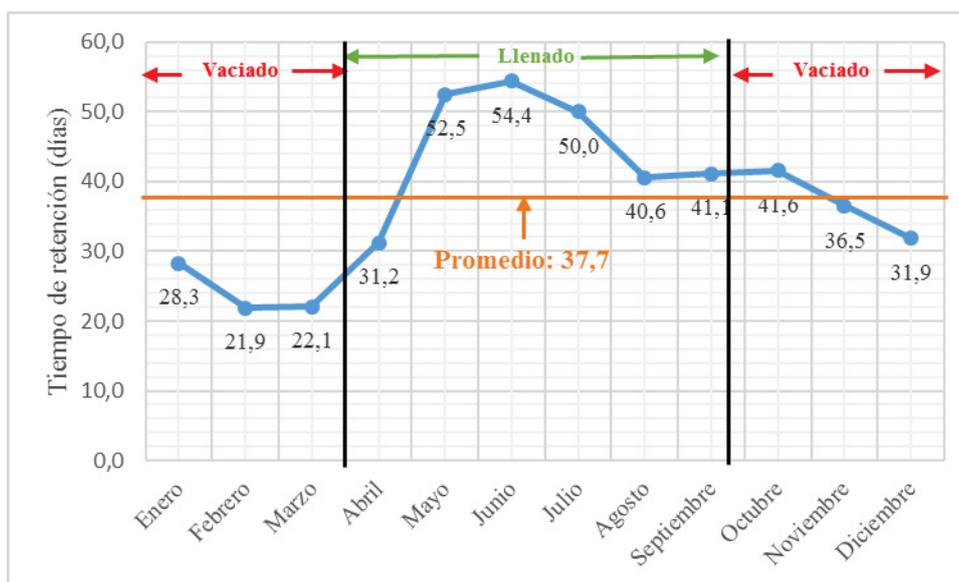


Figura 46. Tiempos de retención de la Ciénaga de Ayapel. Fuente: adaptado de (AGUIRRE & al., 2005, pág. 100).

Esta variable influye directamente en la oferta y demanda de nutrientes del medio biótico y por ende en la productividad de la ciénaga. Significa que el sistema cenagoso sufre un “reset” drástico anual y por tanto los ritmos biológicos de muchas especies son acelerados.

En el mismo informe (AGUIRRE & al., 2005, pág. 84 a 94), se describen las principales características morfológicas de la ciénaga que se presentan en la Tabla 14. Se contrastan estos datos con las mediciones hechas para este trabajo usando las herramientas de SIG y que además se muestran en la Figura 47.

Como se puede ver en la Figura 47, existe una porción de tierras que se conoce como tierras bajas, que sufre inundación periódica. Por este hecho, existe un potencial de uso para ciertos cultivos que requieren de este tipo de condiciones húmedas en el suelo. Además, como se verá en la página 161, muchas de estas zonas son usadas para ganadería en épocas en que escasea el agua en las tierras altas.

Tabla 14. Características morfológicas de la Ciénaga de Ayapel. Fuente: datos de (AGUIRRE & al., 2005) y propios.

Dimensión	(AGUIRRE & al., 2005)	Este trabajo
Longitud de la ciénaga	Aprox. 17 km en su parte más larga que tiene una orientación SW-NE	Aprox. 20 km desde desembocadura de la quebrada Quebradona hasta extremo norte de la ciénaga de Cañafístula, en línea recta
Ancho de la ciénaga	3 km frente a la cabecera municipal y 6 km en la parte más amplia, cerca a la	En aguas bajas Máximo: 7.1 km en línea recta en la zona de la ciénaga de la Miel

Dimensión	(AGUIRRE & al., 2005)	Este trabajo
	ciénaga La Miel	Mínimos en tres cuellos: 1.3 km zona de la Caimanera; 1.1 Km al norte del aeropuerto y 1.7 km al sur de la cabecera municipal En aguas altas: Máximo: 11.5 km Mínimo: 1.7 km
Profundidades promedio	En aguas altas (>5.4 m en la mira): 3.10 m En aguas bajas: < 1.0 m	En aguas altas, 3.18 m En aguas bajas: 0.86 m

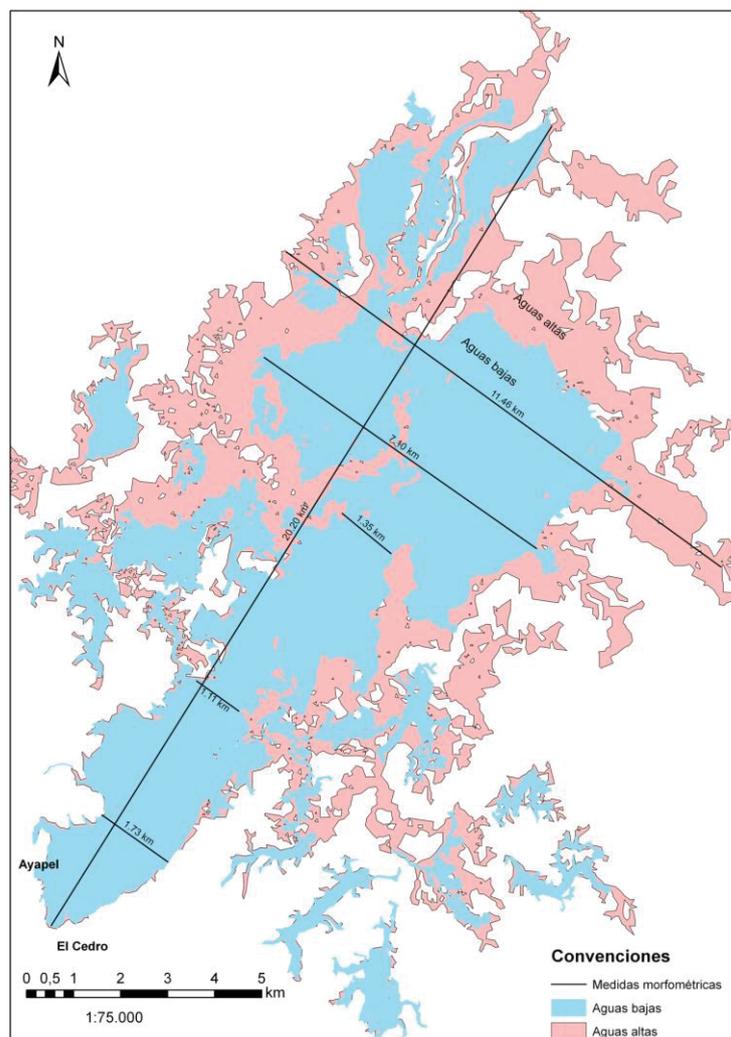


Figura 47. Características morfológicas más relevantes de la Ciénaga de Ayapel entre los períodos de aguas altas y bajas. Fuente: elaboración propia.

Para complementar la información referente a la morfometría de la Ciénaga de Ayapel, se pueden observar en la Figura 114 del ANEXO I, los perfiles de la profundidad, dos seccionales y otro longitudinal. Los perfiles permiten ver la forma del cuenco o vaso de la ciénaga, que está directamente relacionado con su capacidad de almacenamiento. También es útil para el transporte acuático en general y para las zonas utilizadas por los pescadores para sus faenas.

### 3.5.7. Consideraciones sobre la hidrología de la zona de estudio y la morfología de la ciénaga

La cercanía a la Serranía de San Lucas es determinante para la configuración hidrológica de la zona de estudio. Las precipitaciones que provienen del sureste, alimentan las cuencas que están alineadas de norte a sur, haciendo un aporte que va decreciendo su intensidad mientras hacen su recorrido en dirección noroeste (ver Modelo hidrológico, pág. 54). Igualmente el tamaño de las cuencas varía en forma decreciente de este a oeste. Esta combinación da como resultado que las cuencas más importantes son las del este.

A ello se suma la interacción con la ciénaga que ofrecen los ríos Cauca y San Jorge. Por una parte, el río San Jorge actúa como una compuerta, represando o desalojando las aguas de la ciénaga según la hidrología del río, mientras que el Cauca participa eventualmente, según la magnitud de sus crecientes, aportando flujos en la dirección este-oeste a la ciénaga, a través de antiguos caños que se reactivan ante esta situación (ver secciones 3.5.3 y 3.5.4). Si se observan estos dos hechos –los aportes de las cuencas y la interacción con los grandes ríos- se puede deducir que la zona más afectada por la hidrología es la región oriental de la ciénaga, que presenta además un fenómeno de subsidencia notable.

El desborde eventual de los ríos Cauca y San Jorge obedece a una suma de circunstancias, como son:

- Disminución del perímetro hidráulico por aumento de la sedimentación, ya que por diversas causas como la deforestación y la minería aguas arriba, los ríos arrastran una mayor carga de materiales sólidos que cuando encuentra bajas pendientes tienden a sedimentarse restándole volumen útil a las corrientes.
- Las subcuencas de los ríos han perdido grandes cantidades de bosque natural y por consiguiente las lluvias se concentran en picos que no alcanzan a ser evacuados por las corrientes produciéndose el desborde.
- En su topografía natural, la llanura de desborde obedece a un recurso natural de atenuación de las crecientes que permite que ante grandes caudales las tierras bajas se inunden y amortigüen el pico del caudal. Los intentos del hombre por controlar este fenómeno natural y poder darles un uso productivo a estas tierras no siempre es suficiente para detener la inundación.
- Muchas iniciativas de control hidrológico en la zona son individuales y privadas, sin las licencias debidas, hechas sin técnica ni con los equipos apropiados. Tal como ocurrió en el evento de 2010 con el rompimiento del dique, que al parecer se debió a una mala compactación del suelo del jarillón que dejó debilitada la obra.

Si bien por las inundaciones hay un aparente beneficio a largo plazo por la posible fertilización del suelo y el aporte de peces que hace a las ciénagas, asunto que debe estudiarse con detenimiento, tienen un impacto inmediato en el medio ambiente, la población y la economía bastante fuerte. Aparentemente, los terrenos inundados quedan cubiertos con una capa de barro al cual falta analizarle su capacidad fertilizante y si los contenidos de metales pesados alcanzan niveles peligrosos. El cambio más inmediato que observa la comunidad por ahora, es que la inundación deja el suelo en condiciones inútiles por un largo período.

En un informe final de consultoría hidrológica en (DNP-FAO-DDT, 2002, pág. 5), se presentan las conclusiones del estudio realizado por la Universidad de los Andes en 1998 sobre la “modelación hidrológica y dinámica fluvial de La Mojana”. Destaca dentro de las conclusiones de este estudio que en los ríos Cauca y San Jorge se presentan fenómenos de

depositación importante de sedimentos en los puntos de cambio de pendiente, lo que produce una disminución del área hidráulica de los canales, la consecuente pérdida de transporte que derivan en desbordamientos en las épocas de creciente. Un fenómeno similar se presenta en los remansos formados en los puntos de desembocadura de los afluentes al río San Jorge y en el Brazo de Loba (unión de los ríos Cauca y Magdalena) en el departamento de Bolívar.

En un muestreo de sedimentos realizado por la Universidad de Antioquia en la zona inundada por el río Cauca a fines de 2012, se extrajo un núcleo de 50 cm de longitud y 4 pulgadas de diámetro. Analizado en laboratorio para diferentes parámetros de interés se encontró la presencia de mercurio total en concentraciones hasta de 0.2913  $\mu\text{g/g}$  –se considera que 2.0  $\mu\text{g/g}$  de mercurio en peso seco es el límite permisible en el suelo para fines agrícolas.

En la fase de expansión de la ciénaga, son varios los cuerpos de agua aislados que alcanzan a conectarse al cuerpo principal. Aunque en la fase de contracción éstos parecen totalmente desconectados, dicha situación es de poca duración en el ciclo anual. Por lo tanto puede afirmarse que la situación más general es la de una ciénaga que ocupa una superficie que fluctúa entre 78 y 129  $\text{km}^2$  (ver Tabla 10), influenciando en su ciclo anual o pulso hidrológico a los cuerpos de agua cercanos como ciénagas satélites, caños, cubetas y bajos, hasta adquirir la forma del área modelada. Por tanto la utilización de los suelos que se inundan esporádicamente debe ser analizada desde los puntos de vista del tiempo que duran emergidos, la calidad de los suelos y el tipo de propiedad –pública o privada- que poseen.

Según opinión de algunos pobladores de la región, la ciénaga alcanzaba en el periodo de aguas bajas superficies menores a las de hoy en día (“secaba más”, en lenguaje de la zona). Al parecer la sedimentación en el norte, en la zona del caño Fístula y la construcción de un dique para una vía cerca a la población de Cecilia, han hecho que se forme una barrera que impide un mayor desagüe y por lo tanto, que se acumule en promedio, más agua en la ciénaga.

La Ciénaga de Ayapel en su batimetría, presenta un relieve relativamente plano de poca profundidad, con un canal sumergido orientado de sur a norte que se recuesta hacia el oriente del cuerpo principal y que es utilizado por los pescadores y para el transporte acuático en época seca. Algo similar ocurre con el caño Barro que también cuenta con un canal inmerso en sus aguas. La zona sur presenta las mayores profundidades. Esta característica determina la navegabilidad en la ciénaga con diferentes fines –pesca, transporte, recreación- según sean los niveles de la ciénaga, convirtiéndose en una limitante en aguas bajas.

Dentro de las posibilidades que se pueden considerar para establecer algún tipo de actividad económica están la piscicultura y la siembra de productos perennes de corto ciclo. La alternativa de ejecutar obras civiles para ejercer un control hidráulico está por fuera del alcance económico de la población rural y de las autoridades municipales. Para los hacendados es una inversión que representa poca rentabilidad y si un alto riesgo por los eventos naturales y los bajos precios del mercado. Por eso la ganadería sigue siendo su opción predilecta. Otra opción que podría resultar efectiva es la reactivación de los camellones zenúes, pero no parece ser atractiva ya que siendo una tecnología de la que han oído hablar los habitantes de la región, nadie se ha aventurado a practicarla.

Dado el fenómeno actual de reactivación de la minería aluvial del oro, vale la pena realizar una nueva medición batimétrica para establecer los efectos en la sedimentación de la ciénaga, principalmente al sur, donde desembocan las Quebradas Quebradona Escobillita y

Escobillas que son las más afectadas por esta actividad, y acompañarla de un muestreo sistemático de sedimentos para establecer los contenidos de mercurio que se han acumulado.

La anterior presentación de la dinámica hidrogeográfica se convierte a la vez en la apertura de un gran capítulo acerca de los aspectos geológico-estructurales de la zona de estudio y la comprensión de las características que en consecuencia yacen en los suelos y que se manifiestan en la geomorfología del territorio.

### 3.6. ASPECTOS GEOLÓGICOS, GEOMORFOLÓGICOS Y EDAFOLÓGICOS

En este capítulo se presentan algunas consideraciones físicas del área de estudio desde el punto de vista de la geología, la geomorfología y los suelos. Este tema es importante ya que permite por una parte, la elaboración de una imagen descriptiva de la zona en que se desarrolla este proyecto y de otra parte, establecer el desarrollo y las interdependencias de las características, las potencialidades y limitaciones que tiene el territorio desde el punto de vista de los suelos, y en esa misma medida valorar los usos actuales de acuerdo con la oferta edafológica o estimar los usos posibles a los que deberían dedicarse las tierras en donde no se están ejerciendo las actividades recomendables; o bajo qué condiciones técnicas se deberían realizar para que el recurso suelo no se deteriore y finalmente no se pierda.

Las llanuras de inundación corresponden a paisajes de agradación dentro de las cuales se identifican las llanuras aluviales de desborde y las fluvio-deltaicas (STRAHLER & STRAHLER, 1997, págs. 403, 404), (WILHELMY, 1972), (ZEPP H. , 2002), (BUSCHE, KEMPF, & STENGEL, 2005), (LOUIS & FISCHER, 1979), (LESER, HASS, MOSIMANN, & PAESLER, 1995), (LIEDTKE & MARCINEK, 2002), (KUGLER, SCHWAB, & BILLWITZ, 1988). En ellas deja de existir el equilibrio entre los procesos erosivos y de sedimentación que ocurren en los tramos altos y medios de las corrientes de agua y en cambio pasa a dominar la sedimentación a través de una separación diferencial de la carga en suspensión cuando se presentan los períodos de aguas altas. *“Los aluviones más gruesos se depositan primero originando los albardones o diques naturales del río. Luego los sedimentos medianos dan lugar a una franja transicional denominada napa y a mayor distancia los materiales más finos se extienden y decantan sobre la porción más amplia y cóncava de la llanura conocida como basín”* (VILLOTA, 1991, págs. 178, 179).

Las llanuras de inundación de los grandes ríos tropicales poseen un patrón de inundación monomodal predecible. Dichos pulsos de inundación representan aporte de sedimentos y solución de nutrientes que convierten a las planicies de inundación en uno de los ecosistemas más productivos del mundo. Por tanto los suelos corresponden a sedimentos jóvenes poco o nada consolidados (JUNK W. , 1996, pág. 258), SIOLI; H. (1975), (SIOLI, s.f.). Aunque desde el punto de vista agrícola, los suelos tropicales están sometidos a características climatológicas, como es el caso de Ayapel, en donde la precipitación abundante penetra con profundidad el suelo lavándolo y haciendo que pierda nutrientes y capacidad de intercambio catiónico. Esto hace que la agricultura tropical tenga una especial connotación y deba ser ejercida cuidadosamente teniendo en cuenta las restricciones impuestas por el clima, la hidrología y la topografía. Por otro lado, la vegetación natural adquiere en estos suelos una gran importancia al ser proveedora de humus y de los productos que aportan las micorrizas, y su inadecuado manejo e inclusive desaparición, trae consecuencias nefastas en el territorio (WEISCHET, 1977).

### 3.6.1. Antecedentes

Descripciones físicas de la zona de estudio se conocen desde la década de los 70 del siglo pasado realizadas principalmente por el IGAC (1973) (1986), (2009). A comienzo del presente siglo, Ingeominas edita dos obras sobre la cronoestratigrafía y la hidrogeología del departamento de Córdoba (INGEOMINAS, 2005),(INGEOMINAS, 2004). El resto han sido trabajos con otros fines que para el contexto incluyen descripciones físicas, como es el caso de la U. de A., DNP-FAO-DDT, POT 2002-2012 Municipio de Ayapel, (ECOESTUDIOS, 1989).

Fisiográficamente la zona donde se ubica la Ciénaga de Ayapel es una llanura aluvial con presencia de basines, albardones o diques, playones, antiguos meandros, orillares, ríos, quebradas, caños, canales, terrazas. Las alturas del terreno varían entre los 20 y 50 m.s.n.m. La superficie, unos 2000 km<sup>2</sup>, cuenta con una red de caños y quebradas entre los que destacan, como ya se vio en el capítulo anterior, las quebradas Quebradona, Escobillas, los caños Muñoz y Barro - por los cuales ingresa sus excedentes el río Cauca a la ciénaga-, caño San Matías – que también interviene en las contribuciones del río Cauca a la ciénaga-, y la dupla caño Grande – Viloría, vínculo con el río San Jorge. La Ciénaga de Ayapel es el cuerpo de agua principal con las ciénagas satélites anexas Paticos, Hoyo de los Bagres, Escobillita, Escobilla tal como se muestra en la Figura 8 (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002).

### 3.6.2. Geología

En la región colombiana conocida como la Depresión Momposina, confluye la Placa Caribe (color verde oliva (Cp) en la Figura 48, la terraza San Jacinto y la terraza Puquí, con una falla de sutura cercana llamada Espíritu Santo. Los estratos más jóvenes corresponden a las formaciones Ciénaga de Oro y Porquero.

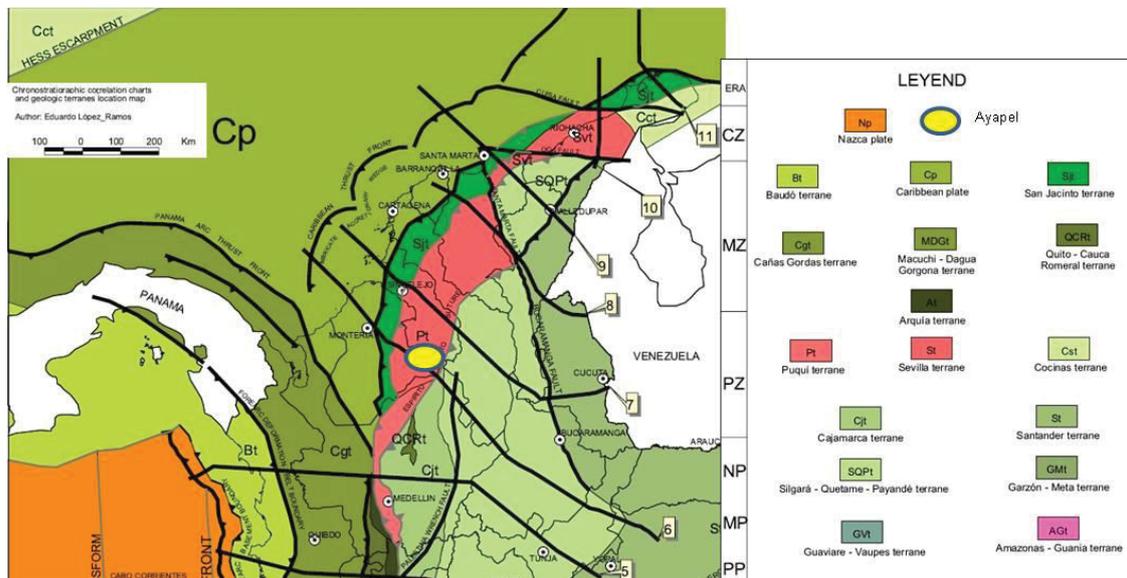


Figura 48. Provincias geológicas y delimitación en la región Caribe. Se observa de manera relevante, la placa Caribe (Cp) y terraza Puquí (Pt) en la que se encuentra la Ciénaga de Ayapel. Fuente: (INGEOMINAS, 2004).

En términos generales, la geología de la región se ha descrito estratigráficamente como una región que está contenida en el llamado Cinturón de San Jacinto (Sjt en la gráfica) compuesto por rocas sedimentarias, en la que destaca la formación Betulia -- INGEOMINAS 2001 en (IGAC, 2009, pág. 55) conformada por un lecho de materiales

finos y gruesos de origen aluvial y lacustre (Figura 49) que fueron depositados por los ríos San Jorge y Cauca y demás afluentes que drenan hacia las ciénagas, en el cuaternario.

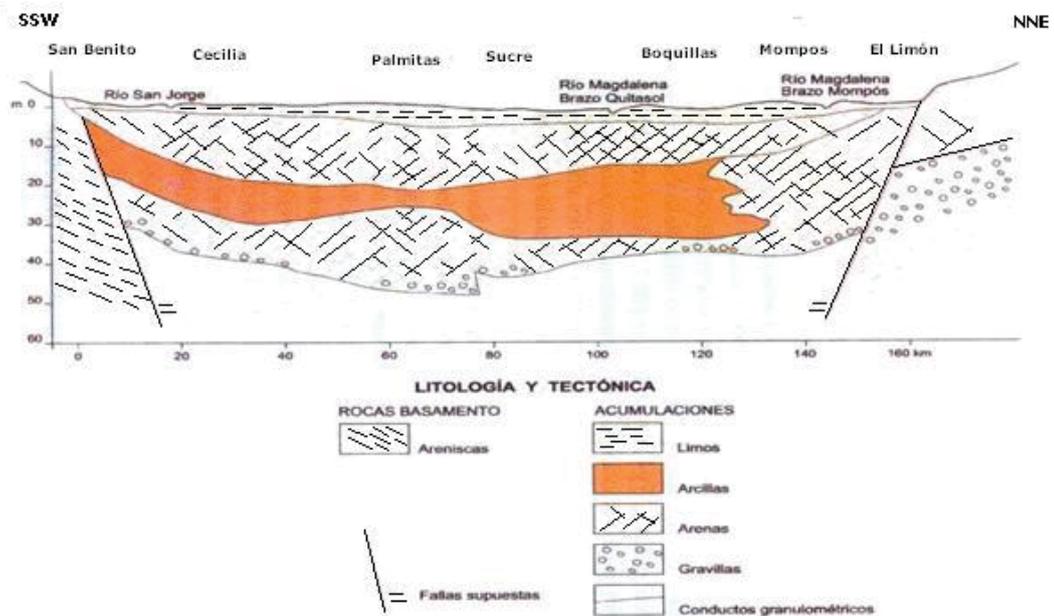


Figura 49. Lecho aluvial de la sección transversal en la Depresión Momposina, conformado por materiales finos a gruesos depositados por los grandes ríos que la delimitan. Fuente: (FLOREZ, 2003, pág. 197).

Las rocas sedimentarias estratificadas del terciario fueron cubiertas en el cuaternario por sedimentos débilmente consolidados de origen fluvio-lacustre que formaron terrazas aluviales, depósitos aluviales del río San Jorge, y sedimentos y depósitos lacustres de la Ciénaga de Ayapel. Las terrazas aluviales están constituidos por depósitos antiguos en dos niveles del río San Jorge. En el primer nivel se hallan lentes de gravas (chert y cuarzo) en intercalación con arenas conglomeráticas. En la parte alta de la cuenca existen rocas peridotíticas y rocas volcánicas con matriz areno-limosa y de gran potencial aurífero. El otro nivel, inferior, contiene gravas -cuarzo, chert, rocas volcánicas, granodioritas y cuarcitas-(IGAC, 2009, pág. 64), (ECOESTUDIOS, 1989, pág. 4).

La formación Betulia (Figura 50), aflora al sureste del departamento de Córdoba en donde se observan sabanas conocidas como tierras altas, que yacen sobre depósitos fluvio-lacustres que contienen arcillolitas plásticas intercaladas con sedimentitas poco consolidadas, areniscas friables, ferruginosas del Plioceno. Hay pocos afloramientos y estos están meteorizados, formando suelos rojizos.

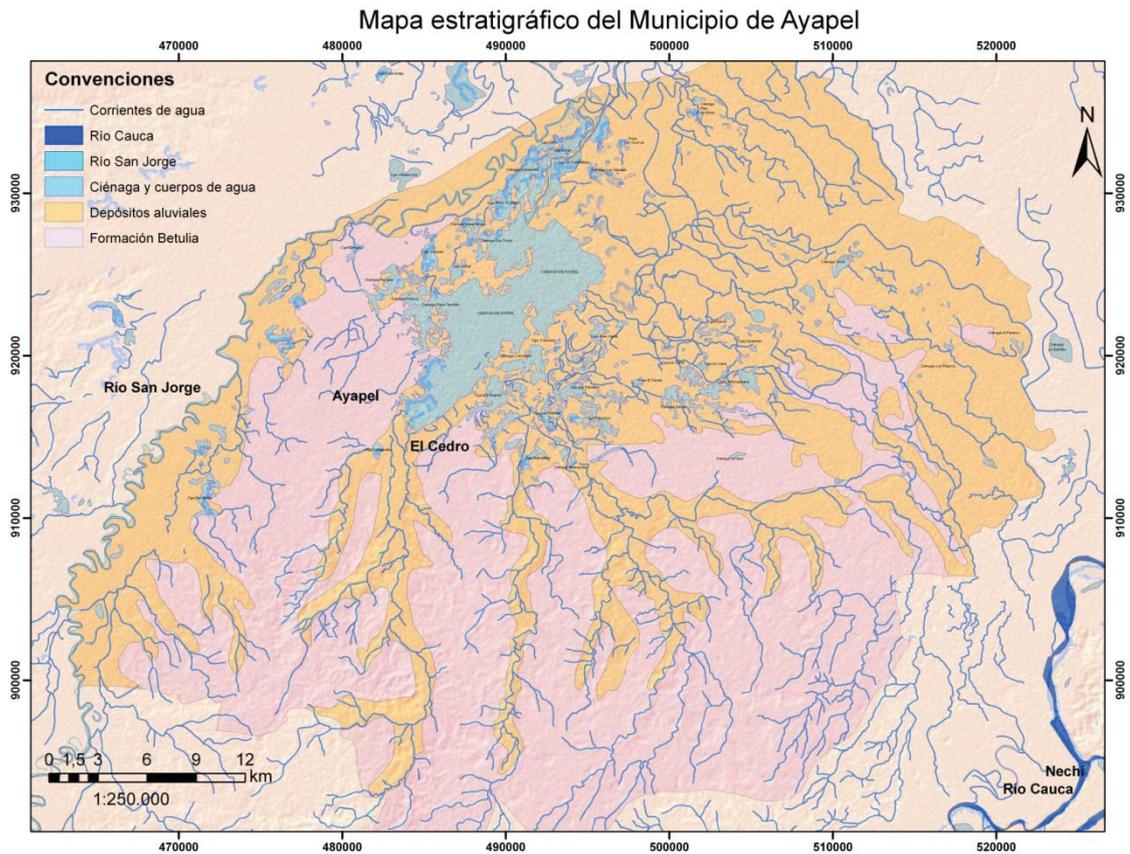


Figura 50. Estratigrafía del Municipio de Ayapel en donde se diferencia la formación Betulia en color rosado y los depósitos más recientes de origen aluvial en color naranja. Fuente: elaboración propia a partir de información del POT 2002-2012.

La presentación geológica y estratigráfica arroja entonces que la zona está compuesta principalmente por sedimentos de origen aluvial y lacustre del cuaternario en los que se pueden encontrar materiales conglomerados poco consolidados de gravas, arenas, arcillas y limos, que son los que conforman las terrazas del río San Jorge. Por tanto el territorio, si bien posee cierta homogeneidad en cuanto al origen del material parental, éste aparece mezclado y en una miscelánea muy variada que ofrece características particulares en diferentes lugares de la región. Además, las condiciones climáticas ayudan a moldear la topografía y a cambiar, transformar, traslocar, y recombinar los materiales haciendo que la vocación del suelo varíe espacial y temporalmente en espacios pequeños. El hombre también ha sido una gran fuerza transformadora y lógicamente ha influido en la configuración actual de los suelos y en el relieve que a continuación se describe.

### 3.6.3. Relieve

El relieve y su estudio a través de la Geomorfología, es al igual que el clima, un aspecto fundamental en la comprensión del paisaje, tanto de sus orígenes como en sus cambios (ZEPP H. , 2004), (AHNERT, 1999), (WILHELMY, 1972). El relieve de la zona es descrito siguiendo la clasificación de unidades geomorfológicas del Sistema Taxonómico Multicategorico Jerarquizado de Zinck 1987 en (IGAC, 2009, pág. 72), (ZINCK, 2013).

De acuerdo con dicha clasificación, se puede decir que el área de estudio corresponde a una planicie de inundación de origen fluvio-lacustre de clima cálido húmedo que se halla dentro de una gran Megacuena de Sedimentación que comienza en las estribaciones de la cordillera Central y se extiende hasta el mar Caribe. Como Unidad de Paisaje, está asociada la planicie perteneciente al río San Jorge la cual alcanza en la zona alturas

menores a los 100 m.s.n.m. (IGAC, 2009, pág. 74). Los depósitos que configuran ésta Unidad, tienen origen continental ya que está bajo la influencia de los ríos Cauca y San Jorge actuales, que corren bordeando el límite del municipio de Ayapel y el del departamento de Córdoba, delineando el área de estudio. Destacan entre sus formas las áreas que se inundan por las crecientes de los ríos incluyendo los diques naturales a lo largo del río San Jorge y sus afluentes, y los basines o cubetas. En cuanto al paisaje de lomerío adyacente, que en el caso del municipio Ayapel se origina de la serranía de Ayapel, alcanza alturas en el rango de entre 70 y 250 m.s.n.m. Estos suelos provienen de rocas sedimentarias, ígneas ultrabásicas y rocas metamórficas. (IGAC, 2009, págs. 175, 176, 299, 321). Se pueden diferenciar tres tipos de relieve dentro de este paisaje:

- Plano de Inundación con diques naturales y basines.
- Terrazas bajas, medias y altas disectadas, y
- Vallecitos coluvio-aluviales.

Tomando como base el POT 2002-2012 (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002) se adaptó el siguiente mapa geomorfológico Figura 51 en donde se detallan las geoformas del municipio sobre las cuales se digitalizó la inundación ocurrida en 2010 debido al rompimiento del dique del río Cauca y las diferentes vías que toman las aguas para llegar a la Ciénaga.

En particular para la zona de interés, los suelos están formados por sedimentos terciarios que fueron sometidos a régimen ácuico. Los materiales son arcillas rojas con abundante contenido de cuarzos, baja capacidad de intercambio catiónico, altos porcentajes de aluminio y fertilidad natural muy baja, heredados de arcillas en donde domina la gibsita (IGAC, 1986, págs. 137-143).

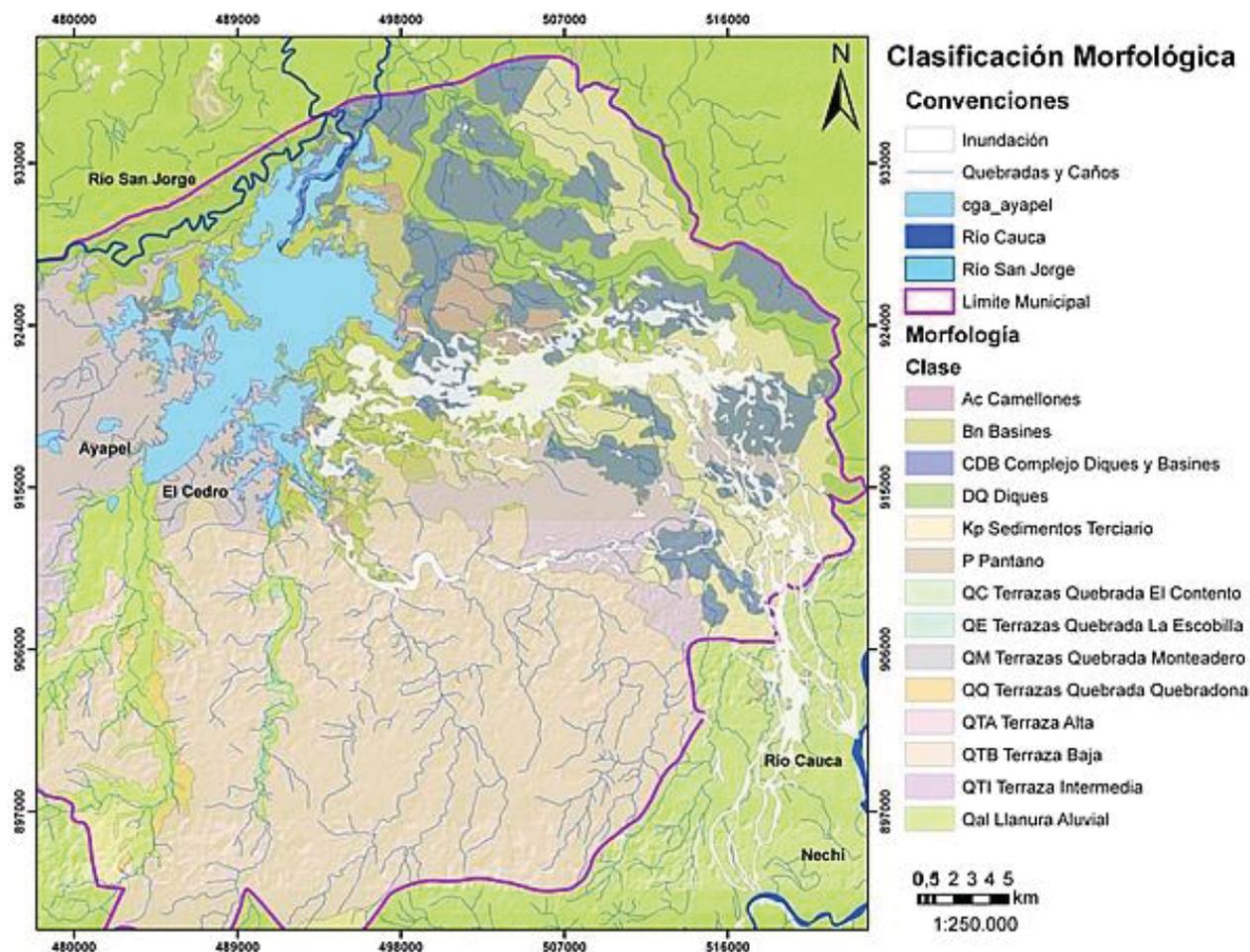


Figura 51. Mapa Geomorfológico del Municipio de Ayapel y zona inundada desde 2010. Fuente: elaboración propia con base en POT 2002-2012, Municipio de Ayapel e imagen satelital de Landsat de 2010.

En conjunto, se puede observar que desde la parte media del municipio hacia el sur y en algunos sectores del oriente, se encuentran las terrazas, altas antiguas e intermedias que contienen gibsita mezclada con materiales que sufrieron procesos metamórficos severos (intemperie, erosión, transporte), y terrazas bajas formadas por suelos recientes del cuaternario, que constituyen las zonas más elevadas, precisamente en donde se desarrollan actividades ganaderas y de cultivos permanentes. Mientras al norte se encuentran las tierras bajas, terrenos inundables en donde hacen presencia los basines, albardones y vestigios de los camellones indígenas precolombinos. Allí los terrenos se utilizan para cultivos transitorios y para la ganadería transhumante –modalidad de ganadería extensiva que se explica más adelante (ver sección 5.8.2). En muchos de ellos se han hecho construcciones que pretenden modificar la hidráulica del suelo y evitar que se inunde.

Tal como está configurado, el relieve facilita hidráulicamente durante las crecientes, el drenaje de la zona hacia la ciénaga, es decir en dirección sur – norte-noroeste, desde las zonas de mayor elevación hacia las más bajas, como queda demostrado en la Figura 51 con las zonas inundadas por el Cauca. Luego existe un cambio de dirección de este a oeste que conecta hidráulicamente las aguas de inundaciones del río Cauca con la Ciénaga de Ayapel a través de los caños Barro y Muñoz. Las quebradas y caños principales aportan pequeñas terrazas al paisaje como en el caso de Quebradona y Escobilla. En el norte, en la zona baja, siguiente al caño Muñoz, el drenaje vuelve a retomar la dirección sur – norte y le da continuidad a la escorrentía hacia La Mojana.

La distribución de las geoformas en el sur y al oeste permiten no sólo el despliegue de mayores actividades productivas sino contar con una mejor infraestructura de comunicación –aunque aún rudimentaria e insuficiente-, servicios públicos, lo que propicia a su vez, que los asentamientos se realicen en ésta parte del municipio. Mientras tanto al norte y este, región de zonas bajas periódicamente inundables y sometidas al pulso hidrológico de la ciénaga, la comunicación se hace en su mayoría por vía acuática (ver Figura 53). No hay redes de servicios públicos y por tanto la población vive en condiciones precarias y de aislamiento (ver sección 5.6).

#### 3.6.4.Suelos

Para la taxonomía de los suelos que se incluye en el ANEXO III (pág. 221), se utilizó la que propone el (IGAC, 2009, pág. 148), que está basada en las Normas de la Taxonomía de Suelos del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de 1974. Las unidades cartográficas usadas en la clasificación de los suelos del Departamento de Córdoba para el paisaje Planicie Fluvio-Lacustre se presentan en la Tabla 36 del ANEXO III extractando sólo aquellas unidades que hacen parte de los suelos del municipio de Ayapel.

Taxonómicamente, los suelos encontrados, según el estudio del (IGAC, 2009, pág. 149) son de los siguientes órdenes: Inceptisoles, Entisoles, Oxisoles, Ultisoles y Vertisoles. De ellos se detallan sólo los tres primeros que fueron encontrados en la zona de la Ciénaga de Ayapel.

- Inceptisoles (escasa evolución, incipiente desarrollo de horizontes genéticos, epipedón ócrico o úmbrico) están presentes en casi toda la región. De la zona de estudio pertenecen a este orden, los conjuntos: Marralú, Quebradona, Trejos, Los Pájaros, Caño Muñoz, Popales.
- Entisoles (carencia de horizontes diagnósticos, epipedón ócrico, de naturaleza mineral) se hallaron en los conjuntos de las terrazas bajas Las Catas y Bellavista.
- Oxisoles (epipedón ócrico y horizonte óxico) encontrados en las sabanas naturales del municipio de Ayapel. Como se ha mencionado, estos suelos fueron sometidos en una anterior época climática a constantes fluctuaciones del nivel freático lo que propició la formación de laterita.

En algunas zonas del área de estudio los suelos son considerados como fértiles debido a que se formaron tras miles de años de acumulación de sedimentos aluviales y sedimentos fluvio-lacustres que conforman la capa superior de la estratigrafía local (IGAC, 1973) pero en general presentan limitaciones como las que describe Weischet (1977) para los suelos de sabanas húmedas tropicales.

En la formación de los suelos intervienen varios factores (ZECH & HINTERMEIER-ERHARD, 2002). En el área de estudio por ejemplo, según el clima, existen zonas, particularmente del sur en donde el régimen húmedo es ústico, esto es, que los suelos suelen estar secos durante más de 60 días seguidos o más de 90 días acumulativos. En el sur-oeste los suelos son de régimen údico, o sea que no permanecen secos por más de 90 días acumulativos. Pero también existen suelos, que dadas las condiciones climáticas, hidrológicas y de relieve, son sometidos a encharcamientos e inundaciones excesivas dando lugar a regímenes de humedad ácuicos y parácuicos como parece ser el caso de los suelos al norte y oriente de la ciénaga, de tal manera que combinadas las altas temperaturas con las variaciones y profundidad de la humedad, producen una descomposición rápida de los materiales parentales, la degradación y pérdida de minerales y de materia orgánica

(WEISCHET, 1977). Como también se presenta una alta lixiviación de las bases por hidrólisis de los minerales, los suelos tienen un carácter ácido fuerte (IGAC, 1986, pág. 136).

Sin embargo algunas características observables no son adjudicables al clima actual, específicamente en lo referente a aspectos como sedimentación, erosión, transporte de materiales, formación de lateritas.

En las zonas planas a ligeramente onduladas los suelos presentan buenas condiciones de permeabilidad, mayor lixiviación, alteración avanzada, mayor diferenciación de horizontes, más oxidación y mayor descomposición de materia orgánica por actividad microbiana. Muestra de ello son los Oxisoles en Ayapel. Las zonas plano-cóncavas se encharcan fácilmente y por tanto desarrollan un drenaje pobre. Allí la materia orgánica se acumula y no se degrada fácilmente.

El hombre ha sido un gran factor modificador del suelo en la región, ya que mediante la tala y la quema ha uniformizado el paisaje creando grandes extensiones de sabanas. Por su parte los insectos, hormigas y termitas, y las lombrices, hacen un gran aporte en génesis de Oxisoles de los suelos en Ayapel, ya que mezclan los materiales de diferentes horizontes.

Entre los procesos de formación, están los de adición o agradación con contenidos de minerales y materiales orgánicos sedimentados. Excepto los suelos de la asociación Quebradona, los de las planicies de inundación y terrazas bajas tienen altas saturaciones de bases, ya que son receptores de sustancias que están disponibles en la zona y que tienen características básicas, las cuales son arrastradas y luego acumuladas por las corrientes de agua (Ibíd.).

En las zonas donde hay pérdida de suelo, la causa principal es el arrastre por erosión y por lavado de material soluble que se desplaza entre los perfiles. En los suelos con buen drenaje se presenta la lixiviación pero en los que no lo son, las pérdidas ocurren por escurrimiento lateral. A ello se debe la presencia de altas concentraciones de aluminio, la baja saturación de bases, y la acidez en suelos como los de las zonas de Palotal, Popales y los de la Asociación Ayapel, pertenecientes tanto a terrazas medias como a las altas. La desaparición de la cobertura vegetal protectora por la tala indiscriminada y las quemas, han ocasionado también la pérdida de suelo. El estudio detectó procesos de laterización en el conjunto Ayapel, en Palotal y en el Cedro. Este proceso implica la pérdida de sílice del suelo por concentraciones de sesquióxidos de hierro y aluminio lo que deriva en la formación de suelos distróficos fuertemente ácidos (Ibíd.).

Procesos fuertes de gleización y reducción de hierro se observaron en los valles de relieve plano-cóncavo a donde llega la escorrentía de colinas, terrazas y abanicos. En algunos suelos de terrazas altas se aprecian procesos de transformación y traslocación del hierro que involucran plintización, ferralitización y rubefacción, responsables del color rojo y pardo rojo de los suelos. También concreciones petroféricas en el subsuelo debido al secamiento irreversible de la plintita por alternancia de períodos húmedos y secos. Esto es patente en suelos de los conjuntos Ayapel y Buenavista tipo Inceptisoles que tuvieron alguna vez en un período ácuico, niveles freáticos fluctuantes, que han sufrido segregación y oxidación del hierro (IGAC, 1986, págs. 144-146). El mapa general de suelos del municipio de Ayapel se muestra en la Figura 123, en donde se usa la clasificación y las convenciones de la Tabla 36 en el ANEXO III, tomada del estudio del IGAC (2009, pág. anexos), mismas que acompañan la Figura. En las texturas hay variedad de ocurrencia, desde gruesas a muy finas. Igual pasa con la profundidad de los suelos los cuales varían desde superficiales hasta profundos.

Como puede observarse, los suelos con mejores propiedades para ser utilizados en la agricultura son los del sector noreste de la ciénaga, los cuales precisamente están sujetos a los eventos de inundación procedentes del río Cauca, en línea roja al este de la ciénaga. Mientras que los de la zona sur, que están poco expuestos a este fenómeno pero que no tienen buen drenaje, no poseen altos valores de fertilidad.

De acuerdo con la anterior clasificación, se puede deducir que los suelos del municipio de Ayapel presentan en general, problemas de drenaje natural lo que implica encharcamientos y susceptibilidad a la inundación. Salvo algunas excepciones, la fertilidad no es alta, tendiendo más bien a suelos cuya fertilidad es de moderada a baja, lo que repercute en que sean suelos que para usarlos en actividades agrícolas requieren de una adecuación y mejoramiento con fertilizantes. Esto rompe con el imaginario colectivo de región fértil comparable a otras llanuras inundables como la de Mesopotamia o la del Nilo.

### 3.6.5. Capacidad de usos del suelo

Una vez que se ha descrito la geología de la región, el relieve y los tipos de suelos que tienen lugar en el municipio de Ayapel, se presenta a continuación una clasificación de la capacidad de usos del suelo que recomienda el IGAC (2009, pág. 440). Para ello, la entidad se apoya en las categorías de cultivos, sistemas forestales productores o protectores y áreas de conservación o de protección, a partir de las cuales se proveen las unidades cartográficas sobre capacidad de uso del suelo. A su vez, dicha clasificación utiliza el sistema de clasificación por capacidad de uso para aspectos productivos de la USDA-1964 (op. cit., pág. 433) y la aplicación de los siguientes criterios:

- Para las consociaciones: las cuales están dominadas por un solo tipo de suelo, se clasifica para éste.
- Para las asociaciones: la clasificación se hace para el suelo dominante.
- Para los complejos: por la dificultad de la composición, se clasifica con base en el tipo de suelo más limitante.

Luego cada categoría se divide en tres subcategorías: clase, subclase y grupo de manejo, de tal forma que las clases agrupan suelos con el mismo nivel de limitación para el uso agrícola o forestal. De allí surgieron 8 clases enumeradas ordinalmente representando desde el grado de menor limitación al más limitado según limitaciones y riesgos similares, aunque estos pueden ser permanentes (pendiente, clima) o temporales (encharcamiento, fertilidad, drenaje). En la siguiente Tabla 15 se resume la clasificación utilizada.

Tabla 15. Clases resultantes que aplican en la zona de estudio según la clasificación utilizada por (IGAC, 2009, pág. 440).

<b>Uso Agrícola y Uso Forestal</b>	
<b>Clase 1.</b> Tierras óptimas para cualquier uso agrícola con altos rendimientos y menor riesgo de deterioro de las tierras	<b>Subclases por</b> pendiente (p) erosión (e) humedad (h) suelo (s) clima (c)
<b>Clase 2.</b> Menores cualidades para el uso y el rendimiento. Requiere inversiones	
<b>Clase 3.</b> Se reducen las cualidades y la productividad y se incrementan los costos de inversión y los riesgos de deterioro	
<b>Clase 4.</b> Las inversiones en productividad agrícola son riesgosas	
<b>Clase 5.</b> Con limitaciones severas. Uso restringido a ciertas épocas del año o bajo fuertes inversiones	
<b>Clases 6 y 7.</b> Fuertes limitaciones. Tierras aptas para vegetación natural. Soportan árboles pero con fuertes inversiones para adecuación del suelo	

La clasificación propiamente dicha de las tierras por su capacidad de uso en clases y subclases se presenta en el ANEXO IV (pág. 231). El mapa de Capacidad de uso se muestra en la Figura 124 en el ANEXO III, en donde, mediante la Tabla adjunta, se describen únicamente las unidades que hacen presencia en el municipio de Ayapel junto con la explicación.

Las recomendaciones del IGAC para el uso de los suelos del municipio de Ayapel demuestran las limitaciones en general que tienen los suelos por encharcamiento, presencia de gravas y baja fertilidad.

Son pocas las áreas en donde la producción agrícola se puede aplicar de manera extensiva e industrial. Para ello habría que hacer obras de ingeniería de orden regional, que mejoren el drenaje del suelo y lo protejan de inundaciones; que mediante la mecanización se mejore la textura de los suelos y que con técnicas adecuadas se apliquen fertilizantes.

Si se compara nuevamente con las zonas de inundación que produce el río Cauca (Figura 51), se puede apreciar que las zonas afectadas son precisamente las que tienen vocación agrícola y que para dicho uso es imprescindible la construcción de un dique resistente en el río que impida su desbordamiento y por ende, la pérdida de las inversiones de los finqueros, pero que también permita condiciones de drenaje adecuadas. Además deben ser obras que no corten la comunicación hidráulica entre los caños y el río Cauca por donde se dan las migraciones de peces y conectividad biológica.

Para la ganadería también se debe tecnificar la explotación mediante la fertilización y uso de pastos mejorados. Se recomienda una ganadería extensiva y semi-intensiva que particularmente, para la zona sur que es donde más extensión de tierras y más homogeneidad del suelo hay, debe en lo posible de acompañarse de prácticas silvopastoriles.

En la práctica, lo que se ve en el municipio de Ayapel, son haciendas dedicadas a la ganadería extensiva con muy poca inversión. En este caso, la lógica del propietario es la de poseer ocupados los terrenos al menor costo y en una inversión materializada en cabezas de ganado, que le permite sacarle provecho al territorio manteniendo bajos los gastos y evitando las transacciones bancarias que involucran pagos de impuestos e intereses. En caso de requerir liquidez, le basta con comercializar en cualquier momento una parte del hato.

Existe un agravante para la agricultura practicada en la zona y es el de la tala de los bosques y construcción de diques y terraplenes en la ciénaga para ganarle espacio para pastos, preferiblemente para aumentar el territorio ganadero según ha sido la tradición en las haciendas (ver sección 5.8.1 en la pág. 135). Son pocos los inversionistas que se interesan por la agricultura, la poca que se ejerce es específicamente la del arroz, ya que los costos de producción no son competitivos debido a los fletes del transporte acuático y terrestre. También los fertilizantes se encarecen por los intermediarios y su acarreo. Por eso, los pocos ejemplos agrícolas carecen de tecnificación.

Una tendencia positiva que se viene viendo en la zona últimamente es la siembra y producción de árboles frutícolas, aprovechando la expansión del mercado particularmente de mango. La ventaja está en la recuperación de suelos que se había dejado para la ganadería y que ahora pasan a estar reforestados. También se siente el impacto en el empleo, pues es una actividad económica que demanda mayor mano de obra que la ganadería extensiva. Se habla en la región de unos 400 empleos cuando las cosechas comiencen. El riesgo que se corre es el de los monocultivos y la posibilidad de que se presenten plagas que acaben con la producción y las plantaciones.

### 3.6.6. Zonificación de tierras

En el análisis físico de la zona se abordó el tema de los suelos de Ayapel los cuales recibieron una clasificación del (IGAC, 2009) que dio paso a determinar la capacidad de uso según las características establecidas en el estudio de suelos, y las limitaciones que cada una presenta. A continuación se presenta la clasificación de tierras, que consiste en una distribución en unidades cartográficas de áreas que agrupan los suelos de acuerdo con sus limitaciones y vocación, y propone el uso óptimo que deberían tener. Dicha clasificación fue realizada por IGAC (2009) teniendo en cuenta los factores climáticos, edafológicos y ambientales. De los sistemas agrícolas que se establecieron para usar los suelos del Departamento de Córdoba están incluidos en la zona de estudio los siguientes:

- Agrosilvopastoriles (ASP)
- Silvopastoril (SPA)
- cultivos transitorios intensivos (CTI)
- pastoreo extensivo (PEX)
- pastoreo semi-intensivo (PSI)

Los usos principales que se asignaron al municipio de Ayapel se presentan en la siguiente Tabla 16 con su descripción, el tipo de suelos a los que están asignados y el símbolo con que se denotan las unidades en la cartografía. La explicación de cada unidad cartográfica se da a continuación de la Tabla.

Tabla 16. Zonificación de tierras para cada clase de suelo. Fuente: adaptado de (IGAC, 2009, págs. 464, 465).

Unidades cartográficas	Uso principal		Descripción	Símbolo
RVA, RVD	AGRÍCOLA	Cultivos transitorios intensivos	Tierras planas con disponibilidad de agua en el año sin limitación para cultivos, pastos o bosques. Requiere prácticas de conservación de suelo y agua: fertilización técnica, labranza controlada, control de la contaminación	CTI
RVB, RVC	GANADERO	Pastoreo extensivo	Relieve plano a levemente inclinado con encharcamientos e inundaciones frecuentes. Evitar el sobre pastoreo, las quemas. Sembrar leguminosas forrajeras. Aprovechar el pasto en época seca. Puede necesitar obras de control de inundación	PEX
RVH		Pastoreo semi-intensivo	Relieve plano a ondulado, limitado sectorialmente por pedregosidad. Profundidad efectiva superficial, baja fertilidad, erosión ligera. Requiere fertilización, rotación de potreros, siembra de pastos mejorados, control fito sanitario y riego en zonas deficitarias	PSI
LVA	AGRO-FORESTAL	Agrosilvopastoril	Relieve plano, ligeramente erosionados, fertilidad baja, pobremente drenados, profundidad efectiva superficial. Se recomienda combinar actividad agrícola con pastoreo. Proteger la cobertura vegetal con especies maderables o protectoras	ASP
LVA, RVG		Silvopastoril	Relieve ligeramente plano. Limitación por pendientes, ligero grado de erosión. Evitar el sobrepastoreo, controlar las quemas, proteger la cobertura vegetal con especies forestales nativas y permitir el pastoreo permanente dentro del bosque	SPA

**CTI: Cultivos transitorios intensivos:** se recomiendan cultivos comerciales de maíz, arroz, soya, sorgo, algodón y yuca. Se debe intervenir con obras para remediar la fluctuación del nivel freático durante el año. También se pueden hacer explotaciones de cultivos de mayor duración como frutales (cítricos, coco, mango, banano y plátano). Finalmente se puede usar los terrenos para ganadería intensiva, usando ganado seleccionado, alimentación suplementaria, controles fitosanitarios, siembra de pasturas mejoradas y controlando el sobrepastoreo. El uso excesivo de mecanización, de agroquímicos o mal manejo del riego pueden degradar el suelo (IGAC, 2009, pág. 468).

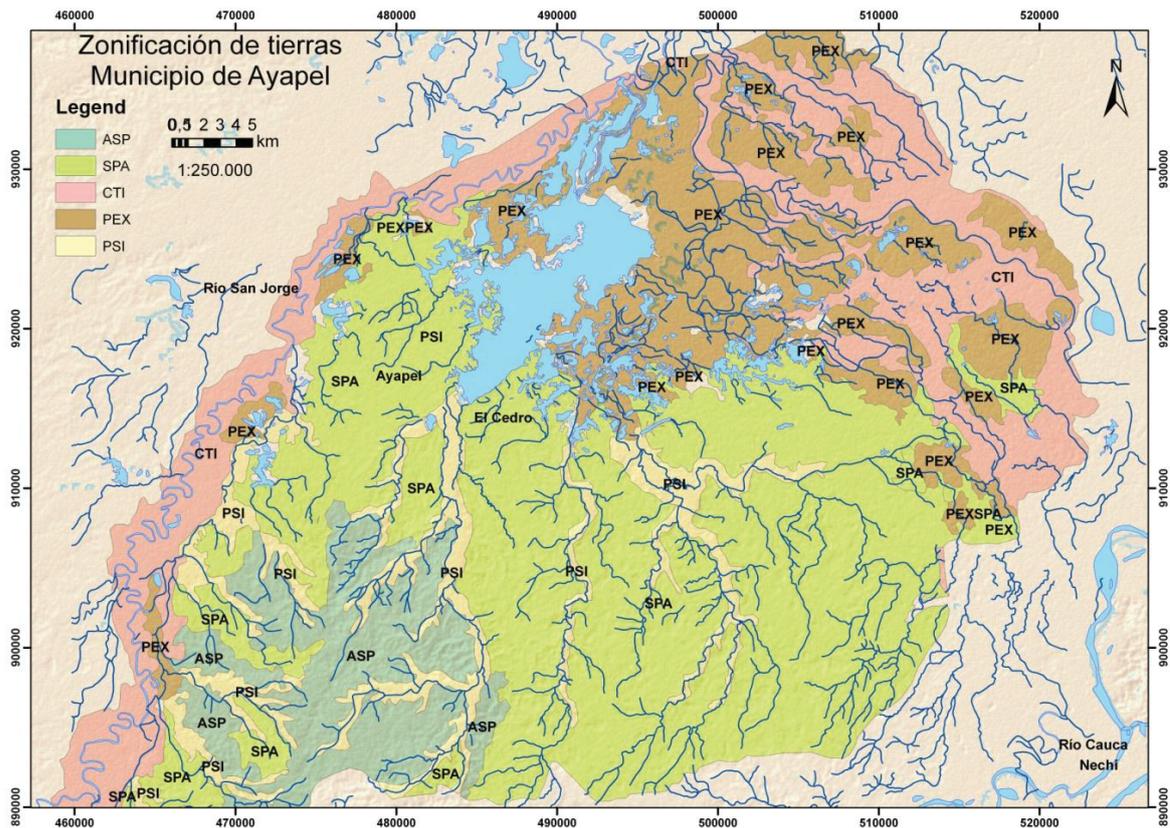
**PEX: Pastoreo extensivo:** se recomienda una baja densidad de cabezas de ganado por hectárea (1 cabeza/2 ha) en zonas recomendadas para esta actividad porque no poseen condiciones para un uso diferente. No se requieren grandes inversiones ni paquetes tecnológicos sofisticados. Debe haber una práctica controlada en la aplicación de fertilizantes, control sanitario adecuado, rotación de potreros, evitar las quemas y el sobrepastoreo. De no tenerse estas precauciones, el suelo se expone a erosión. Los cuidados se pueden complementar con la siembra de árboles y hierbas leguminosas forrajeras (IGAC, 2009, pág. 474).

**PSI: Pastoreo semi-intensivo:** se requiere de “*moderada a alta inversión de capital, moderada tecnología, mano de obra calificada, prácticas agronómicas como preparación del suelo, utilización de pasturas mejoradas y manejadas, rotación de potreros, fertilización, control fitosanitario y dotación de riego, así como el uso de ganado seleccionado*” (IGAC, 2009, pág. 476). Este sistema permite un mayor número de cabezas por unidad de área, ya que los animales permanecen menor tiempo en cada potrero. Se recomienda poner cercas vivas y barreras rompevientos.

**ASP: Agrosilvopastoril:** requiere la combinación de prácticas agrícolas, forestales y ganaderas. Se trata de establecer a la vez cultivos, plantaciones forestales y una vez alcanzado el crecimiento, introducir la ganadería, dejando rotar las pasturas entre los árboles. También se puede combinar con cercas vivas y barreras rompevientos. Existen múltiples formas de uso: cultivos transitorios y bosque productor, o cultivos transitorios, bosque protector y ganadería semi-intensiva por ejemplo (IGAC, 2009, pág. 478).

**SPA: Silvopastoril:** por las características limitantes de los suelos y de las condiciones ambientales, esta unidad cartográfica de zonificación requiere una combinación armónica del uso forestal y el pastoreo. Se recomiendan árboles productores de alimento, madera y forraje. No hay que preparar el suelo y no se debe dejar la tierra desprovista de cobertura vegetal. El pastoreo se puede hacer permanentemente dentro del bosque (IGAC, 2009, pág. 480).

El mapa con las unidades cartográficas de usos recomendados se presenta en la ver Figura 52.



Clasificación	Uso recomendado
ASP	Agrosilvopastoril: combinación de prácticas agrícolas, forestales y ganaderas
SPA	Silvopastoril: combinación armónica de prácticas forestales y pecuarias
CTI	Cultivos transitorios intensivos: e. g. maíz, arroz. También frutales
PEX	Pastoreo extensivo: baja densidad de ganado, rotación de potreros y sin quemas
PSI	Pastoreo semi-intensivo: requiere inversión y paquete tecnológico

Figura 52. Zonificación de tierras del municipio de Ayapel. Fuente: adaptado de (IGAC, 2009, pág. anexo).

### 3.6.7. Consideraciones sobre los suelos del área de estudio

Las anteriores recomendaciones de usos productivos de los suelos se ajustan bien a las condiciones y características que tienen éstos en el municipio. Están acordes con el clima, el relieve con influencia fluvio-lacustre y las limitaciones edafológicas. Cada categoría se acompaña con recomendaciones generales sobre cómo se deben aplicar los diferentes usos, pero la práctica actual coincide poco con estas recomendaciones.

Los suelos del área de estudio, no son tan ricos en general como lo piensa mucha gente en Colombia. Existe la creencia de que por sufrir inundaciones periódicas y recibir sedimentos de los ríos, los suelos se fertilizan permanentemente. Pero como se ha visto, la región tiene suelos muy diversos con características que varían desde aptos para la agricultura en algunas terrazas aluviales hasta suelos muy pobres, con alta presencia de aluminio o mal drenaje, y que por tanto deberían ser protegidos. El uso forestal que debería ser el indicado para gran parte del territorio es muy escaso y en cambio proliferan los pastos y el uso ganadero. Sumados el pisoteo de las vacas y los suelos con limitaciones, la resultante es la desaparición de la cobertura vegetal, la degradación del suelo y la erosión.

Por provenir de una entidad estatal como el IGAC, la clasificación de usos recomendables del suelo se convierte en un instrumento para la planificación del territorio y teóricamente

debería ser tenido en cuenta en los POT de los diferentes municipios. Desafortunadamente esto no sucede así en muchos casos o en otros, en donde se incluyen las recomendaciones en los estudios, éstas no se aplican porque no hay una estructura administrativa que conmine, ni educación que convenza a los propietarios para acatar las normas. Mucho menos en las regiones rurales lejanas y aisladas como las de Ayapel.

Muestra de ello, como se verá en el próximo capítulo, lo constituyen los usos agrícolas y forestales, de poca representatividad hoy en día en el paisaje de la zona de estudio (ver pág. 142).

Nuevamente queda en evidencia que la zona sur, en donde están las agrupaciones más grandes en área y que corresponden a las tierras altas de terrazas, tienen pocas aplicaciones de usos pues presentan grandes restricciones.

Sin embargo hay que recalcar en los siguientes cinco aspectos que hacen que las iniciativas no sean acogidas por los propietarios e inversionistas de la región:

- La carencia de obras civiles robustas que controlen los desbordes de los ríos que hacen que aumente significativamente el riesgo de inversión en la zona.
- La ausencia o insuficiencia de infraestructura vial de buenas características que permitan el transporte de tanto los insumos y maquinaria como de los productos de las cosechas en la zona. Principalmente porque los sitios aptos para la producción se encuentran alejados de las zonas pobladas y la mayor parte del tiempo permanecen incomunicados por el pulso de inundación de la región. Eso hace que las vías de comercio se realicen por medio acuático lo que encarece significativamente el precio del producto.
- La poca presencia estatal que dé soporte a la propiedad y a la legalización de los predios, preste ayuda técnica, servicios financieros a costos razonables, protección de la población ante los efectos de actividades ilegales que se realizan en la zona.
- La ausencia de estímulos para inversión agrícola como los subsidios, que si se ofrecen en otros países con los cuales Colombia tiene acuerdos y tratados de libre comercio.
- La poca valoración económica y ambiental que se le da a los bosques. Para el ganadero, representan terrenos inexplorados y lucro cesante. Para la población en general, una fuente de recursos forestales y biológicos de la que dependen para la subsistencia y que se extingue sin ninguna reposición, ni tiempo de recuperación.

Si se suman estas consideraciones da como resultado que la actividad agrícola no sea la mejor opción de inversión en la región y que los pocos finqueros que la realizan no sean competitivos ni siquiera en el mercado interno. Por otra parte los recursos forestales no son apreciados por la población en general y existe la creencia de que se trata de un recurso inagotable que por sí mismo se recupera.

En los siguientes capítulos se hace el análisis de la variación que han tenido las coberturas y usos del suelo en la zona de estudio a partir de imágenes satelitales y fotografías aéreas y luego se presentan los aspectos sociales que enmarcan las actividades económicas de la población y determinan el uso del suelo y de los recursos.

## 4. DINÁMICA DE LAS COBERTURAS Y USOS DEL SUELO

### 4.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se realizará un análisis sobre los cambios en las coberturas y usos del suelo en la Ciénaga de Ayapel con base en información geográfica y alfanumérica obtenida desde 1954. Ello servirá para establecer cuál ha sido la dinámica del paisaje y determinar los factores que han influido para que las transformaciones ocurran, junto con el análisis socio-económico y cultural que se desarrolla a partir de la página 120.

Como puntos de partida se tendrán los resultados de los anteriores capítulos sobre el análisis del clima, la hidrología, y la presentación morfológica de la zona, es decir la geología, la geomorfología, los suelos, y las clasificaciones y vocación de uso, para establecer en este capítulo la articulación de estos componentes y explicar su variación en el tiempo.

En segundo lugar se describirán los usos actuales del suelo en el municipio y se confrontarán con las zonificaciones ya presentadas en el capítulo anterior, considerando además las propias dinámicas del espejo de agua del sistema cenagoso de Ayapel, en respuesta a su pulso hidrológico, y las realidades socio-económicas que se viven en la zona.

Se analizará en detalle, el sector sur de la Ciénaga de Ayapel en donde se concentra en mayor medida la población y las actividades productivas. Se tomarán ejemplos de los cambios en el paisaje con base en información obtenida de fotografías aéreas digitales en el año 2007 y en comparación con aerofotografías de los años 1954 y 1985.

Después se extenderá el análisis para un contexto espacial mayor que incluya a todo el sistema cenagoso de Ayapel, a partir de imágenes satelitales de Landsat las cuales fueron procesadas y clasificadas para obtener los diferentes tipos de coberturas.

El primer documento conocido en donde se analizan con detalle los usos actuales del suelo en el municipio de Ayapel, es el POT 2002-2012 (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002), producto de la Ley 388 de 1997 que demanda a los municipios planificar y ordenar el territorio en Colombia. Este tipo de documentos tienen una variada gama de calidades que dependen principalmente del interés y compromiso de las alcaldías y consejos municipales. Algunos son asumidos con bastante seriedad y son documentos de buena calidad, mientras otros son inclusive copiados de informes de otros municipios con características parecidas. En otros casos se contrata a empresas que elaboran planes de ordenamiento a manera de “producción en masa”, sin mucha profundidad, por lo que la calidad resultante también es discutible.

El cumplimiento de los planes aprobados por los concejos municipales es otro aspecto discutible, pues además de que existen ciertas figuras burocráticas fácilmente sobornables que expiden permisos para realizar obras urbanas y rurales, no hay una autoridad que vigile y sancione a los infractores, lo que genera una cultura del “*laissez faire*” bastante arraigada en Colombia.

En el caso del POT de Ayapel, se ha tomado información sobre las coberturas actuales y usos del suelo del municipio, la cual está basada en estudios del IGAC los cuales han sido verificados en este estudio mediante el trabajo de campo.

Con el fin de utilizar una clasificación estándar en este documento, se hizo una pesquisa sobre diferentes clasificaciones adoptadas en estudios hechos sobre humedales y sobre la región de La Mojana. Se encontraron las que se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17. Diferentes clasificaciones de coberturas y usos del suelo en la literatura.

<b>(DUARTE, 2005)</b>	<b>(MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002)</b>	<b>(DNP &amp; CVS, 1989)</b>
Cuerpos de agua Bosque ripario Vegetación herbácea Vegetación acuática Pastos Ciénagas Vías Canales precolombinos Camellones Vegetación arbustiva Rastrojos Asentamientos humanos	Bosques plantados Plantas acuáticas Pastos mejorados Pastos nativos Rastrojo Miscelánea de pastos y barbecho Sorgo y arroz Cuerpos de agua Parcelas Asentamientos humanos	Bosques Arbustos Rastrojos Parcelas Pastos nativos Minería aluvial Zonas quemadas Ciénagas Asentamientos humanos Bosques comunales
<b>(SALVATIERRA, 1999)</b>	<b>(ORTIZ, s.f.)</b>	<b>(UNIVERSIDAD DE CORDOBA; UASPNN, 2006)</b>
Vegetación arbustiva medianamente densa Vegetación arbustiva abierta Tierras agropecuarias Cuerpos de agua Vegetación herbácea Bosque natural	Ciénagas Zapales Bosque ripario Camellones	Bosque primario Bosque secundario Rastrojo Pastos nativos Parcelas Cuerpos de agua Miscelánea de usos y coberturas

Como puede observarse, existen unas coberturas y usos comunes que son los de cuerpos de agua, bosques, rastrojos, pastos, cultivos, zonas pobladas, y otras que merecen la pena ser tenidas en cuenta ya que son recurrentes en la zona de estudio, como las áreas quemadas, áreas de explotación minera, y camellones. Finalmente hay algunas que no aparecen pero son importantes como las áreas erosionadas y vías terrestres. Es así que las categorías acabadas de mencionar serán consideradas en este estudio para la clasificación de coberturas y usos del suelo en el Municipio de Ayapel de la siguiente manera:

- Bosque natural
- Pastos en zonas inundables (lacustres)
- Pastos mejorados
- Pastos naturales
- Cultivos de arroz
- Ciénagas y cuerpos de agua
- Extracción minera

#### **4.2. COBERTURAS VEGETALES**

En el POT se establecieron los usos actuales del suelo, tomando las categorías Bosque Natural y tres tipos de pastos: naturales, mejorados y lacustres – siendo éstos últimos,

pastos que están sometidos a inundaciones durante el pulso hidrológico; luego aparece la categoría cultivos de arroz y finalmente una zona de la cual se extrae material de playa para construcción. El mapa de los usos actuales se presenta en la Figura 53.

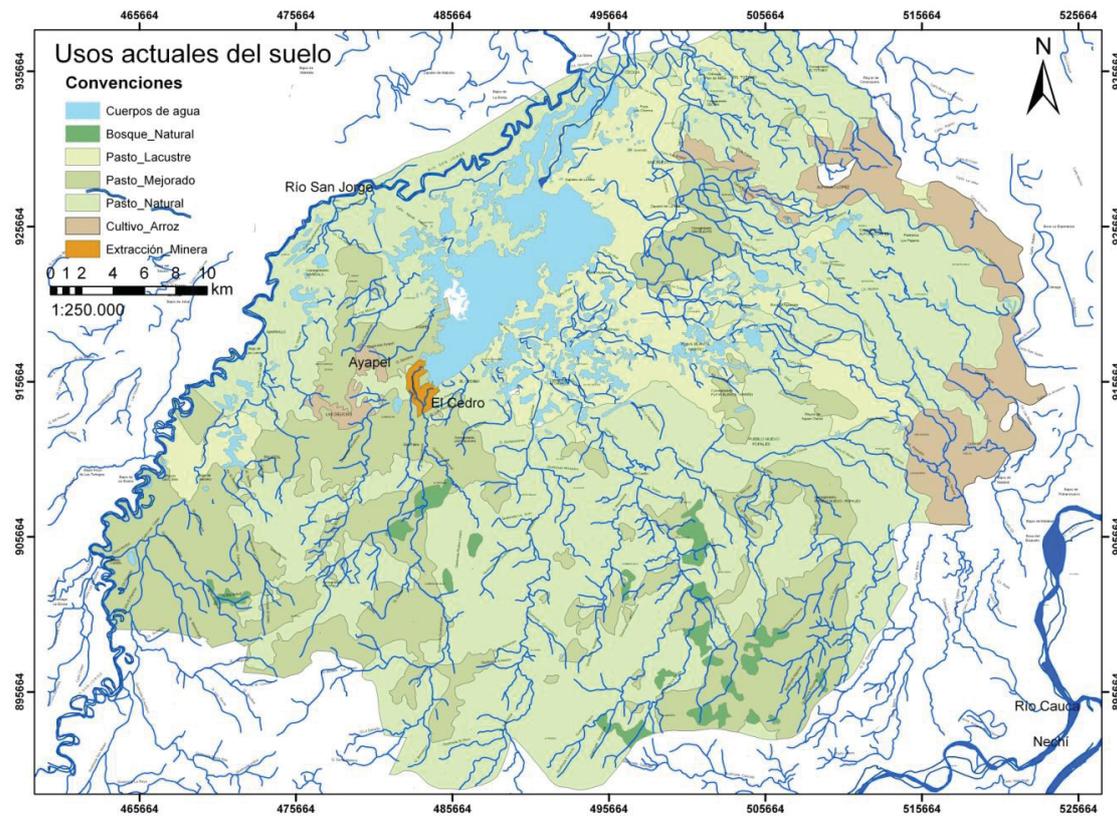


Figura 53. Uso actual del suelo según el POT 2002-2012, usando cinco categorías: cuerpos de agua, bosque natural, pasto lacustre, pasto natural, pasto mejorado, cultivo de arroz y una zona significativa dedicada a la extracción minera. Fuente: adaptado de (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002).

Según el mapa del POT, las áreas que ocupan los diferentes usos y coberturas, son las presentadas en la siguiente Tabla 18:

Tabla 18. Áreas que ocupan los diversos usos y coberturas del suelo, según el POT 2002-2012.

Uso / cobertura	Área (km <sup>2</sup> )	%
Bosque natural	8	0.4
Pastos en zonas inundables (lacustres)	231	11.7
Pastos mejorados	457	23.0
Pastos naturales	1021	51.5
Cultivos de arroz	117	5.9
Ciénagas y cuerpos de agua	144	7.3
Extracción minera	4	0.2
<b>TOTAL</b>	<b>1981</b>	<b>100%</b>

Como se puede observar en esta información, un poco más de la mitad del territorio está ocupado en pastos naturales, un poco más de la cuarta parte en pastos mejorados y un poco más de la octava parte está constituida por pastos lacustres, es decir que cerca del 86% de las coberturas del municipio están ocupada por pastos, lo que en parte se constituye como el interés de los finqueros y en sus intereses para utilizar las tierras de Ayapel.

El trabajo que sigue a continuación es una ampliación de esta información en un análisis multiespacial y multitemporal basado en imágenes de fotografías aéreas e imágenes de satélite con el que se podrá comparar la información oficial del municipio.

### **4.3. COBERTURAS Y USO ACTUAL DEL SUELO EN EL ÁREA DE ESTUDIO**

A continuación se presentan los resultados de la interpretación y cálculo de las áreas de las diferentes coberturas y usos del suelo y a los cambios que se han presentado en ellas, en los usos del suelo y en general en el paisaje, teniendo en cuenta en primer lugar, tres escenarios históricos: 1954, 1985 y 2007, comenzando con el sistema cenagoso de Ayapel.

#### **4.3.1. Espejos de agua**

Perteneciendo la zona de estudio a la región de La Mojana, región sujeta a periódicas inundaciones, una de las coberturas más importantes la constituyen los espejos de agua. Por lo tanto se debe analizar el agua y su variación ante el pulso anual.

Realizando un análisis comparativo a partir de imágenes satelitales de Landsat, las cuales fueron tratadas utilizando sólo la banda 7 correspondiente al infrarrojo, el cual permite una separación precisa de lo que constituyen cuerpos de agua, se estableció una secuencia mes a mes de las fluctuaciones de la Ciénaga de Ayapel.

Las imágenes de las siluetas obtenidas cada mes se muestran a continuación en la Figura 54. Pueden notarse las fluctuaciones que presenta la ciénaga durante el año pero además se han añadido los restantes cuerpos de agua temporales y permanentes que están aledaños al cuerpo principal. Esta es la diferencia con el análisis hecho en el capítulo sobre la hidrología y la Figura 41.

Una superposición de imágenes del mes de enero que para el ejemplo corresponde a la máxima contracción de la ciénaga, con el mes de noviembre en donde se presentó la mayor expansión se muestra en la Figura 55. Se puede apreciar la magnitud del área de los terrenos inundados. Las inundaciones no se limitan necesariamente a las mismas zonas, sino que varían a través del tiempo. Haciendo una sumatoria del conjunto de datos para el área estudiada, que comprende unos 988 km<sup>2</sup>, cerca de 327 km<sup>2</sup> están cubiertos de agua ( $\approx 1/3$ ) para el área de encuadre usado para el análisis.

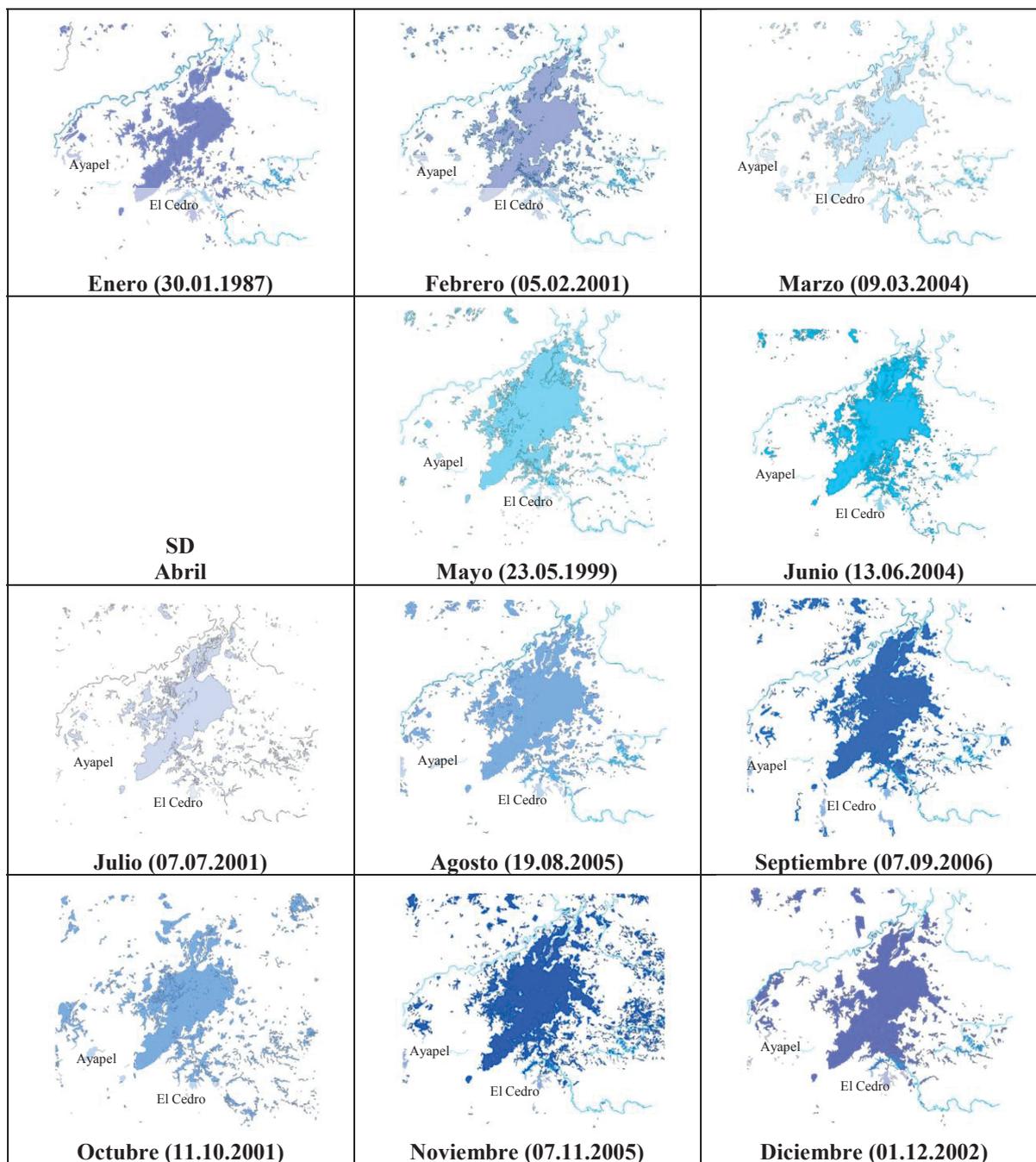


Figura 54. Momentos mes a mes del pulso de inundación de la ciénaga a partir de imágenes de satélite. Es notorio el cambio de expansión que sufre el espejo del agua de los diferentes cuerpos permanentes y temporales que hay en el área escogida entre enero, cuando se dio la mayor contracción y noviembre en donde se alcanzó el área máxima. Fuente: elaboración propia con base en el proceso de imágenes Landsat diferentes fechas. Las imágenes fueron tomadas de un banco de imágenes disponibles para la fecha por el programa Landsat, de las cuales se seleccionaron las que no tuvieran nubosidad y fueran representativas del momento hidrológico para el mes en que fueron tomadas. La separación de los espejos de agua mediante la banda 7 en el infrarrojo y con tamaño de pixel de 30 metros ofrece una aproximación bastante ajustada a la realidad y por tanto confiable.

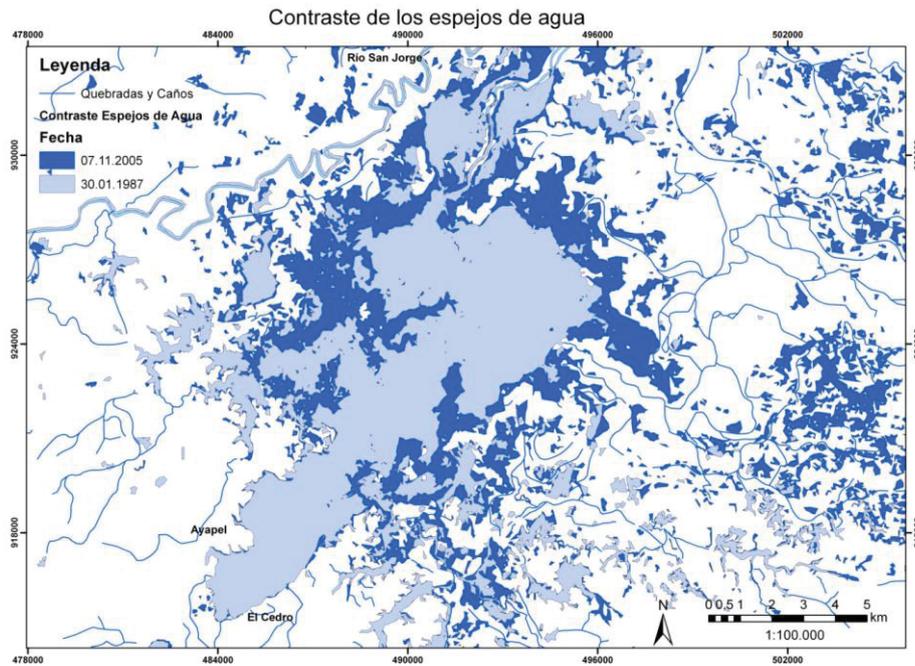


Figura 55. Áreas inundadas con base en imágenes de satélite, tomando como base una imagen del mes de enero cuando, en este caso, se presentó la mínima expresión de inundación y el de noviembre cuando se dio la máxima expansión.  
Fuente: construcción propia a partir de imágenes satelitales de Landsat de diferentes fechas.

A partir de la información procesada se obtuvieron las áreas que ocupó el agua en los diferentes meses.

Tabla 19. Cálculo de las áreas inundadas cada mes según la imagen de satélite seleccionada, en los formatos Vector y Raster.

Área/mes	Vector (km <sup>2</sup> )	Raster (km <sup>2</sup> )	Diferencia Vector mes a mes (km <sup>2</sup> )	Diferencia Raster mes a mes (km <sup>2</sup> )
<b>Enero</b>	107.37	116.69	-43.23	-5.11
<b>Febrero</b>	144.43	144.69	37.06	28.00
<b>Marzo</b>	110.64	132.54	-33.79	-12.15
<b>Abril</b>	S.D.			
<b>Mayo</b>	152.58	152.57	41.94	20.03
<b>Junio</b>	159.21	153.84	6.63	1.27
<b>Julio</b>	114.49	120.60	-44.72	-33.24
<b>Agosto</b>	181.46	172.92	66.97	52.32
<b>Septiembre</b>	169.50	159.03	-11.96	-13.89
<b>Octubre</b>	154.01	133.51	-15.49	-25.52
<b>Noviembre</b>	193.55	184.80	39.54	51.29
<b>Diciembre</b>	150.60	121.80	-42.95	-63.00
<b>Correlación Vektor-Ras</b>	0.84			
<b>Minimum</b>	107.37	116.69		
<b>Maximum</b>	193.55	184.80		

Área/mes	Vector (km <sup>2</sup> )	Raster (km <sup>2</sup> )	Diferencia Vector mes a mes (km <sup>2</sup> )	Diferencia Raster mes a mes (km <sup>2</sup> )
Diferencia	86.18	68.11		

Gráficamente las variaciones de área mes a mes y entre cada formato se muestran en la Figura 56. Datos de superficie de cuerpos de agua de otros meses no existen. Un análisis más amplio y profundo se presenta más adelante.

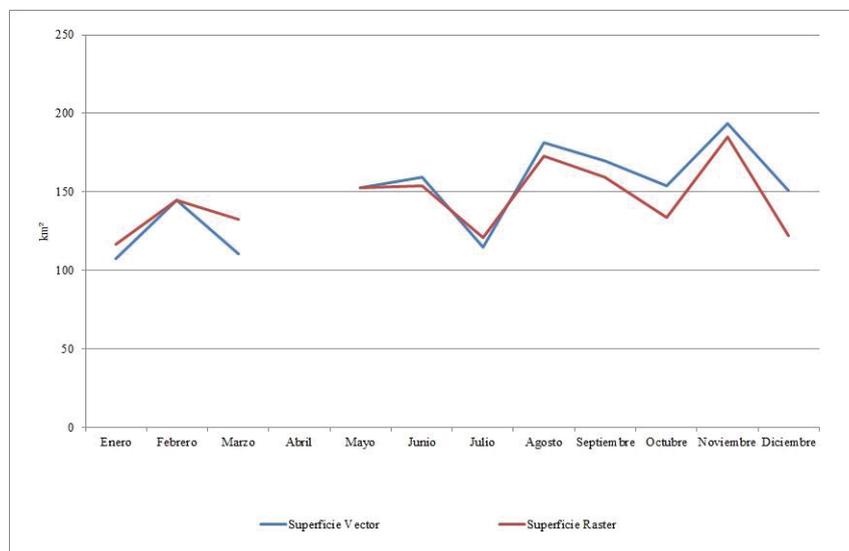


Figura 56. Variación de las áreas en ambos formatos y mes a mes. Fuente: elaboración propia.

Es indiscutible que la zona de estudio es una región anfibia. La expansión y contracción anual de los cuerpos de agua permanente, la aparición y desaparición de otros de tipo temporal ocupan un área apreciable. Como ya se mencionó, muchos de estos territorios que están sometidos a inundación y anegamiento periódico pertenecen a la categoría de suelos fértiles aptos para la agricultura. Más adelante se analiza la intersección entre cuerpos de agua temporal y la calidad de los suelos.

También es sabido en la región, que los hacendados construyen obras civiles con el fin de evitar que algunas áreas de las que se han detectado en este estudio como inundables, sean afectadas por el pulso hidrológico y de esa forma poder utilizarlas principalmente para ganadería.

En la época en que terminan las lluvias y el agua comienza a retraerse de ciénagas y pantanos, los ganaderos de las tierras altas comienzan a bajar el ganado para que tengan pastos frescos. Para ello se apropian de terrenos que están a merced de las variaciones de la ciénaga y que por tanto no pueden ser privatizados según las leyes colombianas (ver sección 5.8.2).

Las pocas tierras que se descubren en el período de aguas bajas que los hacendados no toman para uso, quedan disponibles para algunos campesinos de la zona que las aprovechan para sembradíos de maíz, arroz y plátano principalmente.

Se deduce entonces que estas relativamente grandes extensiones sometidas a inundación periódica son de interés económico para varios actores de la región y que son el único acceso de muchas personas a actividades agrícolas. De allí la importancia de cuantificarlas y estudiarlas más a fondo.

Los cambios más fuertes que sufre el paisaje en Ayapel se deben a la dinámica de los espejos de agua. Dichos cambios se producen cíclicamente en forma anual aunque se presentan eventos, como ya se ha mencionado (ver Figura 4 y Figura 39), que sobrepasan el patrón normal de comportamiento e impactan y modifican fuertemente el paisaje.

La inquietud siguiente corresponde a las demás coberturas escogidas. ¿cómo se distribuyen en el espacio y cuál es su compartamiento en el tiempo?. En el siguiente subcapítulo se abordará este tema.

#### **4.4. HALLAZGOS SOBRE LAS COBERTURAS Y USOS DEL SUELO**

A continuación se describen los resultados de la caracterización de las coberturas y los usos del suelo para cada uno de los años analizados. Como se mencionó en la metodología (ver sección 2.7), el área analizada en detalle es la que interseca a los tres modelos fotogramétricos (1954, 1985, 2007). Para cada una de ellas se fotointerpretó y digitalizó cada cobertura y uso del suelo. Las categorías seleccionadas para clasificar las coberturas y usos del suelo se decidieron a partir de las características del área de estudio y de la resolución con la que se podía ver en las imágenes. Ellas son las siguientes:

- Cuerpos de agua
  - Ciénaga y ciénagas satélites
  - Quebradas
  - Caños
  - Canales
  - Pantanos
- Bosques ripario
- Bosques secundarios
- Cultivo de árboles frutales
- Camellones
- Pastos naturales
- Rastrojos bajos
- Rastrojos altos
- Parches de macrófitas
- Zonas con erosión
- Zonas con quemas
- Zonas urbanizadas
  - Cabecera municipal
  - Corregimiento El Cedro
  - Clubes

Hay que aclarar que no todas las coberturas están presentes en todas las imágenes, por ejemplo las quemas o la erosión, sin embargo aparecen en las convenciones para mantener la coherencia de las coberturas que se están analizando. Los mapas resultantes se presentan a continuación en las Figura 57, Figura 58 y Figura 59. La base para la determinación de esta clasificación fue la imagen de 2007, que es en la cual se pueden ver los mayores detalles.

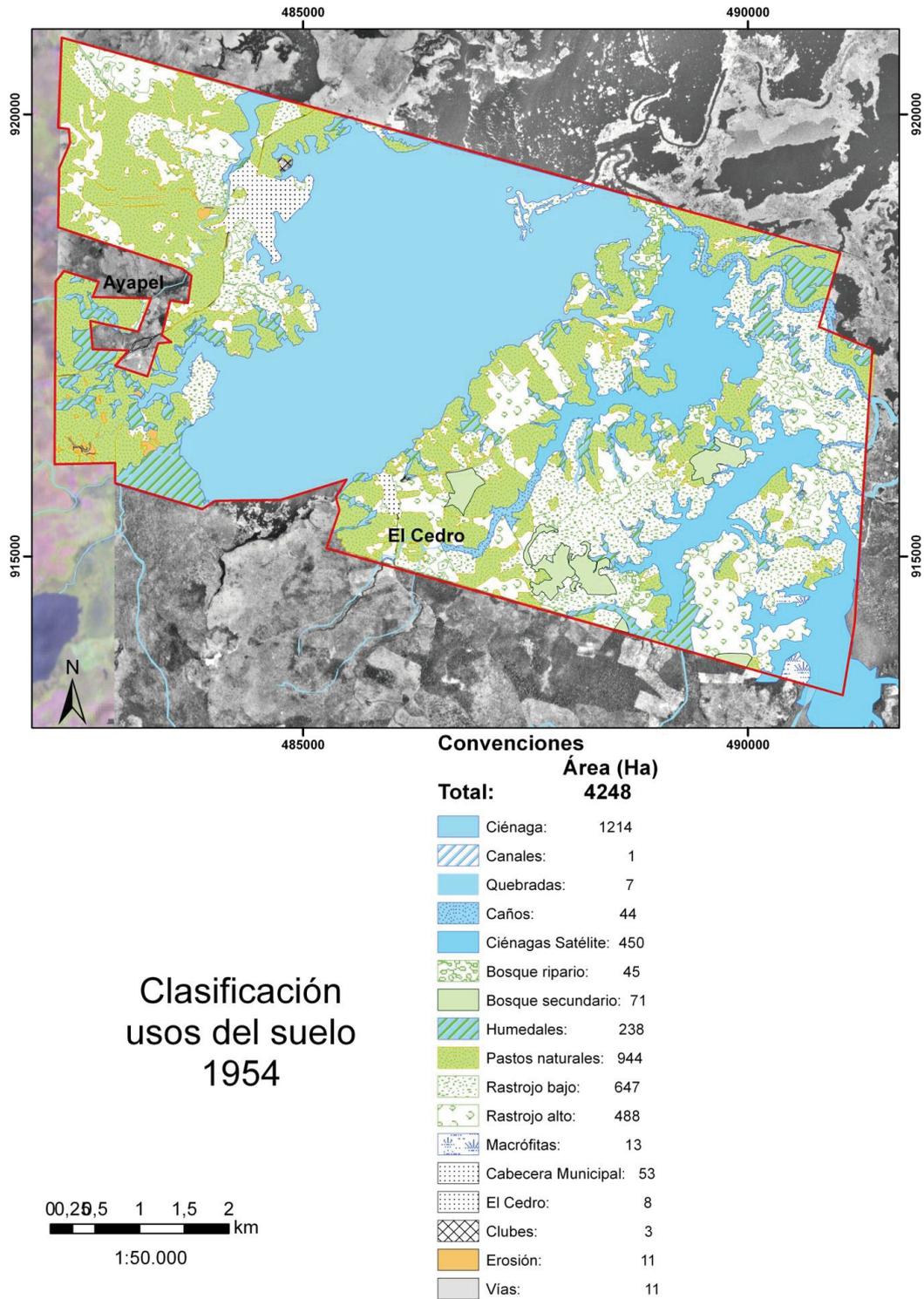
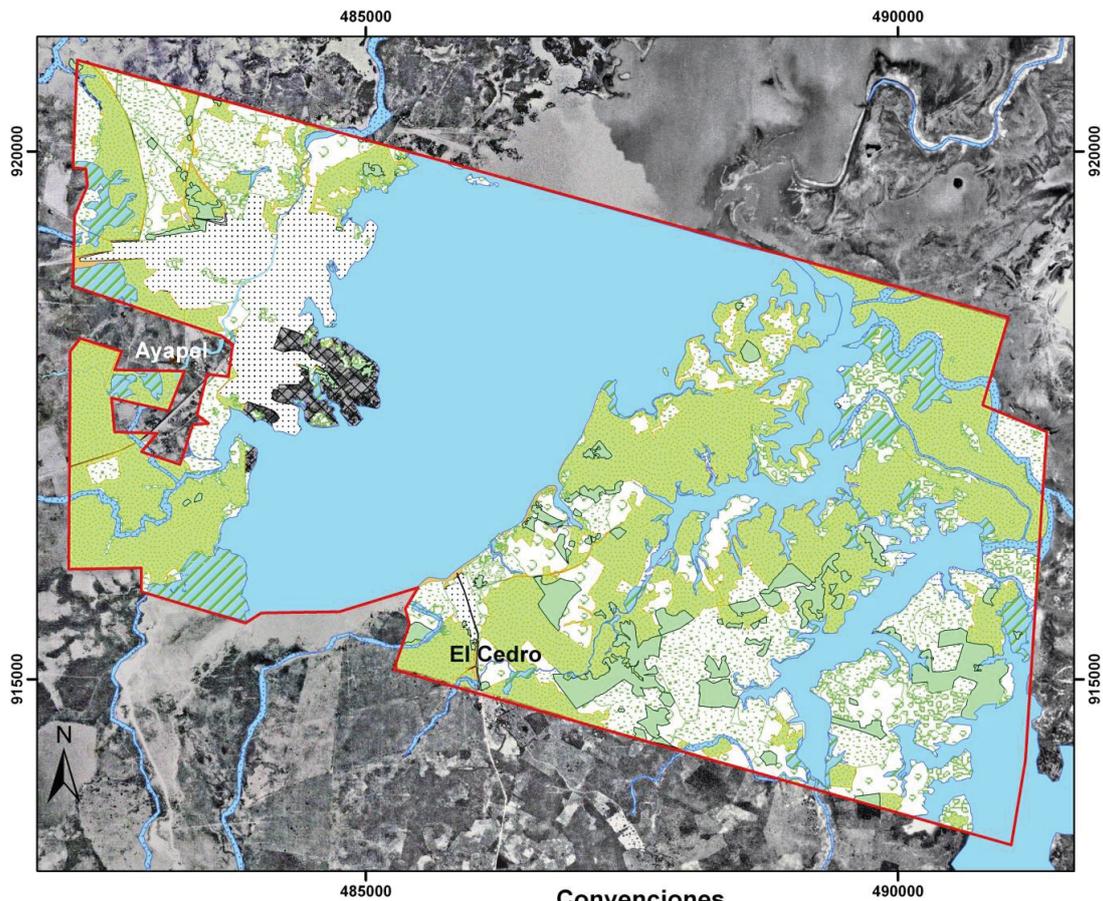


Figura 57. Modelo de usos y coberturas del suelo del año 1954, sobre ortofoto de fotografías aéreas análogas blanco y negro del IGAC. El área de análisis se enmarca en color rojo. Fuente: elaboración propia.

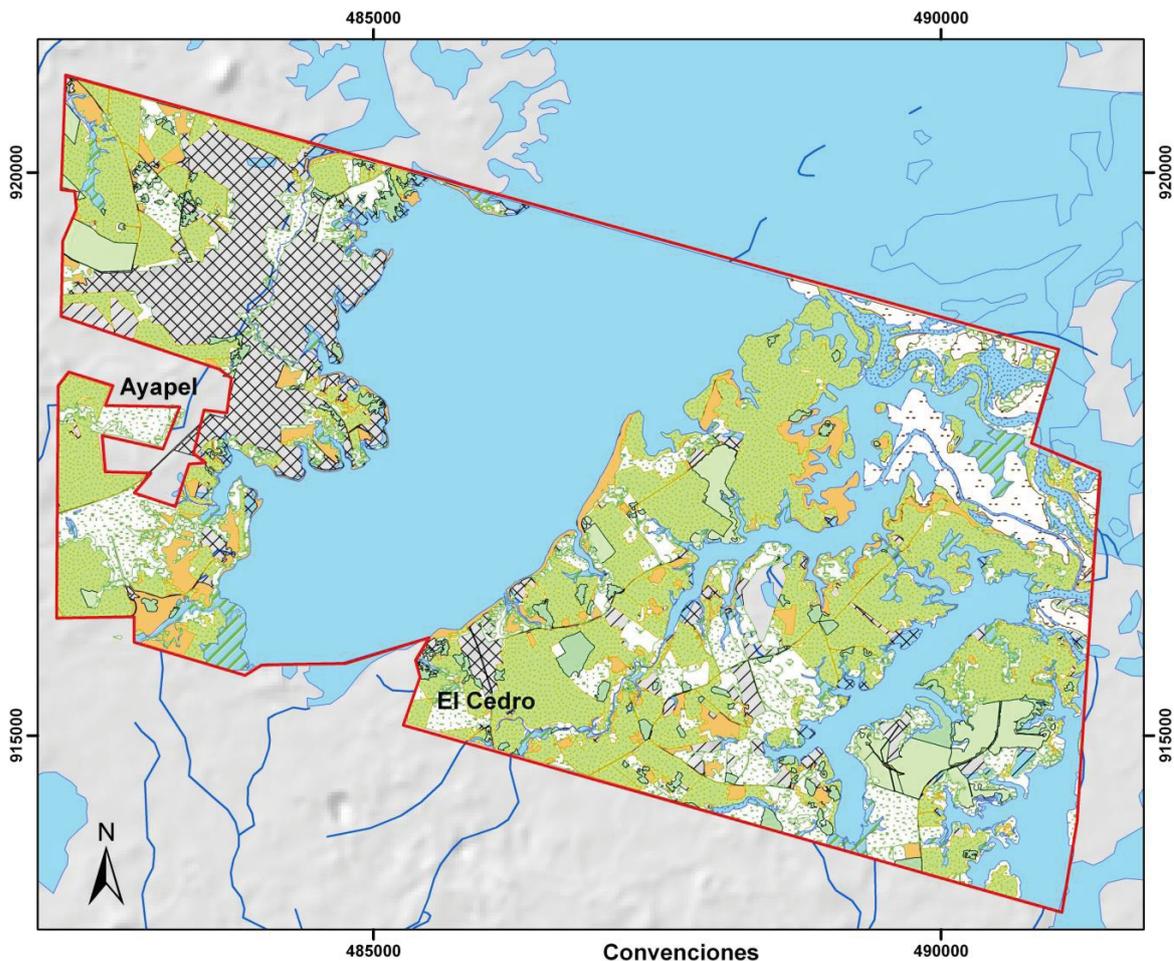


## Clasificación usos del suelo 1985

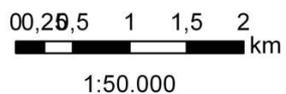
0, 0,2, 0,5 1 1,5 2  
km  
1:50.000

Convenciones		Área (Ha)
Total		4247
	Ciénaga:	1205
	Canales:	1
	Quebradas:	3
	Caños:	40
	Ciénagas Satélite:	363
	Bosque ripario:	192
	Bosque secundario:	173
	Humedales:	174
	Pastos naturales:	1044
	Rastrojo bajo:	454
	Rastrojo alto:	264
	Macrófitas:	32
	Cabecera Municipal:	220
	El Cedro:	11
	Clubes:	53
	Erosión:	9
	Vías:	9

Figura 58. Modelo de usos y coberturas del suelo del año 1985, sobre ortofoto de fotografías aéreas análogas blanco y negro del IGAC. El área de análisis se enmarca en color rojo. Fuente: elaboración propia.



### Clasificación usos del suelo 2007



Convenciones	
	Área (Ha)
Total 4211	
	Ciénaga: 1148
	Canales: 1
	Quebradas: 1
	Caños: 75
	Ciénagas Satélite: 344
	Bosque ripario: 119
	Árboles frutales: 107
	Bosque secundario: 83
	Humedales: 107
	Camellones: 113
	Pastos naturales: 964
	Rastrojo bajo: 328
	Rastrojo alto: 125
	Macrófitas: 27
	Cabecera Municipal: 291
	El Cedro: 14
	Clubes: 82
	Erosión: 188
	Quemas: 76
	Vías: 17

Figura 59. Modelo de usos y coberturas del suelo del año 2007, sobre ortofoto de fotografías aéreas digitales a color tomadas en vuelo propio. El área de análisis se enmarca en color rojo. Fuente: elaboración propia.

Como una comparación entre los resultados de este estudio y el documento del POT del municipio, se muestran los sectores de ambos mapas con sus respectivas áreas y coberturas en la Figura 125 del ANEXO III.

A continuación en la Tabla 20, se hace la comparación de los datos numéricos de las áreas de las diferentes coberturas que se han mostrado en cada mapa, para poder analizar los cambios.

Tabla 20. Superficie en ha y m<sup>2</sup> de los usos y coberturas para cada uno de los años analizados. Los valores con cero corresponden a coberturas que no fueron detectadas en la interpretación. Fuente: elaboración propia.

Cobertura/1954	Área (Ha)	Área (m2)	Cobertura/85	Área (Ha)	Área (m2)	Cobertura/2007	Área (Ha)	Área (m2)
Ciénaga	1214	12140673	Ciénaga	1205	12045180	Ciénaga	1148	11482962
Canales	1	6686	Canales	1	14615	Canales	1	14539
Quebradas	7	67085	Quebradas	3	26111	Quebradas	1	14312
Caños	44	444312	Caños	40	403244	Caños	75	746324
C. Satélites	450	4498381	C. Satélites	363	3632181	C. Satélites	344	3439023
Bosque ripario	45	447490	Bosque ripario	192	1918876	Bosque ripario	119	1194017
	0			0		Árboles frutales	107	1068843
Bosque secundario	71	705920	Bosque secundario	173	1729581	Bosque secundario	83	832204
Humedales	238	2383077	Humedales	174	1739439	Humedales	107	1071959
	0			0		Camellones	113	1126696
Pastos naturales	944	9438035	Pastos naturales	1044	10435106	Pastos naturales	964	9644645
Rastrojo bajo	647	6465711	Rastrojo bajo	454	4543157	Rastrojo bajo	328	3275218
Rastrojo alto	488	4883906	Rastrojo alto	264	2639295	Rastrojo alto	125	1249415
Macrófitas	13	125890	Macrófitas	32	321560	Macrófitas	27	267255
Cabecera mpal	53	530288	Cabecera mpal	220	2197624	Cabecera mpal	291	2907344
El Cedro	8	84393	El Cedro	11	110280	El Cedro	14	142112
Clubes	3	29781	Clubes	53	526590	Clubes	82	817969
Erosión	11	111189	Erosión	9	94905	Erosión	188	1883163
	0			0		Quemas	76	764026
Vías	11	113373	Vías	9	94504	Vías	17	172568
<b>Total</b>	<b>4248</b>	<b>42476191</b>	<b>Total</b>	<b>4247</b>	<b>42472249</b>	<b>Total</b>	<b>4211</b>	<b>42114593</b>
						Área polígono	4251	42509411,4
discrepancia	0			0		discrepancia	1	

Los datos obtenidos proceden, como ya se ha advertido, de procesos propios realizados durante el desarrollo de esta investigación, pero se hacen las siguientes salvedades con respecto a la información que sirvió de base:

- Las fechas de adquisición de la información (ver tabla Tabla 2) son: 22 de julio de 1954, 16 de julio de 1985 y 19 de abril de 2007. Es decir que las dos primeras corresponderían a un escenario de aguas en ascenso y la de abril, a uno de transición del período seco al período de lluvias.
- Este hecho implica que por lo menos no hay una coincidencia hidrológica y por tanto puede haber diferencias en las coberturas a relacionar, sobre todo aquellas que varían o están muy influenciadas por las lluvias o por su carencia.
- Otro aspecto a destacar es sobre la calidad de las imágenes. Se trata de una comparación de fotografías análogas (las dos primeras), con baja resolución espacial, tomadas a gran altura, en pancromático, versus fotografías aéreas digitales a color con alta resolución espacial y posibilidades de distinguir mejor las coberturas.
- Como información complementaria para el análisis se tienen las lecturas en la mira que marcan el nivel del agua en la ciénaga. Para 1954 no existe el dato pero para el 16 de julio de 1985 fue de 4.36 m y para el 19 de abril de 2007 3.10 m.

- La digitalización de los polígonos se realizó con gran cautela y tiempo de análisis para diferenciar las coberturas de tal manera que fuera lo más ceñida posible a la realidad.

A grandes rasgos se puede ver que ha habido variación en el área de algunas coberturas, principalmente en las más vistosas como son el cuerpo principal de la ciénaga, ciénagas satélites, bosque ripario, bosque secundario, pastos, rastrojos altos y bajos y la zona urbanizada que comprende la cabecera municipal, el corregimiento El Cedro y los llamados clubes.

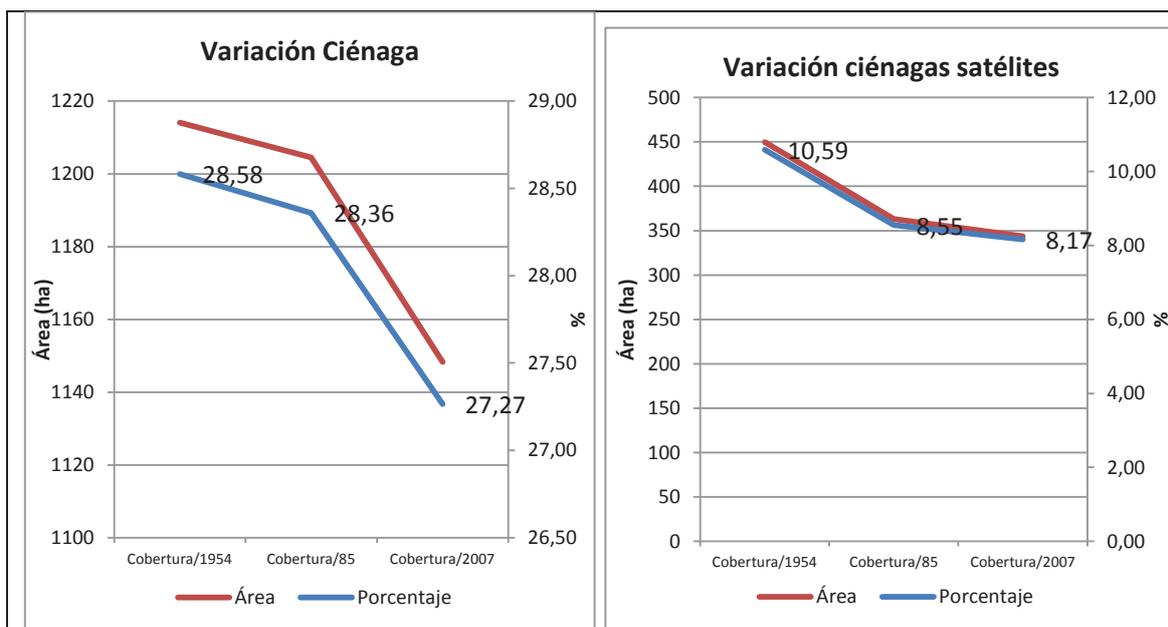
Mientras algunas tienen un comportamiento constante bien sea decreciente o creciente, otras tienen variación sin una tendencia definida en las tres épocas analizadas.

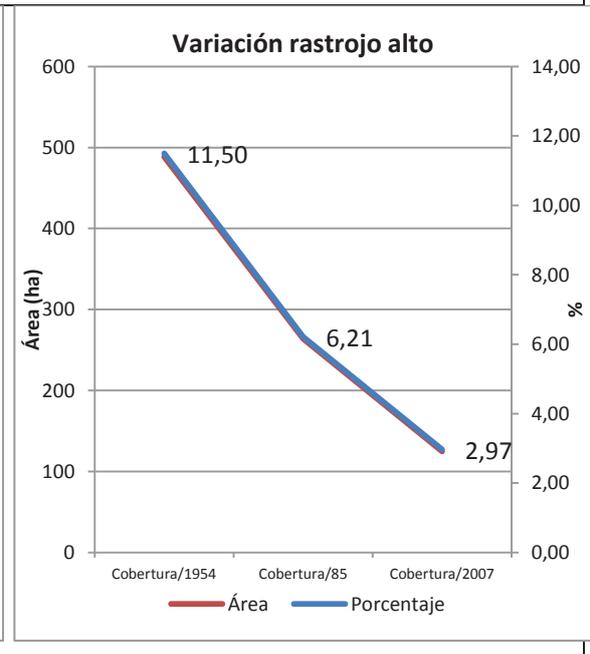
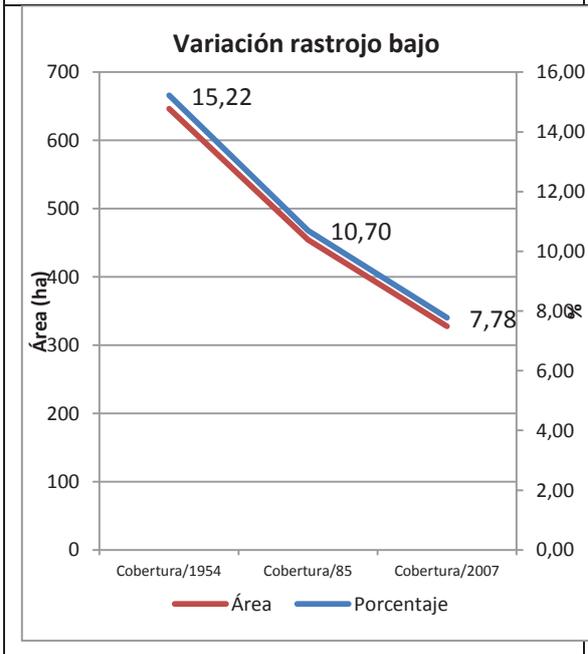
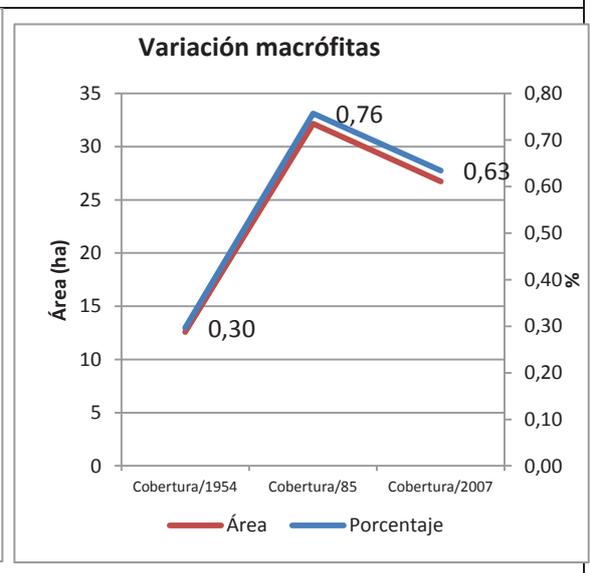
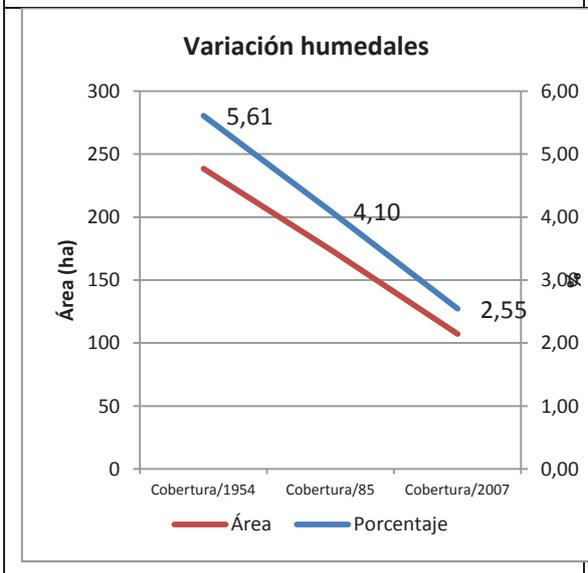
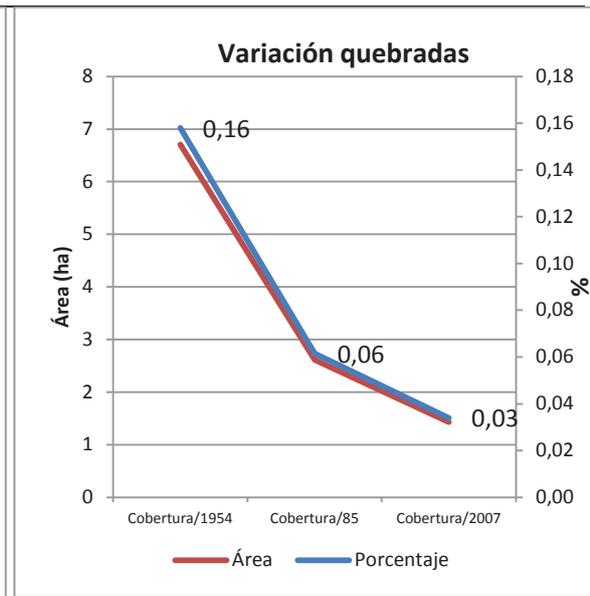
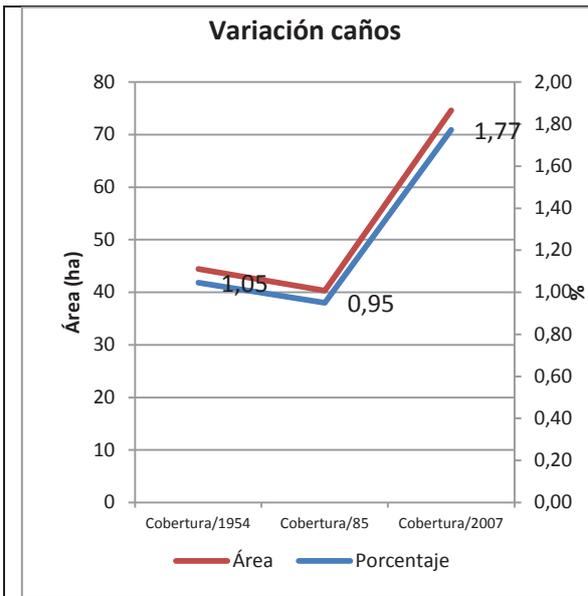
Las coberturas que más área ocupan son en términos generales la Ciénaga, pastos naturales, ciénagas satélites, rastrojos bajos y rastrojos altos. De la Ciénaga se puede decir que su área ha descendido paulatinamente, igual que sucede con las ciénagas satélites, aunque hay que recordar que las fotografías fueron tomadas en períodos hidrológicos diferentes. Por su parte los pastos naturales tuvieron un incremento fuerte en 1985 pero en 2007 retornaron a valores similares a los de 1954.

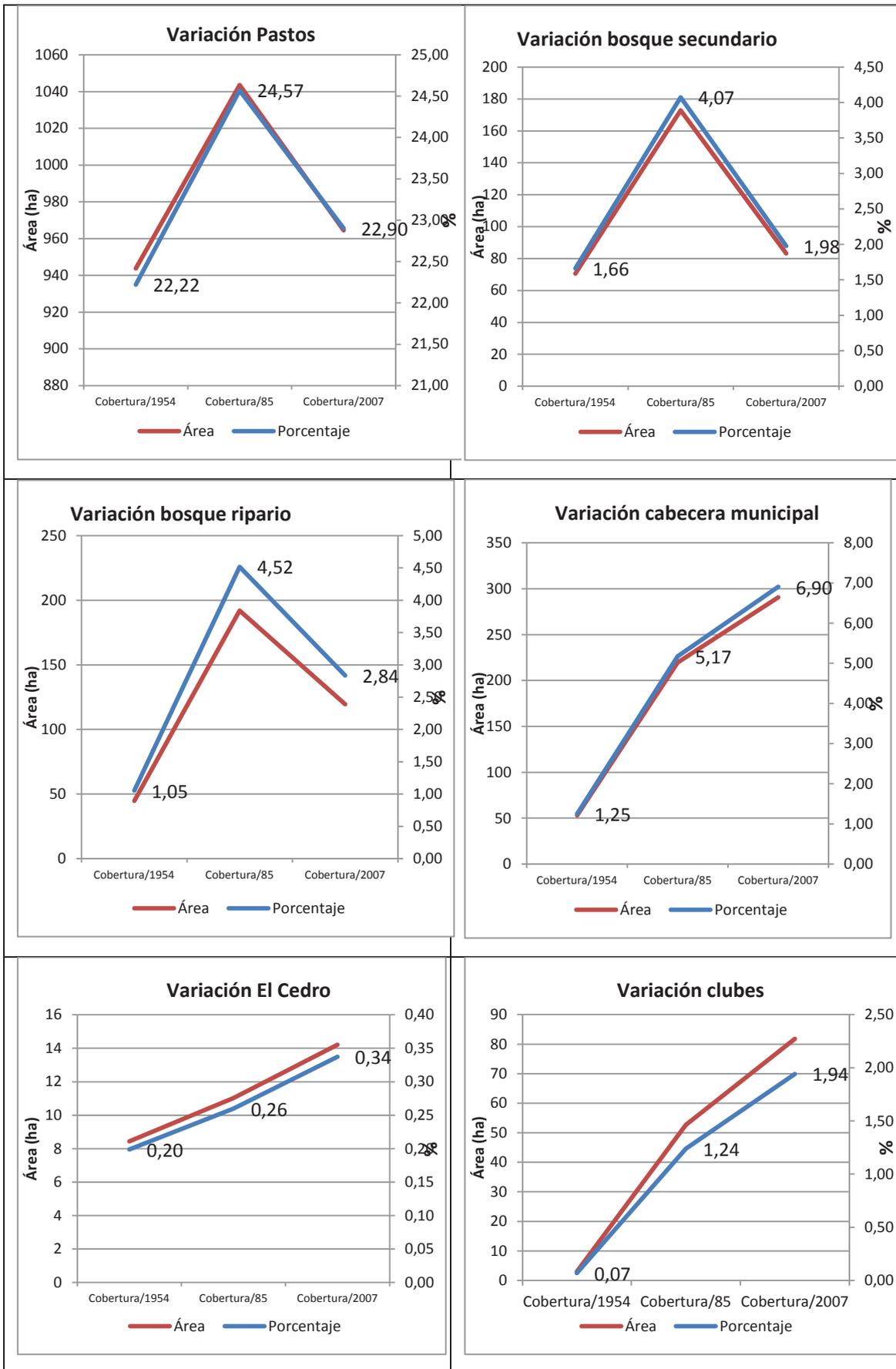
Mientras tanto los bosques, tanto el ripario como el secundario, tuvieron un aumento significativo en 1985 y luego decayeron un poco. Se observa que las zonas urbanizadas han crecido sostenidamente en el tiempo y los suelos erosionados también tuvieron un fuerte incremento. Las vías por su parte se puede decir que no variaron demasiado y su crecimiento está ligado con el aumento de las zonas urbanizadas.

Con el fin de ver mejor los cambios, se muestran a continuación las diferentes áreas en forma de gráfica de tortas en la Figura 126 del ANEXO III.

Confrontando gráficamente por tipo de cobertura en los tres años de la modelación, se pueden establecer los cambios de área ocurridos. Se presenta en forma detallada la variación de algunas coberturas importantes en la siguiente Figura 60.







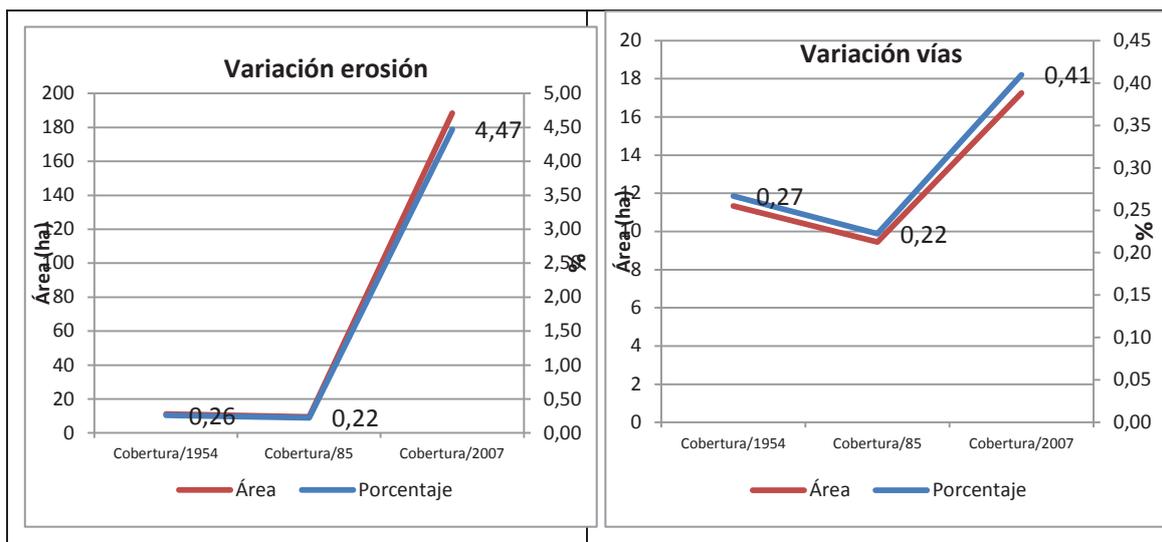


Figura 60. Variación temporal de la superficie de las principales coberturas. Fuente: elaboración propia.

Si bien se ha logrado construir un modelo que da cuenta de las variaciones de las coberturas durante dos períodos, c/u de 20 años aproximadamente: 1954-1985 y 1985-2007 hay que tener en cuenta los siguientes aspectos que restringen los alcances de ciertas comparaciones:

1. La calidad de las fotografías aéreas análogas disponibles no fue muy buena debido a la antigüedad y escala, y esto hizo que la interpretación tuviera problemas con algunas coberturas y no fuera óptima. Esto induce a errores en la estimación de las coberturas y sus áreas.
2. Las fotografías análogas, tanto las de 1954 como las de 1985, fueron tomadas en el mes de julio, es decir, cuando el período hidrológico corresponde a la temporada de lluvias, mientras que las fotos de 2007 fueron tomadas en el mes de abril, época en que las aguas están en su nivel más bajo y apenas se inicia la temporada de lluvias. Los errores que esto introduce tienen que ver con el cálculo de las áreas de los cuerpos de agua que se van a ver incrementadas en las fotos en donde la época de lluvias ya ha entrado mientras que en las fotos tomadas durante el período seco dichas áreas van a ser menores.
3. La diferencia en la calidad de las imágenes análogas y las digitales es significativa al punto de que en éstas últimas fue mucho más fácil deducir coberturas que no son apreciables en las análogas.

Sin embargo se intentarán dar algunas explicaciones de ciertas variaciones con base en el juicio que produce la visita de campo y ser testigo de algunos fenómenos de origen natural y antrópico en la zona.

Con la anterior información más detallada se corrobora el comportamiento de cada una de las coberturas y usos del suelo. Destaca el cambio que han tenido los cuerpos de agua en general, la ciénaga, las ciénagas satélites, quebradas - en donde se aprecia un control hidráulico ejercido para ganar terreno para las haciendas y clubes que están aledaños.

Los pastos es la cobertura de mayor representatividad entre todas. Son usados en ganadería extensiva, particularmente en verano pues en época de lluvias la mayoría se

inundan. Las zonas más amplias se sitúan en alrededores del Cedro, cerca al Caño San Matías y al Caño El Totumo y en bajos del Plan de Mesa. Las variedades mejoradas predominantes son la Admirable (*Brachiaria mutica*) y la Uribe (*Hyparrhenia rufa*) (ECOESTUDIOS, 1989, pág. 145). Los pastos tuvieron un pico de crecimiento en el año intermedio -1985- pero han descendido y retornado nuevamente a estados similares a los de 1954, quizá por intentos de diversificación en las inversiones como lo es la plantación de mango.

Los terrenos erosionados al contrario, han aumentado como también se ha incrementado la urbanización del espacio tanto en la cabecera municipal como en El Cedro. Los clubes han aumentado también, principalmente en las zonas aledañas a la Ciénaga de Ayapel y a las ciénagas satélites.

Los bosques por su parte, también se incrementaron entre 1954 y 1985 pero volvieron a descender en 2005. En el informe del (IGAC, 1986, pág. 26), se indica que en las dos décadas anteriores hubo una explotación intensiva de los bosques primarios hasta extinguirlos en un 90% aproximadamente. Las maderas de valor se agotaron y en los bosques secundarios sólo quedan especies que son utilizadas para uso doméstico, leña, cercados, construcción. Dichos bosques se cuenta que fueron reemplazados por pastos naturales y mejorados.

Esto mismo es corroborado por el informe de (ECOESTUDIOS, 1989, pág. 142). Aún para esta época se podían encontrar algunos bosques secundarios en las márgenes de caños y quebradas –riparios- pero particularmente son conspicuos en tres lugares: margen izquierda del Caño Barro entre El Porvenir y El Martillo, cerca al corregimiento Nariño, entre Playa Blanca y Caño Muñoz y en el sitio Bajos de Corea entre Caño Pinto y Caño San Matías. Allí se reporta que un bosque de eucalipto que fue sembrado con fines comerciales por la CVS está descuidado y que ha sido sometido a quemas y sustracciones furtivas. En la Figura 61 sobre el NDVI aplicado a la imagen satelital de Landsat de 1986 se muestran los sitios referenciados por la literatura que con la aplicación del algoritmo resaltan más la vegetación.

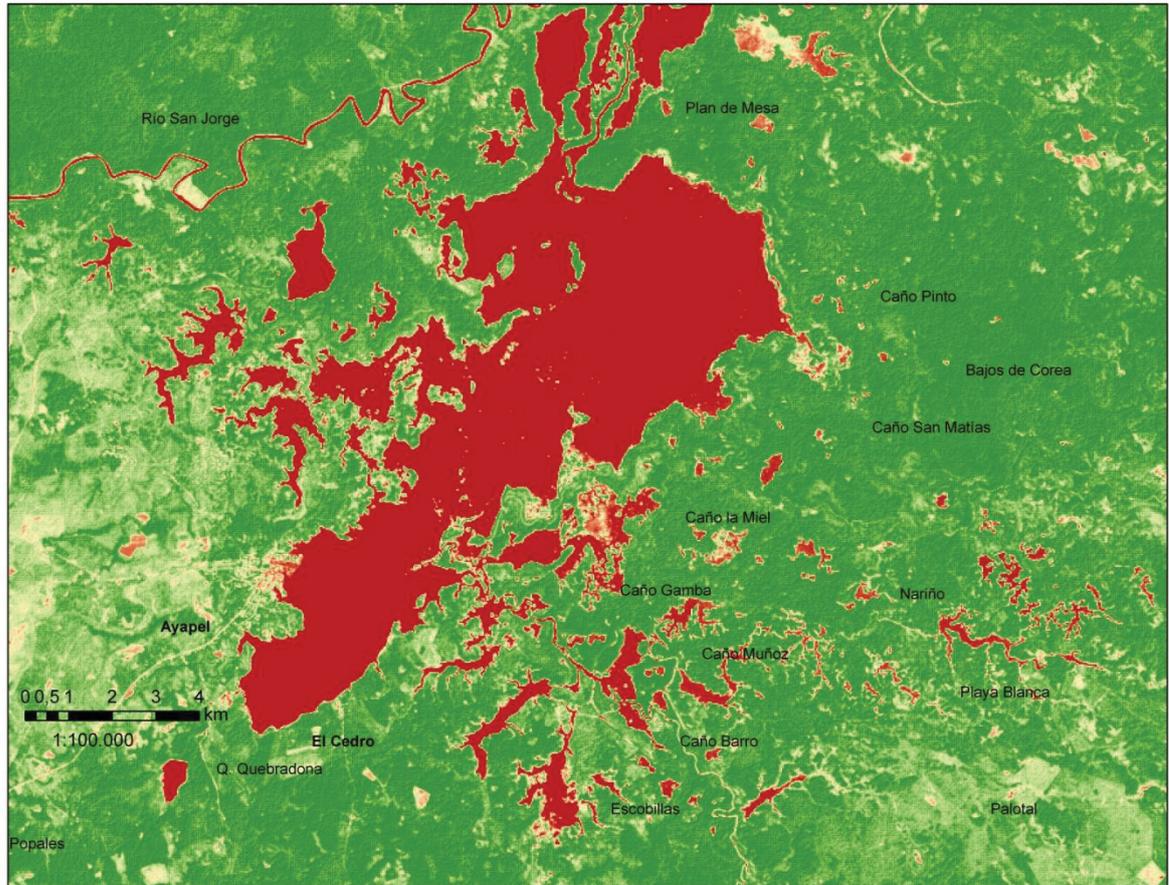


Figura 61. Sitios referenciados por la literatura en donde se inventariaron bosque en la década de los 80. Se muestran sobre imagen de Landsat de 1986 a la cual se le aplicó el NDVI (ver página 205). En rojo aparecen los cuerpos de agua y en tonalidades de verde la vegetación correspondiendo a los bosques en los tonos más fuertes y los pastos al verde más claro. Fuente: elaboración propia.

Los rastrojos son la cobertura más destacable por el tamaño de las áreas que cubren, las cuales han reemplazado al bosque talado y empiezan a ejercer una función ecológica importante. Se pueden observar en las márgenes de la quebrada Escobillas, caños Barro y Gamba y cerca al Cedro. Sin embargo son asediados por quemas frecuentes.

El rastrojo bajo en 1985 es apreciable en los terrenos abandonados, También es destacable la vegetación de *Poligonaceas* (llamadas genéricamente por los pobladores como mangle dulce) y de *Eichhornia spp* que hacen presencia en Caño Barro y en la ciénaga Escobilla. Las poligonáceas son vegetación arbustiva y arbórea adaptada al ciclo hidrológico que resiste por tanto la inundación temporal y la sequía subsecuente, siempre y cuando no se excedan los tiempos naturales. El Jacinto de agua por su parte, es una planta que aparece temporalmente en la ciénaga cuando esta empieza a llenarse y durante el vaciado migra por las corrientes hacia el río San Jorge.

En cuanto a los cultivos, éstos no fueron observados en el área detallada, sin embargo en la literatura se reportan plantaciones de frutales y cítricos, plátano, maíz, sorgo, yuca. El arroz es el cultivo más practicado, principalmente cerca al caño San Matías. La actividad de minería de oro se reporta en sitios al sur oriente de la Ciénaga, en las cuencas de las quebradas Quebradona, Escobillita y Escobilla. También hacia las poblaciones de Palotal y Popales.

A continuación se procederá a hacer un análisis minucioso y particular de los cambios más destacados en el paisaje, a partir de la fotografía aérea de 2007 y se compararán con los resultados obtenidos de una clasificación automática hecha sobre una imagen de Landsat de 2010, la más cercana posible de mejores características para este proceso con el fin de tener una mayor área de análisis con comprobación. También se compararán los cambios en algunos puntos vistosos del paisaje entre las diferentes fechas de las fotografías aéreas.

#### 4.5. ANÁLISIS TERRITORIAL DEL CAMBIO DEL PAISAJE

A continuación se realizó una clasificación automática tal como se describió en la metodología y el resultado es el sector de imagen Landsat de enero de 2010 clasificada según se muestra en la Figura 127, ANEXO III.

Y en la Tabla 37 del ANEXO III, se presenta la comparación de las áreas obtenidas por ambos métodos en el sector en el que se hizo la clasificación manual.

En la siguiente Figura 62 se aprecia la comparación de los resultados en el sector cubierto por las fotografías aéreas digitales, entre la clasificación hecha por fotointerpretación y por clasificación automática sobre la imagen satelital de Landsat del 29 de enero de 2010.

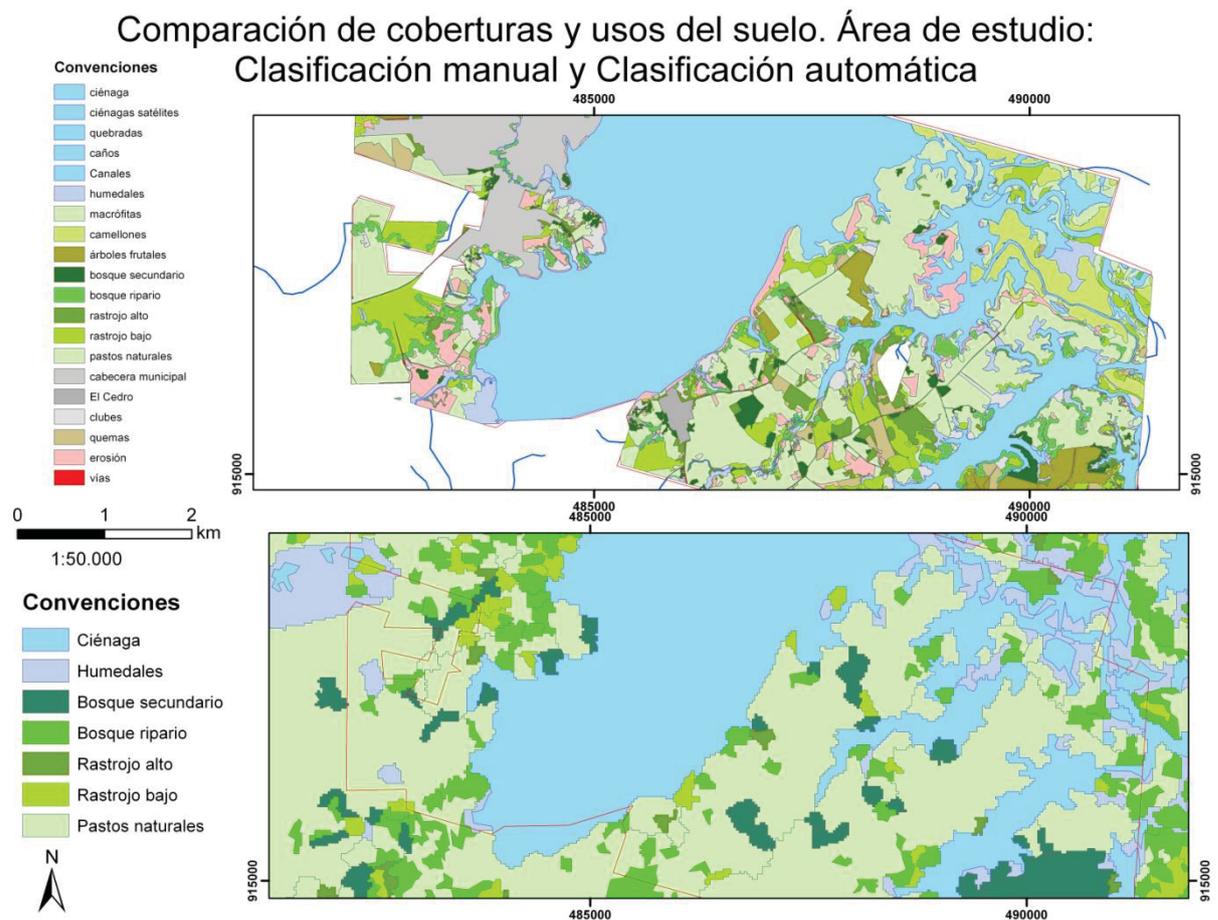


Figura 62. Comparación de las clasificaciones manuales y automáticas entre las imágenes de 2007 y la de 2010.  
Fuente: elaboración propia.

Se corrobora que la interpretación manual permite un mayor nivel de detalle para la separación de las diferentes coberturas y usos, pues se pudieron extraer más tipos de polígonos. Sin embargo la clasificación automática permite asignar coberturas a áreas más extensas. Además hay que tener en cuenta los niveles de resolución para ambos productos los cuales son diferentes, siendo mucho más grueso para Landsat.

A continuación se realiza el cálculo para la variación de las áreas de las coberturas en el área demarcada en las imágenes satelitales entre 1986 y 2010, tal como se presenta en la siguiente Tabla 21.

Tabla 21. Variación de las áreas de cada cobertura entre 1986 y 2010. Fuente: elaboración propia.

Cobertura - 1986	Área (hectárea)	Porcentaje	Coberturas- 2010	Área (hectáreas)	Porcentaje	Cambio (ha)	Cambio relativo (%)	Cambio absoluto (%)
Pastos naturales	2827	29	Pastos naturales	3047	31	220	8%	2
Bosque secundario	1799	18	Bosque secundario	1106	11	-693	-39%	-7
Rastrojo alto	1715	17	Rastrojo alto	1139	12	-575	-34%	-6
Ciénaga	1074	11	Ciénaga	1332	14	257	24%	3
Humedales	870	9	Humedales	591	6	-280	-32%	-3
Rastrojo bajo	799	8	Rastrojo bajo	1191	12	392	49%	4
Bosque ripario	773	8	Bosque ripario	1452	15	678	88%	7
<b>Total</b>	<b>9858</b>		<b>Total</b>	<b>9858</b>				

Los resultados muestran que la ciénaga se ve aumentada, debido en este caso a que la imagen de 2010 corresponde al mes de septiembre que es el momento en que las aguas empiezan a descender y la de 1986 que es de enero, corresponde a un momento en que la ciénaga se encuentra en el período de aguas bajas.

Los pastos han aumentado el área en un 2% absoluto, También lo han hecho los rastrojos bajos y los bosques riparios en un 4 y 7% respectivamente. Los demás han disminuido (los bosques secundarios, el rastrojo alto y los humedales, en 7, 6 y 3% respectivamente). Una razón, principalmente para el caso de los humedales, es el aumento de la superficie cubierta por la ciénaga, pues son los primeros afectados por esta situación y precisamente lo hacen en un porcentaje idéntico. Quiere esto decir que los bosques secundarios y el rastrojo alto disminuyeron a costa de un aumento de los pastos, del rastrojo alto y del bosque ripario. Era de esperarse el aumento de los pastos por la tendencia del aumento del uso pecuario en la zona. Lo mismo pasa con el rastrojo bajo, que es un paso intermedio en los estados del suelo, hacia o desde el uso de pastos hacia el de rastrojo alto. Finalmente, el bosque ripario se ha recuperado. En la propia ciénaga se sabe de un programa de resiembra de “mangle dulce” (*Symmeria paniculata*) promovido por Corpoayapel. Falta establecer en otros sitios la causa de este crecimiento.

Teniendo en cuenta las consideraciones hechas acerca de las diferencias que existen para comparar los tres modelos, se van a detallar algunas zonas en donde los cambios han sido relevantes y merecen atención.

Cobertura Ciénaga. La zona sur de la ciénaga, que es la que menos fluctuaciones superficiales debería tener por ser la cabecera con un mayor control geológico, y la que mayor retardo en las respuestas a la inundación presenta pues el sistema es elástico hacia el norte y las acumulaciones se sienten tardíamente en el inicio de la ciénaga. Sin embargo tiene una disminución gradual de su área en los tres períodos, mucho más acentuado en el último. Se puede observar que han aflorado nuevos elementos en la superficie (Figura 63) como algunas barras de sedimentación. Pero también ha variado el litoral de la ciénaga comparando el perfil de los tres años. Particularmente varias de las pequeñas entradas o radas en la imagen de 1954 han desaparecido en 2007.

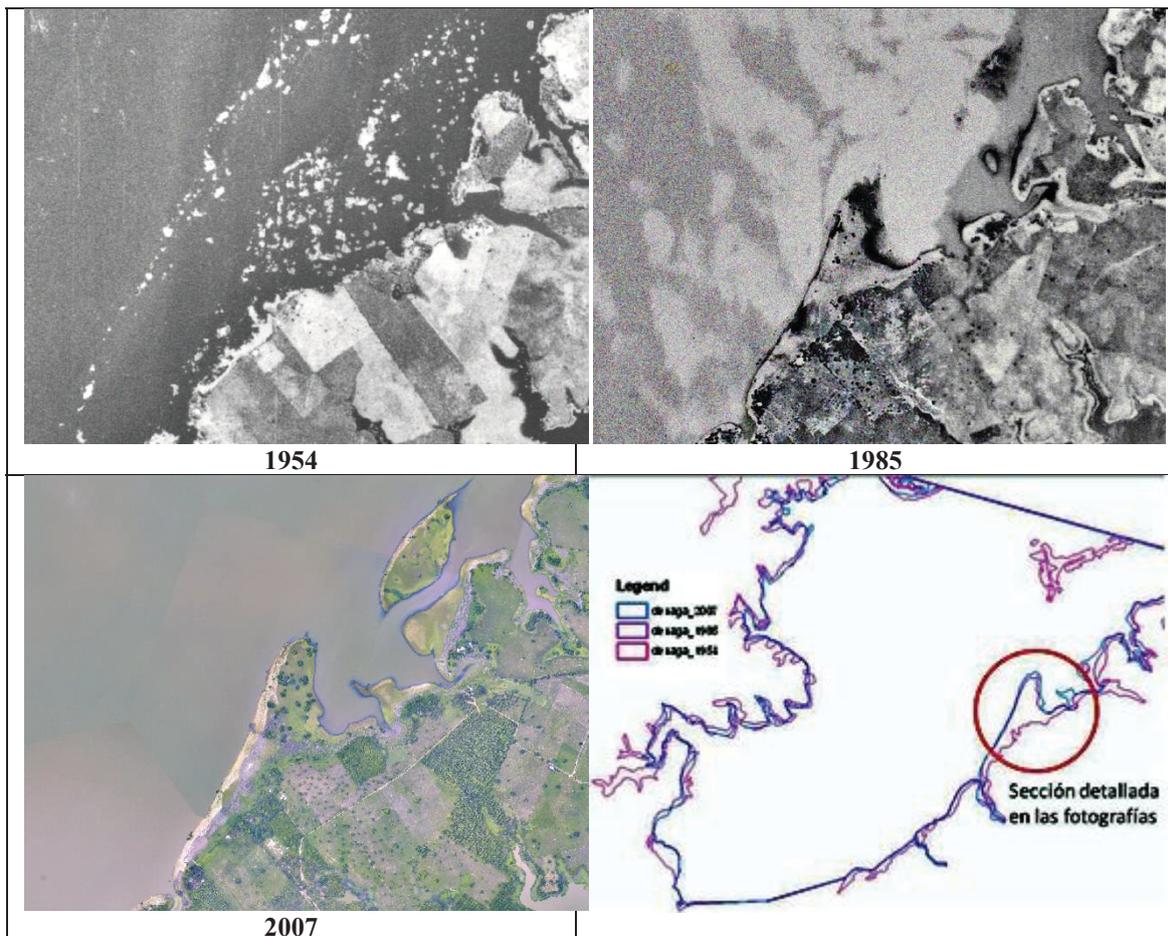


Figura 63. Comparación de los cambios en el área de la ciénaga en los tres períodos. Fuente: elaboración propia.

Las ciénagas satélites también han sufrido cambios en su forma (Figura 64), disminuyendo el área superficial de manera más gradual, también por la contracción principalmente de las pequeñas radas bien sea por procesos de sedimentación o de llenos causados por la mano del hombre.

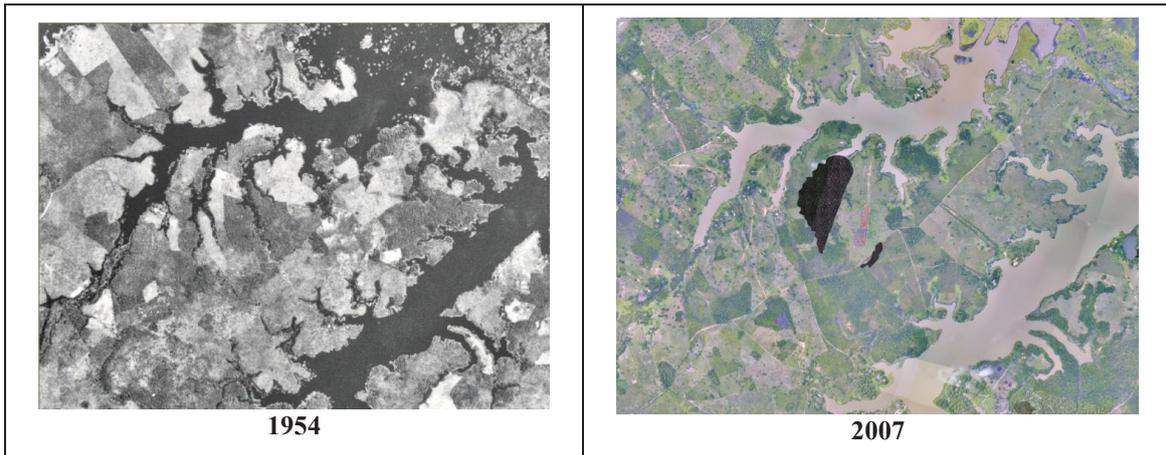


Figura 64. Imágenes de las ciénagas satélites Hoyo de los Bagres y Escobillitas, 1954 y 2007. El área negra a la derecha corresponde a una zona sin datos, Fuente: elaboración propia.

La disminución del área en caños, quebradas y otras zonas de humedales se identifica por el encogimiento que han sufrido en sus riberas y la desecación por la construcción de llenos y diques. En la zona del caño Barro es apreciable el resurgimiento de terrenos en donde se practicó el manejo hidráulico de los camellones Zenúes o la consolidación de terrenos en donde hoy se erigen clubes, tal como se aprecia en la Figura 65.

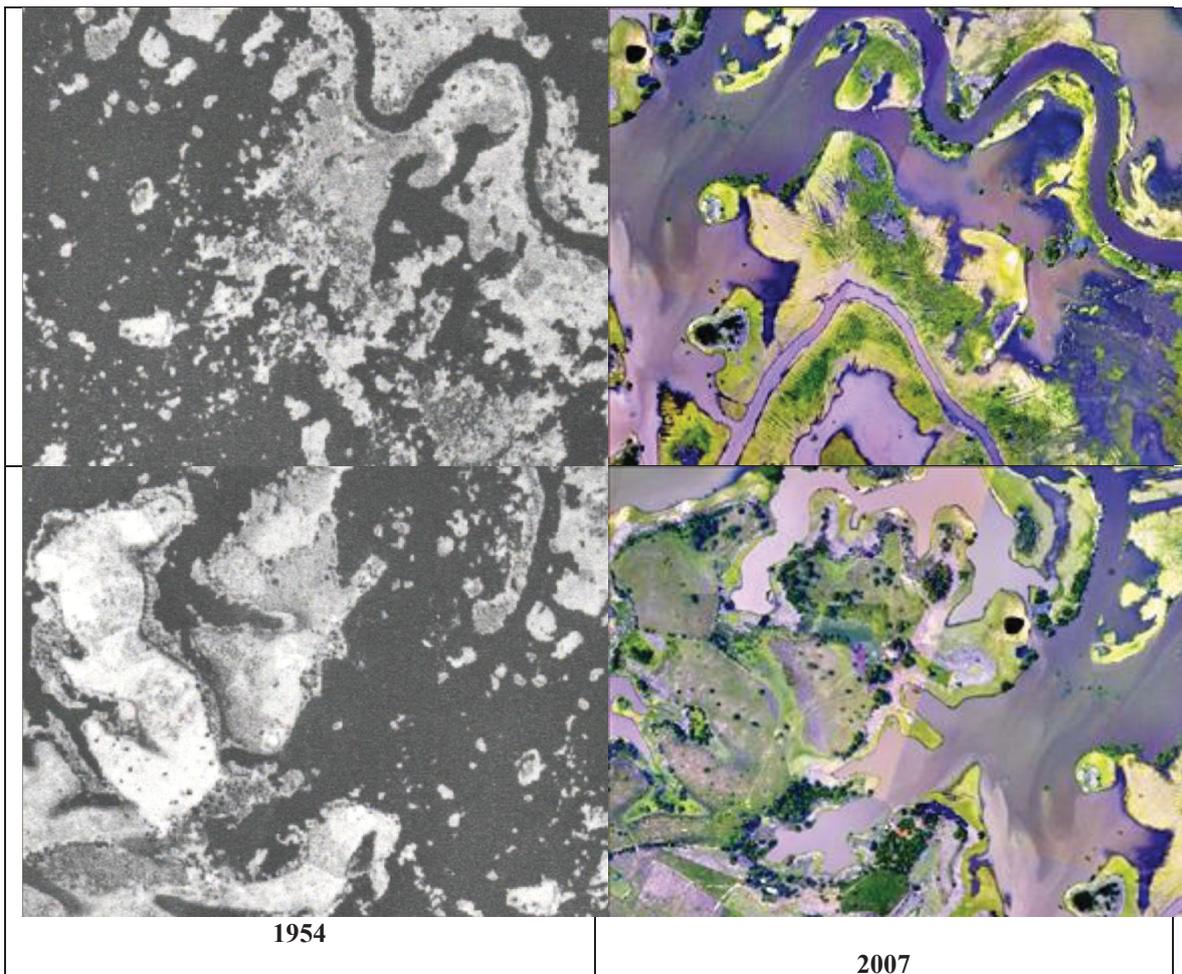


Figura 65. Dos sectores con cambios importantes, pertenecientes a las zonas de Caño Barro y Hoyo de los Bagres.

En cuanto a la cobertura de las macrófitas, no se puede hacer una comparación detallada por tratarse de áreas de mucha movilidad y variabilidad en el tiempo (Figura 66).



Figura 66. Masas de macrófitas a la deriva, En el período de aguas en descenso son dirigidas por la corriente hacia el río San Jorge, Fuente: fotografía tomada por Álvaro Wills, 2006.

Sólo se registra la situación que existía en el momento de la toma de la fotografía, pero si es notorio el cambio que se presentó entre 1954 y 1985 en la zona sur, desembocadura de la quebrada Quebradona (Figura 67), que a mediados del siglo XX tenía una gran masa de macrófitas acumulada y en las siguientes imágenes aparece disminuida y transformada en una superficie de terreno elevado. Quiere decir que la desembocadura que antes se manifestaba como un extenso pantano, es ahora una masa sólida de sedimentos que ha acarreado la corriente de agua. En este punto se observa de manera más aguda el efecto de los sólidos que arrastra la corriente, provenientes de la minería practicada aguas arriba.

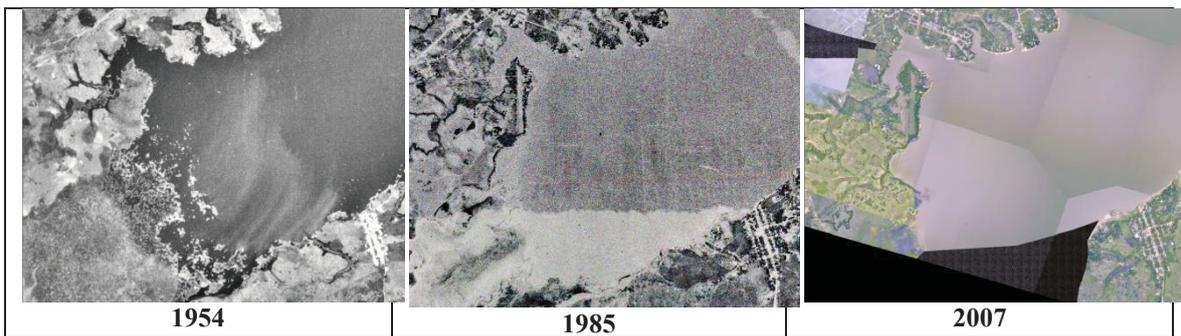


Figura 67. Cambio en la zona sur de la ciénaga, antiguamente gran acumuladora de macrófitas, Fuente: elaboración propia.

Una zona que permite ver la evolución de las coberturas es la de Escobillitas pues allí se combinan los diferentes componentes del paisaje (Figura 68). Se puede ver como el siglo pasado, las coberturas eran pastos – los más claros, tierras en barbecho –rastrajo-bajo y alto con distintas tonalidades del gris en la imagen, y pequeños parches de bosques en el gris más oscuro.

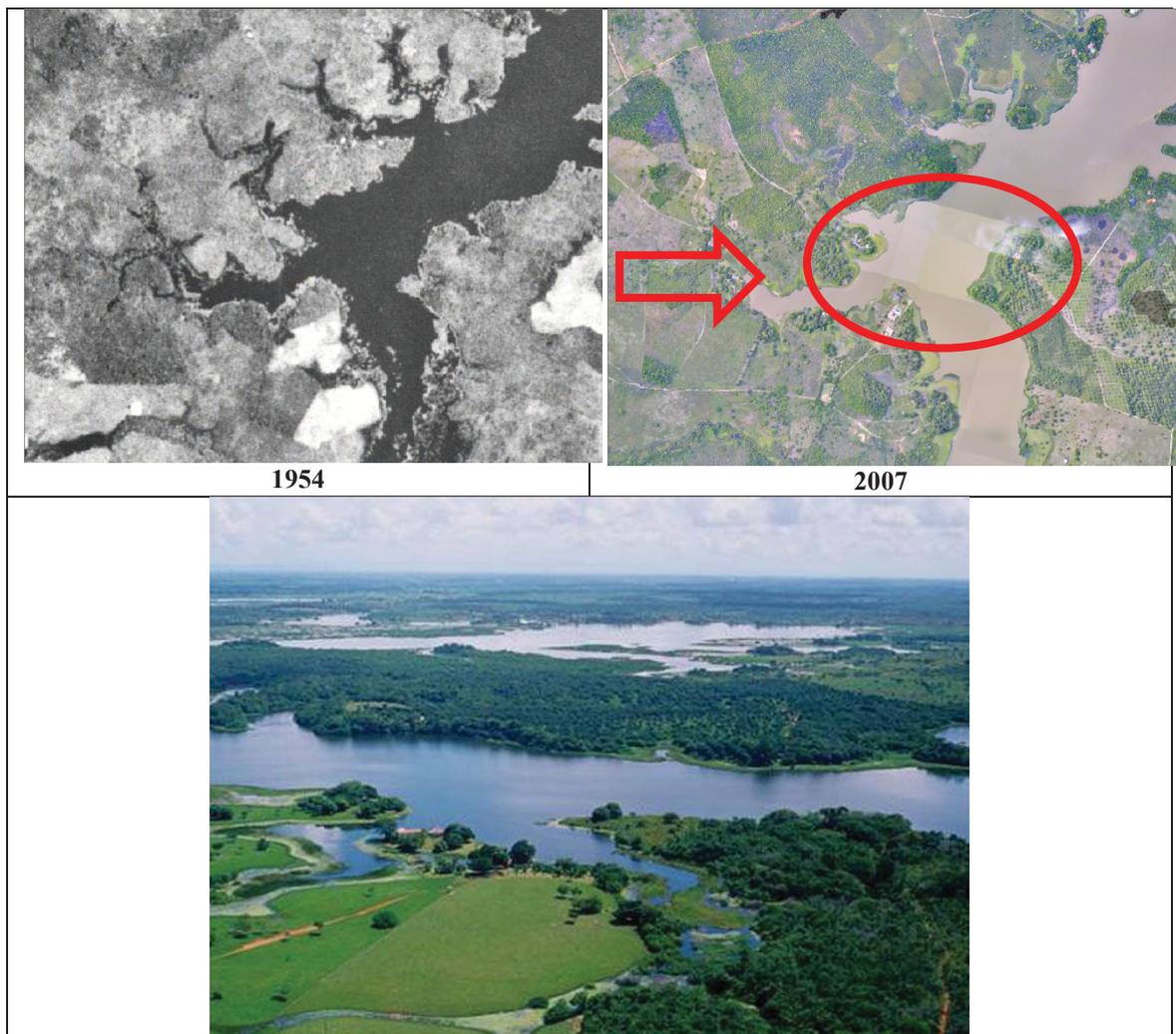


Figura 68. Zona de Escobillitas en donde se combinan diferentes usos y coberturas que han variado en el tiempo.  
Fuente: elaboración propia, y vista reciente desde el occidente, fuente: foto tomada por Álvaro Wills, 2007.

Lo que se observa en general, es que en 1954 la zona estaba deforestada, existían grandes áreas con coberturas de humedales, pastos y rastrojo –barbecho. En 1985 los bosques lograron alguna recuperación importante y los pastos también aumentaron de área, a costa de la disminución de las áreas en rastrojo. Lo que quiere decir que muchas de ellas fueron dejadas abandonadas para que siguieran un proceso de sucesión vegetal, posiblemente las de rastrojo más alto, mientras que otras fueron limpiadas y convertidas en potreros. Los factores de demanda nacional e internacional de productos agropecuarios e inversiones en nuevas oportunidades -como la siembra de cítricos, unido a las condiciones hidrológicas hacen que el paisaje tenga cambios de esta naturaleza.

El aspecto demográfico ha influido fuertemente también en los cambios sucedidos en el sector sur de la ciénaga en donde se encuentran los dos centros poblados más importantes del municipio: la cabecera municipal y el corregimiento de El Cedro. Entre los períodos analizados las áreas de ambas poblaciones han aumentado. El Cedro ha crecido en forma más lineal con una pendiente media, mientras que la capital tuvo en crecimiento acentuado hasta 1985 y luego disminuyó su intensidad. Las diferencias se muestran en la Figura 69.

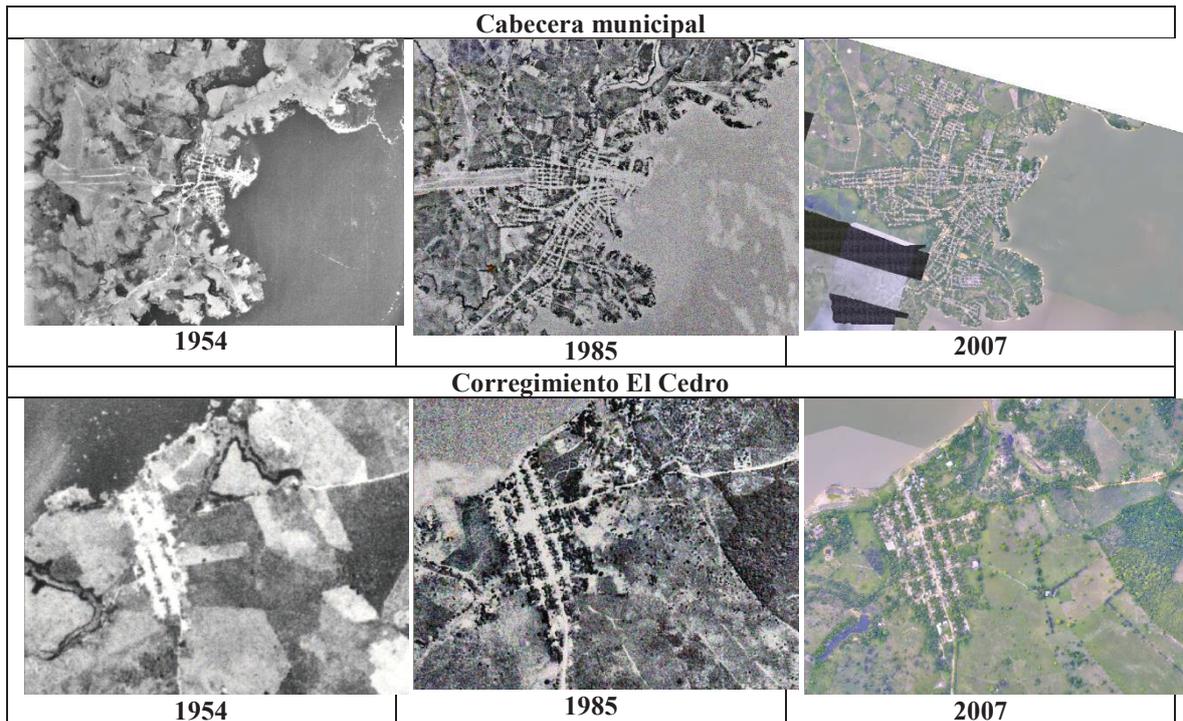


Figura 69. Variación del área construida en las dos principales zonas urbanas del municipio.

Los llamados clubes también aumentaron su representación en la superficie de la zona (Figura 70). Mucho más distribuidos por el área se ven en mayor cantidad con un entorno intervenido de diferente tamaño entre ellos. La mayoría mantienen en las cercanías pequeños parches de bosque con el fin de hacer un manejo climático y buscar efectos paisajísticos. Los clubes cumplen una función de sitios de recreación y tiempo libre para los dueños, lo que los convierte en propietarios ausentistas. Las propiedades mientras tanto quedan en manos de mayordomos que generalmente viven en una casa anexa dentro del predio, con su familia. Desarrollan actividades de mantenimiento y cuidado de la propiedad y en varios casos alguna actividad productiva como el mantenimiento de una pequeña parcela o recolección de frutos cítricos. También ejercen labores como jornaleros en fincas de explotación ganadera cercanas. En general, estas familias constituyen una porción importante de la población que mejor estándar de vida tienen en la región ya que cuentan con un empleo y disfrutan de algunas de las comodidades que están para disfrute de los propietarios los clubes. En promedio, estas construcciones cuentan con piscina, casa con todas las comodidades, hangar con botes y algunas con aviones ultralivianos (Figura 71).

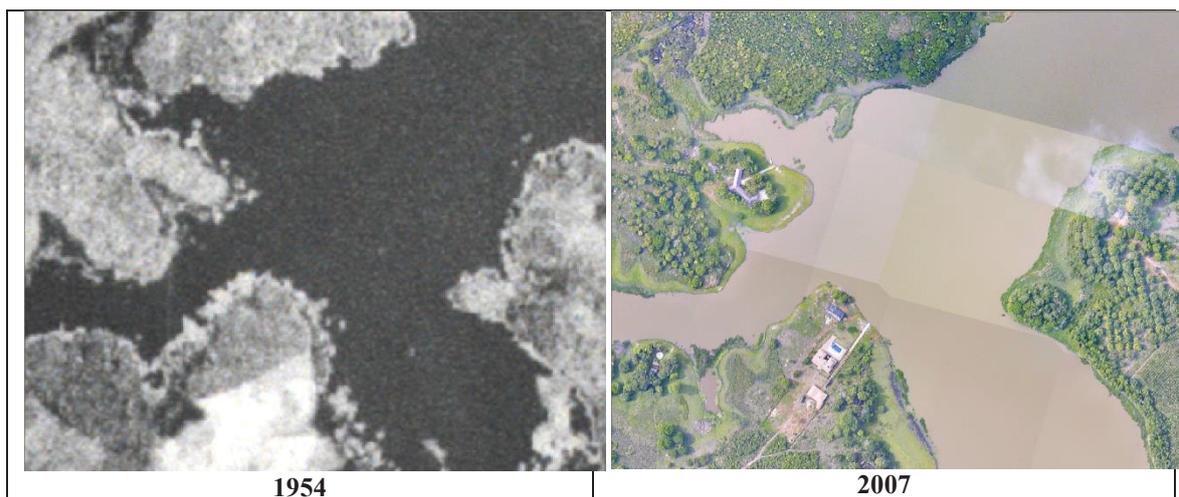


Figura 70. Desarrollo de la construcción de clubes en la Ciénaga de Ayapel, Fuente: elaboración propia.



Figura 71. Construcciones típicas de los clubes en Ayapel, Fuente: fotos propias.

El área cubierta por vías también ha aumentado en la medida en que la urbanización ha crecido. Nuevas calles y la rectificación de las antiguas carreteras han influido para la variación de este componente en el paisaje. Hasta hace pocos años la carretera por la cual se accedía al municipio estaba destapada. Con el invierno, la carretera se fue anchando por los intentos de los conductores de evadir los obstáculos que se iban presentando. Se construyó un dique sobre el cual está la vía, ya fue rectificadas, técnicamente construída y asfaltada. La evolución se muestra en la Figura 72.

Se ha analizado en forma general y detallada el cambio de las coberturas y usos del suelo en la Ciénaga de Ayapel para dos períodos de 20 años aproximadamente que hay en cada uno, con base en los modelos adoptados.

Los modelos tienen sus restricciones en la medida en que se basan en información de imageriea que fue capturada en un momento dado, al cual correspondió un momento perteneciente a eventos cíclicos en la región, de grandes consecuencias en el paisaje, por lo tanto están sujetos a situaciones que hay que considerar para no adjudicar causas a factores que no corresponden.

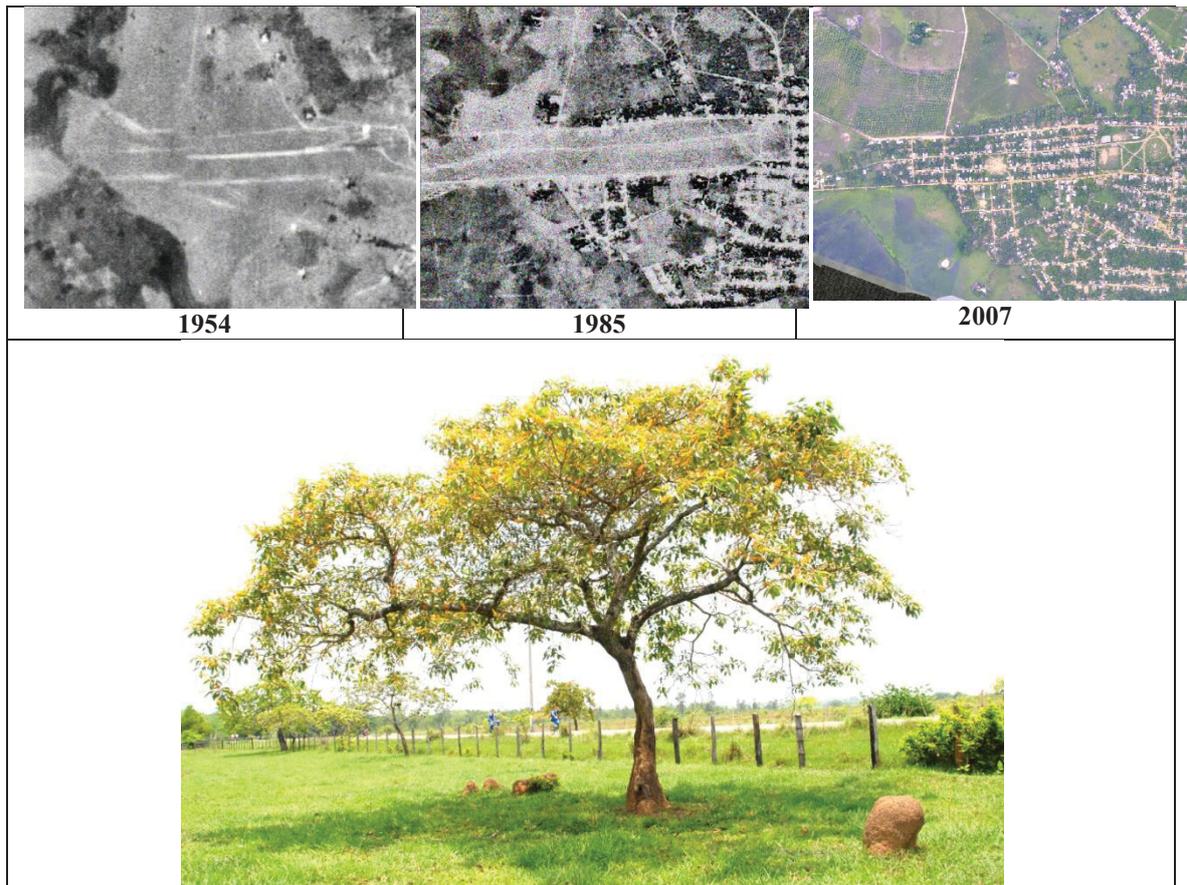


Figura 72. Variación de las coberturas de las vías en el casco urbano y un detalle de la vía que proviene de La Apartada, sobre un dique en la entrada a la zona urbana. Vista actual de la calle principal en las afueras del pueblo desde el borde. Se nota el realce de la vía con respecto al suelo. Fuente: elaboración y foto propia de 2007.

A continuación en el siguiente capítulo, se abordarán los aspectos sociales que coexisten con el medio natural y se hará la síntesis de todos los aspectos que se han tratado para dar una explicación al cambio del paisaje.

## **5. ASPECTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y CULTURALES DE LA ZONA DE ESTUDIO**

### **5.1. INTRODUCCIÓN**

No basta con conocer y entender la estructura espacial que rige en la zona de estudio y los efectos de los factores naturales que conducen el ritmo estacional. Es necesario conocer y profundizar también en el papel preponderante que juega el hombre mediante sus estrategias de influencia y adaptación que han actuado de manera tan definitiva e independiente en el cambio del paisaje. Particularmente en las dinámicas sociales que juegan un papel histórico al configurar el estado actual y futuro del territorio con la posibilidad de que se haga bajo un esquema de desarrollo sostenible.

La zona de estudio es especial ya que tiene un componente histórico precolombino con la notable presencia de uno de los grupos indígenas más destacados de Colombia por la organización social y el desarrollo productivo que tuvieron: los Zenúes. En este capítulo se explica el desarrollo histórico de la zona, desde su poblamiento por la antigua cultura Zenú hasta nuestros días, con la compleja concurrencia de intereses que allí existen. Todos los eventos le han acuñado su impronta al territorio y han influido para el cambiante desenvolvimiento del paisaje.

La historia de La Mojana se puede enmarcar en los períodos precolombino, conquista y colonia, republicano, y actual. A través de ellos se pueden describir los conflictos sociales, políticos y ambientales que se han presentado y con los cuales se explican las expresiones de violencia y desplazamiento que se dan hoy en día en dicha región, atribuible a problemas como la marginalidad geográfica, la alta concentración de la propiedad de la tierra y la existencia aún, de un régimen casi feudal, la apropiación y explotación de las tierras a la fuerza, privatización de las tierras comunales, a las obras de infraestructura y uso de tecnologías no adecuadas para la dinámica hidrológica y condiciones de los suelos que allí se presentan, y a una intervención estatal desordenada con choque de funciones (ORTIZ, s.f.).

A fines del siglo pasado y a principios del actual, se han desarrollado diferentes estudios que comprenden desde los requeridos para determinar los impactos ambientales por la minería del oro hecho por el Centro de Investigaciones Ambientales de la U. de A. (CIA-UdeA & CVS, 1990), los planes de desarrollo de la región por el Municipio (2002) y la DNP (2002), hasta los levantamientos de información de línea base y medición de parámetros físico-químicos y biológicos hechos por diferentes universidades e instituciones del estado como el (IGAC, 1973), el (IDEAM, 2001), (INGEOMINAS, 2004), (AGUIRRE & al., 2005), (PALACIO & al., 2007).

En ellos existe una coincidencia en cuanto a la descripción del estado de deterioro en que se hallan hoy los humedales, la baja ostensible de la oferta natural, la pobreza de la población y la gran desigualdad social en la región.

Como ha podido verse a lo largo de este documento, ha habido un evidente cambio en las coberturas, en general del paisaje del municipio de Ayapel y en una mirada más amplia, en el de La Mojana. Dichos cambios están apoyados tanto en cifras como en evidencias gráficas. A la par, hay un co-relato de la sociedad que habita esos paisajes, interactuando con ellos, manifestando o escribiendo su historia en las coberturas y determinando variaciones de velocidad en la dinámica con que se realizan dichas transformaciones, unas veces como producto del devenir histórico y otras, como

resultado de eventos naturales sobre los cuales la interacción de fuerzas es muy desigual.

Para el análisis que se pretende de los cambios en las coberturas y los motores de esa dinámica, entre 1954 y 2007, se encontró que, acorde con el desarrollo del país, los datos de principios y mediados del siglo XX son precarios, algunos dudosos por la fuente, y de carácter general, pero tienen descripciones y otra información, que permite deducir el estado de los recursos a mediados del siglo anterior. Para 1985 la situación es un poco mejor, pues para esa época ya habían comenzado en el país los estudios de impacto ambiental y el interés por establecer inventarios y estudios de línea base. En 2007 la información es suficiente: se ha ganado en resolución espacial y temporal, y la cantidad de estudios en muchas regiones llegan al nivel de la especialización temática.

Bajo estas circunstancias se presentará, junto con el análisis del estado de los recursos y las transformaciones que han sufrido en el período mencionado, las situaciones históricas que acompañaron los cambios.

El clima, la hidrología y los suelos han determinado que en la región existan unas condiciones para que se presenten usos aptos o recomendables para la ganadería, particularmente extensiva, unos pocos para la agricultura debido a sus limitantes que en su mayoría son de tipo hidráulico y en el resto, para explotaciones agroforestales, silvopastoriles y forestales de protección, es decir, usos que cuidan y protegen el suelo además de que representan refugio para la biodiversidad existente en la zona (ver sección 3.6.6). Pero desafortunadamente el único uso real o implantado, que ha coincidido con las áreas señaladas como se verá más adelante, ha sido el de la ganadería extensiva. Este uso que impera en la región por antecedentes históricos y culturales, ha promovido diferentes dinámicas que han conllevado a que las demás áreas, que deberían ser manejadas con criterios especiales de menor intervención, como los usos forestales y de preservación, se estén utilizando también en pastos. Como consecuencia, se ve un aumento en las áreas erosionadas, pastos deficientes y en consecuencia, efectos negativos para los hábitats naturales, que servían antes de sustento a la biodiversidad de la región y a la población campesina (ver comparaciones en la sección 4.4).

Antes del período de producción ganadera en la zona, y según los relatos de (STRIFFLER, s.f.) y de (PALACIOS DE LA VEGA, 2010), la región era una vasta zona de humedales, bosques, zapales y abundante fauna. Ese sería un punto de partida para que, luego de los procesos de colonización española e imposición del sistema feudal, las luchas de independencia, de constitución de la república, de las guerras civiles, se llegue al año 1954 con un paisaje con áreas aún sometidas a las inundaciones periódicas, grandes extensiones en pastos y pocos parches de bosques.

Particularmente en Colombia, el mejor ejemplo de cultura anfibia floreció en lo que se conoce como la Depresión Momposina. Allí, en un área aproximada de 500,000 ha que constituyen la región de La Mojana entre los ríos Cauca y San Jorge, se asentó el pueblo de los Zenúes, quienes, según exploraciones arqueológicas modificaron la llanura de inundación con obras hidráulicas para cultivar en camellones (PLAZAS & FALCHETTI, 1993, pág. 126). Entre los vestigios encontrados en las exploraciones arqueológicas se hallaron restos de cerámica, huesos animales, residuos vegetales, tumbas y viviendas. Acudiendo a los análisis de carbono 14 y estudios palinológicos y paleoecológicos en general, se pudieron determinar en los perfiles de suelo las coberturas vegetales y rasgos de los sistemas productivos que se practicaron en diferentes estadios.

El estudio conjunto en otras regiones aledañas dieron pie para plantear la hipótesis de que los pobladores estaban organizados en tres provincias: Panzenú, Finzenú, y Zenúfana (PLAZAS & FALCHETTI, 1986), (PLAZAS & FALCHETTI, 1993), (PLAZAS, 2006) (Figura 128 ANEXO VIII). Cada cacicazgo ejercía una función coordinada en la sociedad así: la Finzenú con asiento en el valle del río Sinú ejercía el liderazgo espiritual, la Panzenú situada entre los ríos San Jorge y Cauca se encargaba de la producción y suministro de alimentos, principalmente yuca, ñame, maíz. La Zenúfana asentada en las estribaciones de la serranía se encargaba del gobierno y la orfebrería (PLAZAS & FALCHETTI, 1993, págs. 10-14), (AGUILERA, 2004, pág. 6), (ORTIZ, s.f., pág. 2).

La distribución de la población en las tierras bajas, inundables y cercanas a ríos y caños determinó el patrón lineal de los asentamientos (aldeas y caseríos) aprovechando los albardones o en terrazas artificiales cerca a los camellones, como lo señalan los trabajos arqueológicos que se han realizado en la zona de los caños Carate, San Matías y Rabón por parte de (PLAZAS & FALCHETTI, 1986), (PLAZAS & FALCHETTI, 1993), (PLAZAS, 2006), (ROJAS & MONTEJO, 2006).

La desaparición de las culturas que florecieron alrededor de dichos camellones hidráulicos sucedió más o menos simultáneamente en Suramérica, antes de la llegada de Colón, posiblemente debido a una época de prolongada sequía que diezmó a las poblaciones allí asentadas, tal como lo muestran los estudios estratigráficos y palinológicos de Van der Hammen citado en (PLAZAS & FALCHETTI, 1986); pero durante su apogeo, se estima éste sistema de cultivo permitió en la Depresión Momposina la concentración de un alto número de individuos que habitaron la zona por cerca de 2,000 años.

El principal factor natural que ha determinado las condiciones de vida en la región de Ayapel, es el ciclo hidrológico con sus períodos de inundación que regulan la oferta natural y el acceso a tierra firme. En la época precolombina, las inundaciones fueron aprovechadas por los indígenas del cacicazgo Panzenú, que habitaron los alrededores de la Ciénaga. Ellos construyeron montículos de tierra llamados camellones (Figura 73) con los cuales lograban el sustento alimentario de la población asentada en La Mojana.



Figura 73. Camellones zenúes en la ciénaga de San Marcos, Sucre, similares a los que se hallan en Ayapel. Fotos aéreas de Sebastián Schrimppff (Foto Rudolf) 2008, (c) Banco de la República, Colombia. Fuente: <http://www.flickr.com/photos/museodeloro/sets/72157624104558016/>

Hoy en día los suelos y la hidráulica de la zona se encuentran modificados y los vestigios de los camellones a duras penas son visibles en algunos puntos de Ayapel (Figura 74). El conocimiento sobre los desarrollos culturales, la importancia histórica de la región para las actividades humanas bajo una visión anfibia como la que tuvieron los antiguos pobladores se ha perdido y en su lugar se ha modificado el paisaje, disminuyendo los humedales y poblando las zonas bajas. Por ello se ven afectadas cientos de personas y campos de cultivo durante el período de crecientes inusuales del

Cauca (PLAZAS & FALCHETTI, 1993). Hoy se piensa en la importancia de rescatar la cultura del manejo de agua que al parecer subyace en ellos (PARSONS & BOWEN, 1969).

No existen reportes de estudios dirigidos a establecer los niveles que alcanzaban las inundaciones en la época precolombina, pero además existe una variable que modifica el nivel del terreno de forma natural, debido al basculamiento hacia el noroeste y el hundimiento del suelo año tras año por la acumulación de sedimentos en este delta interior.

A la llegada de los españoles se rompe el patrón de organización social y el uso del territorio que le daban los Malibúes, sucesores de los Zenúes. El estado de cosas perduró unos cuantos siglos más sin mayores modificaciones sobre el uso ganadero de la zona y unos pocos cultivos (PLAZAS, 2006).

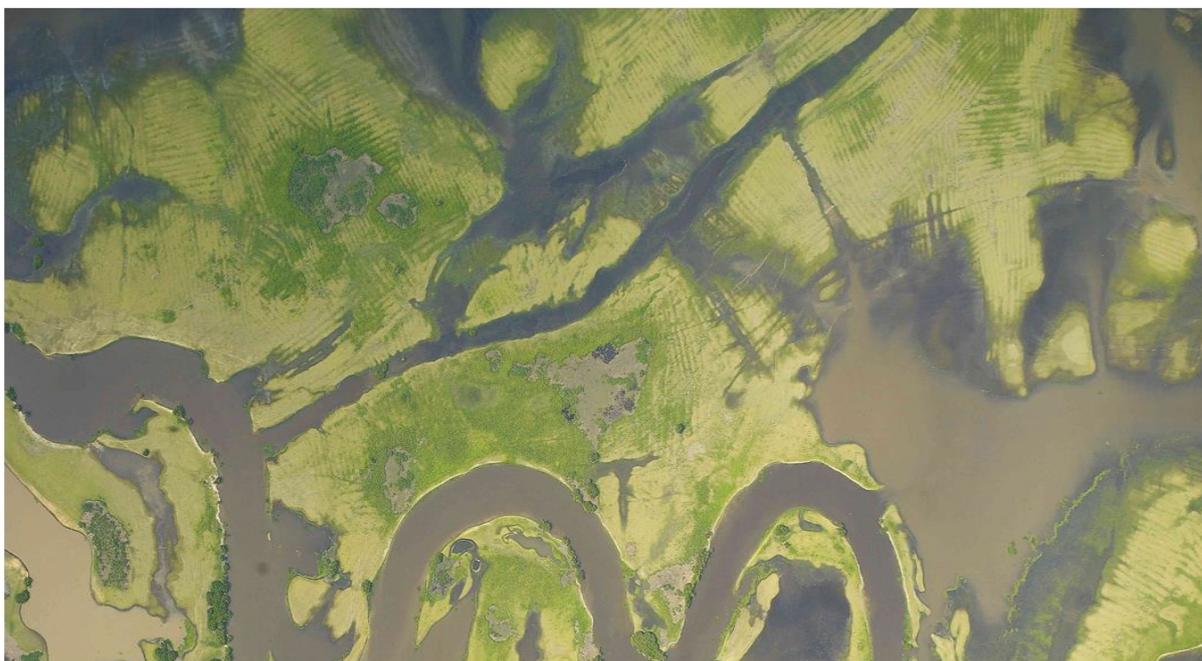


Figura 74. Los cambios en el suelo y la sedimentación, han desvanecido los antiguos camellones. Fuente: fotografías aéreas de este estudio del norte de caño Barro. Muchos de los vestigios han desaparecido por acción del arado para cultivar los terrenos y por el aporte de sólidos que acarrear los caños y quebradas.

Sobre cómo fue el posterior poblamiento de la zona de la Depresión Momposina, la región de La Mojana, y el sistema cenagoso de Ayapel a la llegada de los españoles, se encuentra en escritos que se remontan a la época de la colonia. En los años 1787-1788 el clérigo José Palacios de la Vega relata su periplo por la región de Ayapel y orillas del río Cauca para cumplir con un encargo del Virrey. Encuentra esparcidos pequeños caseríos de mestizos, indígenas y negros que no han sido adoctrinados y se dedican a diferentes actividades de supervivencia como cría de animales domésticos, caza, pesca, cultivo de maíz, arroz, yuca, ñame, batata, plátano, caña, tabaco. Las precarias casas en las que viven están dispuestas a lo largo de los diques, caños, ríos y cerca a las ciénagas. Existía una ruta de comercio por la que se traían mercancías desde Cartagena y se recogía al regreso productos de la zona como carne, pescado, productos agrícolas, pieles, oro. La labor colonizadora de los españoles en defensa de los intereses de la Iglesia consistió en concentrar a la población en caseríos, adoctrinarla, cobrarle los impuestos instituidos en la época por la Corona y poner dicha población al servicio de los señores dueños de las haciendas, dedicadas principalmente a la ganadería (PALACIOS DE LA VEGA, 2010).

Posteriormente destaca el relato hecho por el ingeniero francés Luis Striffler a fines del siglo XIX en funciones exploratorias para un proyecto de minería aurífera para lo cual realiza un recorrido por la región de La Mojana. En esa época se establecen tratados nacionales con compañías extranjeras interesadas en explotar recursos abundantes en la zona como eran los forestales y mineros (STRIFFLER, s.f., págs. 97-117).

En el siglo XIX, la demanda de azúcar para producir el alcohol fortalece la estructura de las grandes haciendas que impusieron los españoles. La región vive un breve renacimiento económico principalmente en las poblaciones de Majagual, Achí, Guaranda y Sucre. A mediados del siglo XX, la caña es desplazada por el arroz y un resurgimiento de la ganadería extensiva (DNP-FAO-DDT, 2003, pág. 359).

A mediados del siglo XX, se presentan las publicaciones de Reichel Dolmatoff (REICHEL-DOLMATOFF & R-D., 1953), (REICHEL DOLMATOFF, 1960), (REICHEL-DOLMATOFF & R-D, 1974), (REICHEL DOLMATOFF, 1977), sobre los estudios arqueológicos y etnológicos de la zona, trabajo que fue continuado por (PLAZAS & FALCHETTI, s.f.) y (ROJAS & MONTEJO, 2006). En los años 60, el geógrafo James J. Parsons (PARSONS & BOWEN, 1969) se interesa por las extrañas formaciones de montículos simétricamente formados a lo largo de diversos caños aferentes a las ciénagas aledañas al río San Jorge. Hace referencia a los ciclos climáticos y su influencia en la ocupación y el uso del suelo para la agricultura y la ganadería. Describe brevemente el comportamiento hidráulico del complejo cenagoso y de los ríos Cauca y San Jorge.

Para finales del siglo XX, La Mojana poseía un estimado de 101,000 habitantes que viven en una región aislada en donde los indicadores de calidad de vida son muy bajos: miseria del 57% en promedio, necesidades básicas insatisfechas en el 80% de los habitantes, distribución de tierras inequitativa, ausentismo de los propietarios (ORTIZ, 2002, pág. 6).

A fines de la década del 50, ante una inquietud surgida por personajes de la política nacional ocasionada por la desnutrición de la población principalmente rural de Colombia, se hicieron estudios patrocinados por la FAO en donde se detectó un bajo consumo de pescado (CAMARGO, 2009, págs. 179-180). El especialista John Greenbank concluyó en su informe (ibid.) que esto se debía a las artes primitivas utilizadas, basadas principalmente en la atarraya. Este diagnóstico fue corroborado por James Kapetsky (ibid.) en 1970 en otro estudio financiado por la FAO, quien además agregó que existía una vasta región de humedales sin explotar.

Así que de estas recomendaciones se pasó al uso intensivo de trasmallos, botes a motor y al ejercicio de la pesca por toda la región de la Mojana que llevaron el sector pesquero a una crisis profunda que aún hoy perdura y que la misma FAO reconoció 30 años después, al diagnosticar que la producción pesquera había disminuido por las artes utilizadas (ibid. pag. 181), cosa que no sucedió cuando se utilizaba la “primitiva” atarraya.

### **5.1.1. El problema colombiano de la propiedad del suelo**

Para Ernesto Guhl en (FALS BORDA, 1988, págs. 176-180), *“La problemática del derecho a la propiedad y uso de la tierra tiene sus raíces en el hecho de que las acumulaciones de finca raíz pueden ser obtenidas mediante el trabajo, el robo o la explotación”* y se espera de un Estado, que tenga una política que se adapte lentamente a los cambios que se presentan con la evolución espacial y los cambios en la población y su densidad. Pero el problema agrario en Colombia, dice el autor, *“no es, en primer*

*lugar, un problema de tierra en el sentido de aumentar el número de propietarios por medio de la parcelación de grandes haciendas, productivas o no, o el de crear parcelas campesinas en tierras selváticas inadecuadas, sino un problema de producción, un problema económico-social y de convivencia. Es un problema estructural-funcional y de organización de la comunidad rural”.*

Según lo expresa Machado en (PLANETAPAZ ONG, 2008, pág. 2), en Colombia son varias las causas, además de la concentración de la tierra, para que exista el conflicto por la propiedad y tenencia del suelo. Menciona que por diversas razones, Colombia no ha alcanzado la modernidad y por tanto no se respetan los derechos de los ciudadanos ni los de las comunidades, y entre esas razones destaca un gobierno débil fácilmente cooptable por diversos grupos violentos y que políticamente no ha dado pasos para “*garantizar el acceso a la tierra y demás derechos y recursos para que los pobladores rurales tengan un nivel de vida sustentable...*”. Por tanto la tierra es un botín que se disputan terratenientes, políticos, militares, élites burguesas, multinacionales de la agricultura y de la minería, y grupos al margen de la ley, para ostentar poder y prestigio, acumular riqueza y especular con ella, lavar activos del narcotráfico, disputarle poder al gobierno y controlar estratégicamente el negocio del narcotráfico, sin ningún interés en su uso productivo para la mayoría o extraer de ella riquezas estratégicas, con la ventaja que existe en Colombia del pago de impuestos bajos por la tierra rural (INCORA; MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, 1987).

De esta manera, el desplazamiento forzado de los pobladores (campesinos, indígenas, negros) y su expulsión, se convierte en una política paralela del estado por acción o por omisión, que favorece a una minoría de la población. Ello explica en parte el porqué de la violencia en Colombia, y por qué se ha invertido la proporción poblacional de tal forma que hoy se encuentran concentrados en las grandes ciudades y demás poblaciones el 70% de los habitantes del país.

Pero el problema de la tierra viene desde la época de la conquista y la colonia. Los españoles se establecieron en las zonas en donde estaban levantados los asentamientos indígenas y ya existía cierta infraestructura y actividades productivas, particularmente en Nariño, Cauca, Cundinamarca y Boyacá, litoral caribe y valle del Magdalena (REYES, 2008, pág. 1). Inmediatamente, iniciaron el proceso de reparto de indios y otorgamiento de las concesiones reales de mercedes de tierras a los españoles. Sobrevino la búsqueda de oro alimentada por las leyendas del Dorado que los llevó a esclavizar a los indígenas y a traer africanos para aumentar la capacidad de extracción de las minas. También hubo un alto mestizaje que se volvió agricultor y con ello la ocupación campesina de las tierras en el sur y oriente del país. De otro lado hubo una expansión de las haciendas en la costa atlántica, y valles del Magdalena y del Cauca con la ganadería extensiva, expulsando al campesinado indígena allí existente que emigró a colonizar otras regiones o a vivir en los centros poblados.

Ya en los siglos XVIII y XIX, la famosa colonización paisa que se extendió por tierras templadas del viejo Caldas, Valle y Tolima, tuvo entre sus motores el cultivo del café y como característica, una distribución más equitativa en el reparto de las tierras. Pero en el siglo XX los diferentes períodos de violencia, desde la “guerra de los mil días”, pasando por la violencia de los años 50 y 60, provocó el desplazamiento hacia las ciudades y otras regiones que estaban por colonizar (MACHADO, 1998), (REYES, 2008).

### **5.1.2. La violencia en Colombia**

Las diferentes violencias que ha vivido el país han golpeado en cada oportunidad diferentes zonas. En la violencia de mitad del siglo XX, las zonas afectadas fueron la andina y los llanos orientales. En los años 80 y 90 lo fue la zona de Urabá, el Caribe, Magdalena Medio, Piedemonte Llanero y el suroeste del país y concuerda la geografía de esta violencia con la presencia de latifundios tradicionales y la aparición de los cultivos ilícitos conexos con la ganadería extensiva (REYES, 2008), (GUHL, 1991). Otro autor (MOLANO, 2011(b)), también señala como focos de aparición de la violencia contra el campesinado, los intereses de grandes empresas, principalmente multinacionales, en las regiones en donde hay recursos especiales o estratégicos forestales, mineros, suelos aptos para desarrollar proyectos productivos –producción de energía hidroeléctrica, minería y agricultura especialmente. Es necesario entonces cambiar el uso y la tenencia del suelo, lo que ha dado como resultado que, con aval y protección del estado y de su aparato militar, se produzca presión a la población para que desaloje o venda a bajo precio sus tierras. Los que no aceptan son desplazados forzosamente, lo que genera levantamientos populares, y como contra-respuesta de los interesados, muerte de líderes de los movimientos y masacres ejemplarizantes (MOLANO, 2009).

En la violencia de los 60, para evadir el riesgo de una reforma agraria anunciada por el gobierno, los grandes hacendados de la costa expulsan a los campesinos que trabajan en sus haciendas en modalidades de colonato y aparcería, o usan tierras comunales que además sirven a sus propósitos para desmontar el bosque y ampliar la frontera ganadera. Esto rompe con una tradición centenaria de modo de empleo y amenaza la seguridad alimentaria del campesinado costeño. Se produce un movimiento reactivo campesino y se invaden terrenos de algunas haciendas, como presión. El resultado fue una acción del gobierno para distribuir algunas tierras bajo una pseudo-reforma agraria (FALS BORDA, 1996).

La guerrilla empieza sus acciones en la zona en los años 70 pero no encuentra apoyo del campesinado que prefiere una posición grupal apegada a las normas. Este movimiento fue visto por los latifundistas como peligroso a sus intereses y comenzaron una violenta arremetida contra ellos hasta acabar con la asociación campesina. Esto abre la oportunidad para que la guerrilla se expanda hacia las zonas más productivas del país y en el caso de La Mojana, el auge del valor del oro en los años 80 y la producción agraria de arroz, sorgo y maíz la hacen muy atractiva. Así, se pierde la última oportunidad de que el gobierno realice una reforma agraria (DNP-FAO-DDT, 2003, pág. 359).

El control guerrillero se dio en las zonas rurales del país en donde impusieron su autoridad ya que el gobierno no tiene presencia: “en Colombia hay más territorio que país”. Para obtener recursos acuden al secuestro y al cobro de “vacunas”<sup>1</sup> lo que produce una desbandada de los finqueros. Luego fueron catapultadas económica y militarmente por el manejo que empiezan a ejercer sobre el negocio del narcotráfico en sus etapas de producción, procesamiento y transporte a los centros de distribución, mientras que para el campesino, los cultivos ilícitos representan la única opción de supervivencia ya que ningún otro producto agrícola compite con mejores precios y con la posibilidad de salida a los mercados. “...*el impuesto a la distancia impide cualquier otro cultivo*” (REYES, 2008, pág. 3).

Los capitales del narcotráfico hacen así presencia en el escenario del latifundismo, comprándoles las tierras a los hacendados tradicionales a precios sobrevaluados y dejan inproductivas la mayoría de las propiedades, las cuales se amplían desmesuradamente y

---

<sup>1</sup> Modalidad de extorsión bajo amenaza de secuestro o muerte

pasan a manos de testaferros. Aparte, como protección de sus tierras y como defensa frente a la guerrilla a la cual le deben pagar cada vez mayores tributos o vacunas, crean, fortalecen y amplían el pie de fuerza de las autodefensas, que ya habían sido creadas por ganaderos cansados del abigeato y la extorsión guerrillera, y hasta ese momento eran un incipiente ejército en tiempos de los finqueros.

Entonces se presenta uno de los episodios más sangrientos en la historia de Colombia. El Magdalena Medio, la zona de Urabá, el departamento de Córdoba y los llanos orientales se convierten en territorios bajo el dominio de jefes paramilitares engendrados por los hacendados y el narcotráfico y patrocinados por políticos, empresarios y la fuerza pública (REYES, 2008). Realizan asesinatos y masacres ejemplarizantes para eliminar a los campesinos sospechosos de estar aliados con la guerrilla y el horror se convierte en estrategia para ahuyentar a la población objetivo. Además, con el poder desmedido que adquirieron, tuvieron la suficiente fuerza coercitiva para despojar de sus tierras a los mismos hacendados propietarios que los habían patrocinado anteriormente.

Un esquema muy general de los diferentes procesos y modalidades de la tenencia del suelo ocurridos en Colombia se muestran en la Figura 75.

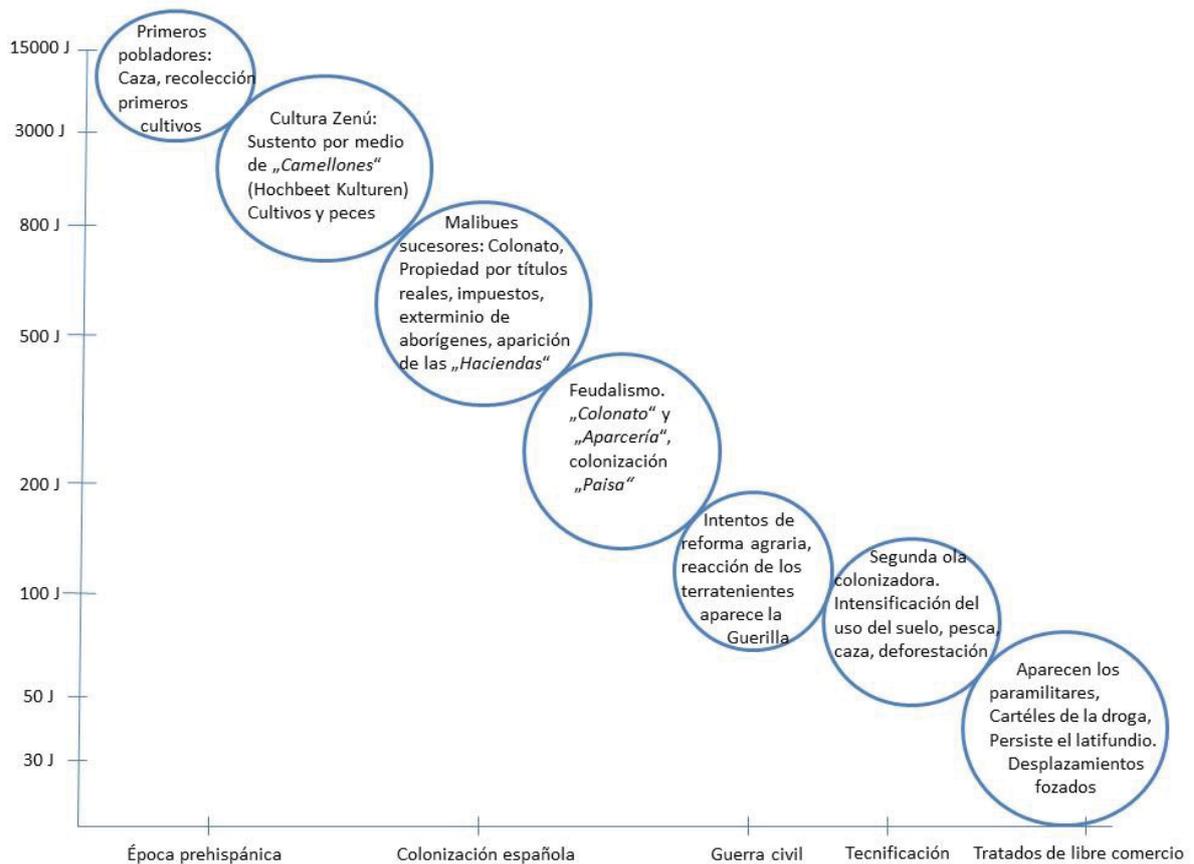


Figura 75. Procesos históricos que marcan el uso y tenencia de la tierra en La Mojana. Fuente: elaboración propia.

A continuación se hace un análisis de las características de la población, desde su composición demográfica hasta aspectos culturales y de la idiosincrasia que son fundamentales para entender el rol que ha jugado el hombre en la transformación del espacio y cuáles han sido los factores que han impulsado esas actuaciones.

## 5.2. ANÁLISIS GENERAL DE LA POBLACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Según el censo de 2005 del DANE (2010) en página web ([www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co)), se muestra que en la distribución de la población por sexo y grupo de edad (ANEXO VIII), el 52% de los habitantes son hombre y el 48% mujeres y la pirámide poblacional muestra una conformación de una población mayoritariamente joven en la cual cerca del 61.6% de los hombres no supera los 24 años ni el 63.1% de las mujeres. Una curiosidad es que el porcentaje de población mayor de 50 años supera a los habitantes en el rango de 40 a 50 años, y además se ve que la población en edad de trabajar es muy poca, posiblemente por causa del desplazamiento en busca de trabajo en las grandes ciudades y de oportunidades de estudio que hace este sector de la población, una vez termina el bachillerato (ver sección 5.8, pág. 135). Para el año 2005 la población urbana en el municipio alcanza el 49% y la densidad llega a los 21.6 hab/km<sup>2</sup>.

La mayoría de la población del municipio de Ayapel residía en el área rural en porcentajes para tres censos, que van mostrando una disminución gradual, 74, 67 y 65% respectivamente, pero que comparativamente con el departamento y la nación, son altos. De todas formas la tendencia nacional es que la población tienda a concentrarse en las ciudades y el área rural tenga densidades de población bajas. Con respecto a este indicador, por el aumento poblacional, la densidad de habitantes en Ayapel va aumentando paulatinamente en estos tres censos, de la siguiente manera: 10.8, 12.1 y 20.4 habitantes por km<sup>2</sup>.<sup>2</sup>

En cuanto a otras variables demográficas que se pueden extraer de la información de 2005, vale la pena destacar que el analfabetismo es alto en el municipio, el 43.2% sólo alcanza el nivel de escolaridad básica primaria y el 23.2% el bachillerato, mientras que el 22.2% ninguna. En promedio, una familia está compuesta por entre 4 y 5 personas, que es numerosa para la tendencia nacional.

La disponibilidad de servicios públicos es muy restringida. Básicamente hay posibilidades de acceso a la electricidad pero en cuanto a otros servicios como acueducto, alcantarillado y gas, es escasa. Aún hoy en día y a pesar de que figura alto el porcentaje de acceso a la energía eléctrica, en las zonas rurales se sigue cocinando con leña con graves consecuencias para el medio ambiente y la salud de las personas como se verá a continuación. De alguna manera los hándicaps que se han descrito en la información demográfica afectan la salud general de las personas, además de consistir en malos indicadores de gestión como son el índice de necesidades insatisfechas alta e índices de Gini que muestran una inequidad social como pocas se ven en Latinoamérica.

## 5.3. SALUBRIDAD

En cuanto al estado de salud de la población, según (IGAC, 1973, pág. 3), las enfermedades endémicas más frecuentes eran la anemia, parasitosis, amibiasis, paludismo y fiebres tetánicas. En San Jerónimo de Ayapel para la época, funcionaba un hospital con 5 médicos. Las principales causas de mortalidad infantil eran la desnutrición y el parasitismo.

Treinta años después, (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002, pág. 248), menciona que los problemas de salud que aquejan a la población son infecciones respiratorias agudas (IRA), enfermedad diarreica aguda (EDA), paludismo y malaria, problemas de consumo

---

<sup>2</sup> Los datos censuales comparados de los años 1964, 73 y 85, entre el municipio, el departamento y la nación según el DANE (1983), (1986) y ECOESTUDIOS (1989, pág. 171), se presentan en el anexo VIII.

de drogas, violencia intrafamiliar. Los principales factores que se señalan para que existan estos problemas de salud y sociales entre la población son los siguientes (ibid.):

- Fogones de leña ineficientes y sin ventilación dentro de las casas en la zona rural
- Deficiencia y baja cobertura del acueducto
- Falta de Alcantarillado y de sistema de tratamiento de las aguas residuales tanto para el área urbana como para la rural
- Inadecuada disposición de residuos sólidos que propicia la proliferación de roedores e insectos
- Convivencia de familias y animales domésticos
- No existe control sanitario en la venta de alimentos
- Malos hábitos alimentarios y de higiene personal
- Desempleo
- Ausencia de lugares públicos para la recreación y el esparcimiento
- Desplazamiento de la población por las inundaciones

Es decir que la población pasó de padecer enfermedades relacionadas con la sobrevivencia en un medio natural teniendo acceso a pocos recursos (etapa de colonización), a padecer enfermedades que están asociadas a un urbanismo incipiente con una población que posee pocos recursos económicos y en donde el estado no ha provisto la infraestructura necesaria para que la sociedad cuente con unos estándares mínimos de bienestar, se eduque y desarrolle. Esto se puede notar también en la dieta alimentarias como se verá a continuación.

#### **5.4. ALIMENTACIÓN**

La base alimentaria de la zona estaba constituida por pescado, arroz, plátano, yuca, ñame que por ser cultivos de la economía campesina, sufrían las variaciones de su producción por cuestiones climáticas o las vedas y baja captura en la pesca. López (2007, págs. 10-14) estima en 3 kilos de arroz por día lo que consumen las familias de pescadores compuestas por entre 5 y 7 personas. Señala que para estas personas, es suficiente con tener arroz y pescado para su dieta diaria. A veces la complementan con “suero”, que es una bebida basada en leche fermentada con cultivos y aderezada con vegetales. Menciona que en general las familias comen dos veces al día: entre las 10 y 11 de la mañana y las 4 a 5 de la tarde. En la mañana consumen café o chocolate con arroz y a veces complementan con queso o huevo. Quienes comen al medio día, lo hacen con arroz, pescado y plátano frito. En la tarde cenan arroz con huevo y agua de panela (bebida de azúcar de caña). Durante el día consumen mango o guayaba, que son frutos propios de la región.

Mencionan que para completar la “vitualla” o comida, cuando no tienen recursos, salen a cazar o a pescar. También siembran arroz en pequeños terrenos que alquilan por 4 o 5 bultos de la cosecha que cuestan unos USD\$75. Una hectárea de arroz sembrado, si la cosecha es buena, da entre 50 y 60 bultos de arroz. Si es mala produce entre 20 y 30 bultos. Lo siembran a fines de marzo, principios de abril (ver página 148) y lo cosechan en agosto. Algunos siembran de nuevo en septiembre. La cosecha sirve, además de para pagar a los ayudantes, para comprar otros productos como aceite, carne, sal. También sirve como recurso para cambiar por pescado.

Se presentaban casos de desnutrición entre la población rural debido a la extrema pobreza y al parasitismo por la mala calidad del agua. La población poco a poco ha cambiado su dieta alimentaria y la ha ido diversificando. Ha integrado productos como

los granos (fríjoles y lentejas), productos de harina de trigo, pastas, lácteos y otros tipos de carne además del pescado, como la de cerdo y aves de corral. Estos cambios están a veces influenciados por costumbres urbanas que adquieren algunos pobladores al vivir en grandes ciudades y luego de retornar.

Para comprar los alimentos acuden a pequeños negocios llamados “tiendas”, en donde adquieren los productos a crédito o fiados, sin ningún interés. Los dueños de dichos negocios, conocedores de los problemas económicos de la población, dan esperas a veces largas, para que las deudas sean pagadas, cosa que sucede eventualmente en la subienda y épocas de cosecha de los productos. Muchas veces la deuda se paga en especies con productos recolectados. El trueque es también otra modalidad practicada en la región. Entre los pescadores y pequeños campesinos se prestan productos agrícolas hasta la llegada de la siguiente cosecha(LOPEZ & HERRERA, 2007, pág. 14).

En la medida en que las personas dentro de una sociedad se organizan y buscan mediante el esfuerzo mancomunado cumplir metas de desarrollo en pequeña escala, es posible el progreso para poblaciones en donde la acción del Estado es baja. En la zona de estudio desafortunadamente no se da el caso como se verá a continuación.

## **5.5. ORGANIZACIONES SOCIALES**

En cuanto a las organizaciones sociales, existen de dos tipos: las de base y las productivas. Entre las primeras están las acciones comunales y las de padres de familia. Trabajan en el mejoramiento de los servicios básicos de la población. Existía una corporación de tipo cívico llamada Coraya (corporación de amigos de Ayapel) que trabajaba por la organización de la comunidad (pescadores, agricultores, estudiantes, profesionales). El ICBF (instituto colombiano de bienestar familiar) trabajó en esa época en compañía de las organizaciones locales en un proyecto llamado “complemento alimenticio para el desarrollo económico social -CADESOC”. Vendía un mercado mensual por familia para 60 familias, por USD\$1. Dichos mercados fueron donados por el gobierno canadiense que pagó por cada uno de ellos USD\$2.5 (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002).

Existió también una asociación de pescadores de Ayapel, llamada ASOPESCA que trabajó por regular un buen uso y manejo del recurso pesquero y por el desarrollo de económico y social de los 48 socios. Contaban con asesoría del SENA y tenían una tienda comunitaria. Uno de los grandes obstáculos para el éxito de la agremiación fue el analfabetismo de los pescadores que les impidió el conocimiento del reglamento y la participación en la gestión y administración de la asociación. Este mismo problema parece que estuvo presente en otro tipo de asociaciones (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002, págs. 184, 185).

Existe una corporación llamada Corpoayapel que viene desde hace una década haciendo una labor social en la región y ha ganado prestigio por su ejecutoria. Es una ONG sin ánimo de lucro, que busca contribuir al desarrollo de la comunidad y a mejorar el nivel de vida de la población de Ayapel. Sus integrantes son personas de Medellín que tienen o han tenido fincas y clubes en la ciénaga. Conocen las necesidades de la gente y han querido dar ayuda como una retribución a la sociedad.

En general existe desconfianza entre la población para asociarse, particularmente en las actividades económicamente productivas. Precisamente Corpoayapel ha tenido algunos fracasos con proyectos productivos, específicamente en la acuicultura y en la siembra de yuca industrial. La desconfianza echó a pique los proyectos y por ello dicha ONG ha

dirigido mejor sus esfuerzos a la educación y capacitación, especialmente de las mujeres cabeza de familia.

La red vial es un elemento importante en el desarrollo de las regiones ya que permite la comunicación y el intercambio de bienes y servicios. De su amplitud y buen estado depende la competitividad de una población. A continuación se describen las vías de comunicación de la región de estudio.

## 5.6. VÍAS DE COMUNICACIÓN

Las vías que existían en el sistema del municipio, según (IGAC, 1973, pág. 5) y (ECOESTUDIOS, 1989) son calificadas como aceptables, siendo las más importantes la de Pueblonuevo-Cintura y Pueblonuevo-Arenas. La ciudad más cercana es Caucasia a 60 km, también Planeta Rica a 90 km, Montería, Sahagún y Sincelejo. La vía que comunica al municipio con la Apartada tenía 5 km pavimentados de los 40 que tiene el trayecto, que une a la región con la carretera nacional Medellín-Montería. Se menciona también la existencia de vías de herradura y carretables privados para llegar a algunas fincas. Internamente existen vías destapadas en mal estado como Ayapel-Palotal-Los Pájaros. El principal medio de comunicación de pasajeros y carga ha sido a través de las ciénagas y caños en embarcaciones a motor. Las vías fluviales son por el río San Jorge, las diferentes ciénagas y caños. El servicio de transporte lo prestan vehículos camperos, camiones y buses. Por agua lo sirven canoas llamadas “pangas” y lanchas pequeñas a motor llamadas “yonson - johnson” por los primeros motores fuera de borda que llegaron al país. En el medio rural se utilizan caballos, mulas y burros. El comercio se hace con Medellín, Barranquilla, Cartagena y Montería, principalmente exportando ganado, arroz y pescado.

En el POT de Ayapel (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002), se hace un inventario de todos los tipos de vías de comunicación con que cuenta el municipio (ver ANEXO V, pág. 233). La categorización es adoptada por el propio municipio y no corresponde a la definida por el Ministerio de Transporte. Definen las vías principales por la importancia en la movilización de pasajeros y carga hacia poblaciones principales, en este caso a los municipios de La Apartada y Nechí y a corregimientos de interés. Ninguna está asfaltada, salvo la vía entre Ayapel y La Apartada a la cual le falta un 20% para terminar. Las vías secundarias comunican corregimientos y caseríos y las terciarias son vías de penetración, particularmente usadas en las haciendas y caseríos muy alejados de la cabecera municipal. Se clasifican también por orden de importancia, las vías que utilizan quebradas y caños, incluyendo algunos tramos en el río San Jorge. Éstas se diferencian de las rutas acuáticas que atraviesan la Ciénaga a las cuales se les denomina lacustres. Siendo vías que están destapadas, las condiciones en época de lluvias son de intransitabilidad y predomina el transporte acuático en dicha época. En verano puede suceder lo contrario, algunos caños y quebradas disminuyen su caudal y puede hacerse difícil su tránsito.

En la Figura 115 del ANEXO I se muestran las vías terrestres y acuáticas principales del municipio de Ayapel. Por ser vías rurales, el mantenimiento es prácticamente nulo y cuando se consiguen los recursos las obras quedan defectuosas y de baja calidad, lo que lleva a pensar en irregularidades técnicas y en la contratación. En las zonas donde existen los dos tipos de posibilidad de transporte, resulta conveniente por la complementariedad que tienen durante el pulso hidrológico.

Hasta este punto de la información sobre la población se puede decir que se trata de una sociedad que vive en comunidades muy dispersas en cuanto al acceso a infraestructura y

recursos. Por idiosincrasia, se trata de personas desconfiadas por la predisposición que tienen culturalmente de sacar provecho de las oportunidades por encima de valores éticos. Mientras en la zona rural se tienen condiciones precarias similares a los tiempos de colonización del territorio, en la cabecera municipal los habitantes cuentan con unas mejores condiciones que provee el urbanismo a pesar de que la infraestructura no es completa ni suficiente. Es decir, que aún se trata de un territorio que está asentando a una población que no ha suplido necesidades básicas, con poco acceso a la educación, bajo empleo y muy dependiente de los recursos naturales de los alrededores para suplir su dieta alimentaria. La cultura que practicaron los pobladores precolombinos no tiene ningún significado para los habitantes. Además, como se amplía más adelante, el gobierno hace poca presencia como se verá en el capítulo siguiente, y el territorio se ha poseído inequitativamente, siendo explotado en actividades económicas que demandan poca mano de obra y generan poca riqueza a la región.

### **5.7. ACTUACIONES DE LOS GOBIERNOS EN LA ZONA PARA DISTRIBUIR LA TIERRA**

En los años 60, bajo la existencia del INCORA, el gobierno realizó una entrega de terrenos baldíos a campesinos de la región de La Mojana. Este proceso resultó fallido pues se trató de una entrega concentrada de terrenos a unas pocas familias cuando los aspirantes fueron muchos más. *“Un proceso de titulación de baldíos que permitiera una formación sostenible y equitativa de la propiedad, presumía una serie de medidas previas en materia de ordenamiento territorial, mediante estrategias de deslinde de ciénagas y playones, una valoración social de las necesidades e interés de los habitantes rurales. Todas éstas debieron haberse tomado en función del uso eficiente de los recursos, la protección de los recursos naturales y la creación de un clima de convivencia social y político en la región. Sin embargo, al realizarse una intervención espontánea, marcada por las presiones políticas de los grupos que de tiempo atrás mantenían grandes intereses en la región, se indujo una fuerte distorsión en las transferencias futuras de tierras, pues a la par del impulso de la titulación de baldíos se creó un mercado de tierras a través de la readquisición de los terrenos mal distribuidos por el estado”* (DNP-FAO-DDT, 2003, pág. 365).

En el ANEXO VIII se presenta la distribución por municipios de La Mojana de terrenos baldíos hecha entre 1961 y 2000, con base en datos del Incora (DNP-FAO-DDT, 2003, pág. 366). Se aprecia como bajo la Ley 135/61 a 3,933 familias se les otorgaron 284,458 ha, es decir, un promedio de 72 ha/familia.

En el país fueron asignadas UAF por zonas homogéneas de tierras baldías con criterios bastante criticables. En Magangué la hectárea de tierra se evaluaba comercialmente en 2001 en USD\$300<sup>3</sup> y la UAF se definió en 70 ha, mientras que en Guaranda era de USD\$400 con una UAF de 42 ha. El costo de la UAF para ambos municipios fue de USD\$24,000 y 16,800 respectivamente. Un estudio de 1999 estimó que el costo de una UAF eficiente podría estar entre USD\$7,500 y 9,000, lo que evidencia los altos precios con que se otorgaron las tierras en La Mojana.

Cerca del 60% de los beneficiados con la entrega de tierras por el INCORA nunca validaron la titularidad del predio en las oficinas de registro público aduciendo causas como (DNP-FAO-DDT, 2003, págs. 372-373):

---

<sup>3</sup> USD: dólares norteamericanos

- Deficiencias en el proceso de selección de beneficiarios
- Lejanía del sitio sede de la oficina de registro
- Desconocimiento de los procedimientos respectivos
- Costo inaccesible del trámite - entre USD\$15 y 30
- Temor a los gravámenes prediales
- Imposibilidad de cumplir con las obligaciones que tiene el otorgamiento del predio

Las oficinas de registro público no hacen cumplir las normas para legalizar los predios y tienen serios problemas de gestión: falta de sistematización, discrecionalidad de los funcionarios, imprecisión de las áreas catastradas, seguimiento en el cambio de propietarios y desactualizaciones en general, deficiencias en los cobros fiscales, descoordinación entre entidades –municipios, notarias, oficinas de registro público, IGAC, INDERENA, etc.

A este desorden administrativo se suma la duplicidad de funciones que nunca se coordinan y que tienen su consecuencia en el uso del territorio, *v.gr.* Planes de Ordenamiento Territorial y Planes de Desarrollo Municipales, Planes de Gestión y Planes Ambientales de las Corporaciones, accionar de las entidades sectoriales como el INPA, INCORA, CVS, Cormagdalena, etc. De otra parte, la población es remisa a organizarse y las organizaciones populares como las JAC<sup>4</sup> son inoperantes por el analfabetismo de la población, su estado de miseria y el llamado poder clientelista que mantiene el control político en toda la región acudiendo a la compensación del apoyo con prebendas que el gobierno, que debería ser el encargado de proveerlas, no lo hace.

En promedio la tenencia del suelo entre los campesinos que recibieron tierras en La Mojana fue de tres años, tiempo después del cual el campesino cedió sus derechos a otra familia en igual situación, por un valor que incluye la compensación por las mejoras, pero que aun así nunca llegan a alcanzar lo pagado por el INCORA en la adquisición. También se da el caso de que el campesino vendió al antiguo propietario del predio por un valor muy ventajoso para este último y éste es quien se encarga de legalizar la propiedad del predio.

La desproporción de tierra asignada es mayor cuando se analizan los casos particulares como se dieron en San Benito Abad y Sucre en donde se titularon tierras de 85 y 101 hectáreas por familia y se quedaron sin opción 2,000 familias lo que se puede interpretar como una política errónea que contribuyó a la concentración de la tierra, o en otros casos, muy seguramente, las tierras entregadas estaban en zonas de protección como los humedales y área aledañas, y cuya productividad es baja. Ayapel fue el municipio en donde más titulaciones y tierra se entregó (170,000 ha), *“sin lugar a equívocos, se configuró un circuito vicioso de la titulación laxa, la compra costosa de la tierra titulada y la entrega de grandes extensiones a cada familia”* (DNP-FAO-DDT, 2003, pág. 366).

Según estimativos de la FAO, entre el 30 y 40% de los agricultores de la región no poseen títulos registrados sobre sus predios. Existe entonces un mercado paralelo, informal e inválido ante la ley, en el que se transan la venta y compra de las tierras. Dentro de dicha informalidad destaca el llamado “derecho de ciénaga” que es la manera como un propietario se arroga el derecho de cercar y desecar los humedales para uso ganadero.

---

<sup>4</sup> JAC: juntas de acción comunal

Una de las formas de acceso a la tierra que tienen los campesinos es mediante el arrendamiento. En los años 70 y 80 con precios favorables para el arroz, el algodón y el sorgo, fue muy recurrida esta figura por inversionistas del interior del país. Para los nativos, representó una forma de obtener el sustento familiar por el que llegaron a pagar USD\$500 por hectárea-cosecha usando paquetes tecnológicos rudimentarios (DNP-FAO-DDT, 2003, págs. 361-371).

Para una región marginada geográficamente, medidas de orden nacional como la globalización, desregularización de los mercados, descentralización administrativa, privatización de empresas públicas y ajustes fiscales, resultan funestas para los pequeños agricultores y habitantes de la región. La falta de oportunidades para valorizar la mano de obra dan como resultado que las personas se dediquen a la caza intensiva de ponche, tortugas y patos, a la extracción de madera de los escasos bosques, o migre hacia las grandes ciudades o a zonas en donde se requieren trabajadores para la producción de sustancias ilícitas (ORTIZ, 2002, págs. 13-15).

El índice de Gini<sup>5</sup> para el año 2000, elaborado por el IGAC (DNP-FAO-DDT, 2003, pág. 360) demuestra, con una cifra calculada de 0.8, la situación histórica de gran concentración de tierras en pocos propietarios, en ocho municipios de La Mojana, sin incluir predios del Estado, entendidos éstos como colegios, cementerios, huertas, localidades de policía, justicia, gobierno, plazas de mercado, ciénagas y playones.

Tabla 22. Índices de Gini para la concentración de la propiedad de la tierra. Fuente: DNP-FAO-DDT, 2003, p 360, sedes regionales del IGAC.

Municipio	Índice de Gini (todos los predios)	Índice de Gini sin predios del Estado
Majagual	0.90	0.90
Sucre	0.90	0.89
San Marcos	0.88	0.88
Caimito	0.83	0.83
Guaranda	0.82	0.79
Ayapel	0.82	0.82
Magangué	0.88	0.88

Se puede deducir que las medidas que ha tomado el gobierno con el fin de asignar tierras a los pequeños campesinos y de esa manera disminuir la brecha social que existe en la región, no ha sido afortunada por varias razones. Sobresale la falta de planeación que derivó en asignaciones desproporcionadas, falta de un seguimiento y propuestas de proyectos productivos con oferta de tecnología e infraestructura, créditos blandos, cadenas de mercadeo y logística para poder sacar los productos hacia las capitales, entre otros.

### 5.7.1. Tenencia de la tierra a partir de información predial

ECOESTUDIOS (1989, págs. 154-156) realizó un levantamiento de los predios existentes en el municipio de Ayapel en el año de 1988. Encontró inconsistencias por la informalidad de los trámites, ya que predios que fueron divididos y vendidos no fueron desenglobados del predio original, lo que ocasiona la duplicidad de dueños para un mismo predio. Se clasificaron por rango de tamaños y por rango de avalúo en las Tablas del ANEXO VIII.

<sup>5</sup> Medida que indica a partir de una proporción de áreas de una curva de Lorenz la concentración de la distribución de una riqueza en una sociedad versus el histograma acumulado de frecuencias de quienes poseen ese bien. Un valor de 1.0 equivale a la total concentración y de 0.0 a la equitativa distribución.

Reconstruir esta información en la actualidad es casi imposible, pues tanto la alcaldía como el IGAC, sede Montería, niegan el acceso a la información. Además es muy factible que la información no sea fidedigna, pues el catastro del departamento de Córdoba en general no es confiable por los numerosos casos de propiedad de la tierra que no han sido legalizados, los casos de fraccionamiento de una misma propiedad en manos de testaferros, la ineficiencia administrativa de estas entidades públicas, etc. De todas maneras, los datos acá presentados que fueron suministrados por entidades del estado, que incluyen todos los errores, vacíos e ilegalidades que se mencionan, muestran una concentración innegable en la propiedad de la tierra.

Surge entonces la pregunta acerca de cuáles son las actividades que realiza la población para subsistir ya que no tienen acceso a tierras para practicar la agricultura o la ganadería. A continuación se hace un recuento de estas actividades y de las características particulares de algunas de ellas que se derivan de situaciones puntuales que se convierten en oportunidad para la gente.

## **5.8. PRINCIPALES ACTIVIDADES PARA EL SUSTENTO**

Para la supervivencia y mantenimiento de los miembros del grupo familiar, la población campesina acude a pluriactividades como el trabajo asalariado, producción de artesanías, comercialización de productos, transporte de personas y mercancías, etc. La falta de oportunidades ha generado el fenómeno de la migración de los jóvenes del campo hacia la ciudad, bien sea porque dichas actividades las deben realizar en la zona urbana y una vez instalados allí no quieren regresar a las actividades del campo, o porque desarrollan proyectos de largo plazo como la educación y este salto cualitativo impide su regreso a las labores rurales. Las ciudades que prefieren los jóvenes para migrar son Medellín, Bogotá, Barranquilla y Montería y normalmente contribuyen a la economía familiar con el envío de dinero (LOPEZ & HERRERA, (1) 2007, pp. 9, 10).

En el caso de Ayapel en donde en las llamadas tierras altas se localizan los llamados “clubes”, propiedad de gente del interior del país, se da el caso de que la migración juvenil está relacionada con el contacto que ellos establecen con los dueños y que les abre la posibilidad de explorar la opción de marcharse en busca de trabajo o estudio, mientras que en las tierras bajas que no tienen este tipo de vivienda de alto costo, la migración es menor y con otros objetivos (LOPEZ & HERRERA, (1) 2007, p. 12).

En entrevista con personas de la región se encontró que un fenómeno similar ocurre con los herederos de muchas haciendas, quienes son enviados por sus padres a educarse a colegios y universidades de grandes ciudades y pierden el contacto con el campo y las actividades rurales. Así desaparece la tradición de los oficios pertenecientes a esa pluriactividad, lo que conduce muchas veces el abandono de las haciendas. Por el carácter patriarcal de la sociedad, la mujer nunca fue integrada a los procesos productivos, lo que no le permitió recoger o heredar la dirección y ejecución de las actividades agropecuarias.

### **5.8.1. Análisis de la producción en las haciendas**

La zona de La Mojana, luego de ser epicentro de la producción agrícola de los Zenúes antes de la llegada de los españoles, se convirtió en uno de los ejemplos más representativos de la economía ganadera según el modelo español de la Hacienda, que se puede caracterizar *grosso modo* por las grandes extensiones de tierra en propiedad de unas pocas personas, obtenidas por títulos reales de la época y traspasadas por herencia,

que mediante modalidades anacrónicas de contratación de mano de obra<sup>6</sup> ponen a su servicio a población pobre para desmontar (rozar), preparar el suelo y cuidar las reses de una ganadería extensiva de muy baja productividad. El ganado que se cría es mestizo de cebú con criollo y pardo suizo. En áreas pequeñas se realizan cultivos para la economía familiar, como arroz, yuca, ñame y frutales (DNP-FAO-DDT, 2003, pág. 361).

La aptitud de los suelos ciertamente es ganadera y para ello es recomendable el cultivo de pastos mejorados en áreas delimitadas pequeñas que permitan la rotación y así, una mayor producción. Entidades como el IGAC recomiendan desarrollar una ganadería semi-intensiva usando sorgo forrajero y variedades guatemala (*Tripsacum laxum*) y elefante (*Pennisetum purpureum*), como pastos de corte. En caso de explotaciones agrícolas en terrenos que no son aptos, hay que hacer adecuaciones de los suelos y control de las aguas (IGAC, 1973, pág. 174).

En 1973 existían pocas explotaciones agrícolas y por ello la vegetación natural era abundante. Los bosques existentes eran todos secundarios y seguían siendo talados en forma esporádica para la construcción de cercas, canalones y construcciones campesinas y lo que quedaba era luego quemado. Los pastos predominantes eran pará - *Panicum purpurascens*, guinea - *Panicum maximum*, puntero - *Hyparrhenia rufa* y pangola - *Digitaria decumbens* (IGAC, 1973, pág. 174).

En 1980 se publicó el trabajo del geógrafo alemán Herbert Wilhelmy quien estudio la dinámica de la economía de la Hacienda en el Caribe colombiano y hace una descripción pormenorizada de las actividades que en ella se hacen. Destaca como la Costa Caribe es la región ganadera más importante del país al sustentar un tercio del hato nacional. También explica el funcionamiento de este renglón económico en donde el hacendado cede una porción de tierra al colono – entre una y dos hectáreas—para que este durante 18 meses, junto con su familia, “tumbe el monte”, es decir, deforeste, para luego quemar y sembrar maíz, generalmente en compañía de su familia. En el lapso otorgado el colono alcanza a completar un ciclo de cultivos acorde con el ciclo hidrológico, sembrando luego yuca, plátano, alcanzando a producir hasta dos cosechas. (WILHELMY, 1980, págs. 165-166). Finalmente el hacendado obtiene una parte de lo producido y un terreno limpio el cual puede utilizar luego para pastura del ganado. Aunque antigua, esta descripción, en la actualidad todavía es vigente y practicada en las haciendas.

### 5.8.2. La ganadería transhumante

El término de transhumancia en la ganadería lo precisa WILHELMY (1980, págs. 156-174) como la práctica según la cual el ganado es traslado a diferentes territorios según el ciclo de lluvias de la región buscando siempre que el pasto esté hidratado y fresco para el consumo de las reses, de tal forma que durante el estío el ganado es trasladado de las tierras altas de los departamentos de Córdoba, Bolívar y Sucre hacia la llanura de inundación de los ríos San Jorge, Cauca y Magdalena. En la zona de estudio, se refiere a las zonas bajas del norte y oriente de la Ciénaga de Ayapel. Allí el ganado permanece hasta que comienza la inundación por las lluvias y comienza el regreso a sus lugares de origen (Figura 76). Durante la estancia en cercanías de las ciénagas, el ganadero puede hacer uso de tierras que reclama suyas por tradición o puede solicitar a ganaderos

---

<sup>6</sup> Se hace referencia a la aparcería, proceso mediante el cual el campesino hace extracción del bosque en terrenos de una hacienda y destina una parte del usufructo de lo que aprovecha forestalmente y de las cosechas que haga en adelante con el dueño de la hacienda, ha disminuido apreciablemente por la desaparición de los bosques y la desconfianza creciente entre propietario y campesino

locales que le permitan el pastoreo en porciones de sus terrenos. El primer caso recibe el nombre de “derecho” y el segundo de “derechito”, en referencia al uso del suelo.

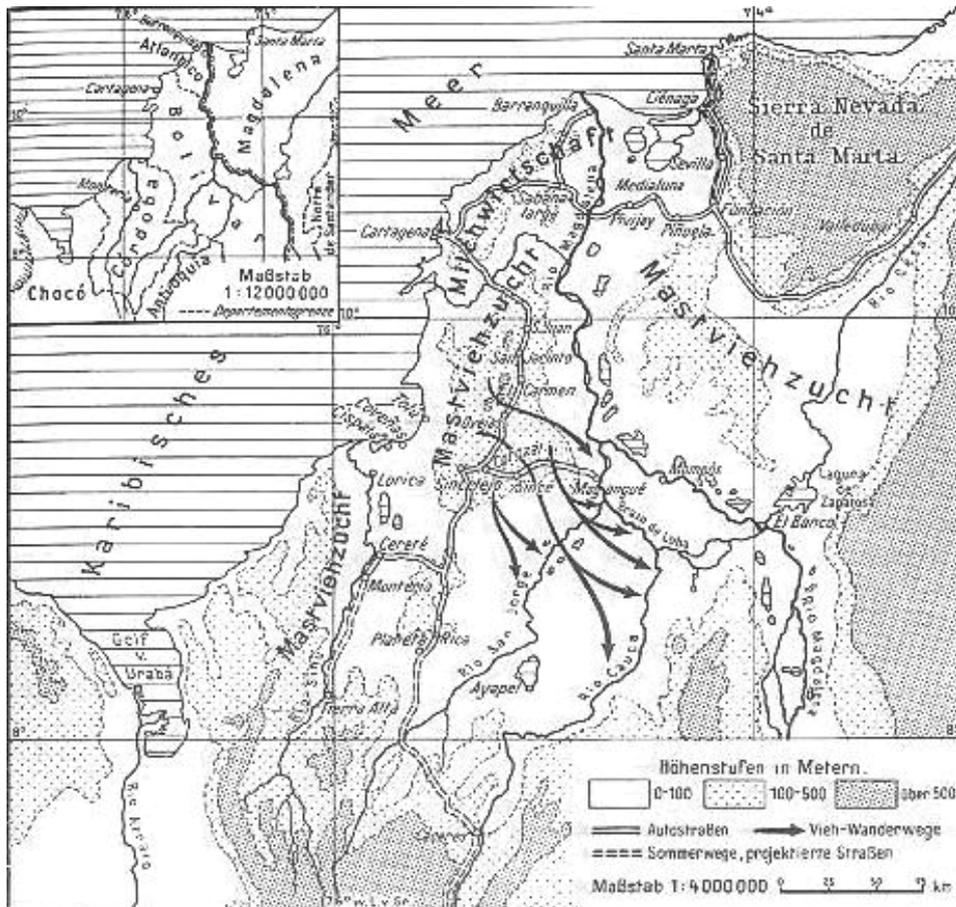
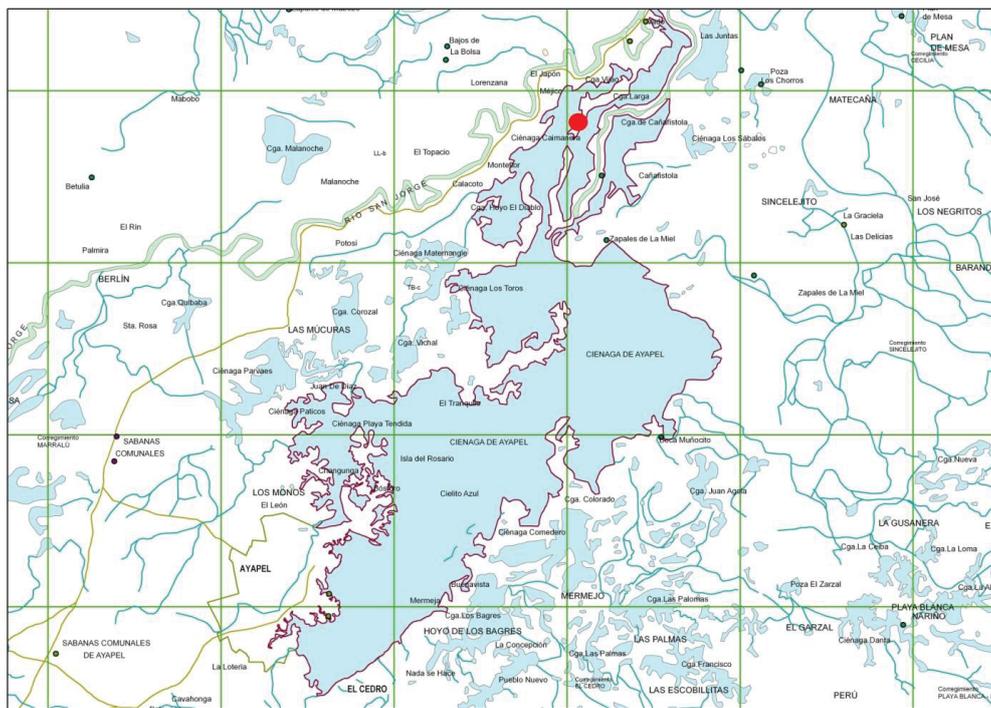


Figura 76. Rutas de la ganadería transhumante en La Mojana. Fuente: (WILHELMY, 1980, pág. 171).

En la Figura 77 se puede observar el cultivo que realizan los pobladores de escasos recursos en los playones y diques. En este caso se trata de un cultivo de maíz sembrado en el dique del Caño fistula, al norte de la ciénaga. Luego de tomada la foto, hubo una incursión de ganado cebú que pastaba en calidad de transhumante sobre el cultivo, destruyéndolo parcialmente.



Localización del lugar donde fue tomada la fotografía. Fuente: elaboración propia

Figura 77. Cultivo de maíz sobre un dique, considerado tierra baldía o comunal. A pesar de la actividad agrícola, irrumpe el ganado transhumante y se presenta entonces el conflicto de intereses. Fuente: Fabio Vélez, agosto de 2010.

En la Ciénaga de Ayapel es frecuente ver en la época seca al ganado traído de las tierras altas pastando en diques y playones (Figura 78). En general, los vaqueros buscan los mismos lugares cada año para llevar a pastar a las vacas, bien sea porque los hacendados también poseen tierras en las zonas bajas, o porque han privatizado irregularmente terrenos baldíos, o porque han usado tradicionalmente los mismos sitios y creen tener cierto derecho adquirido, o porque utilizan tierras de finqueros aliados o amigos, situadas en las partes bajas, con los cuales sostienen acuerdos de uso de las tierras.



Figura 78. Escena común de la ganadería transhumante en Ayapel. Fuente: Fabio Vélez, 2012.

La característica de transhumancia que tiene la ganadería en esta zona ha sido una de las principales causas de conflicto en la región, según ORTIZ (2002), y (DNP-FAO-DDT, 2003, pág. 370), pues los grandes ganaderos, que poseen tierras tanto en las sabanas de Córdoba y Sucre, y en el piedemonte, también poseen grandes extensiones en la región de La Mojana, en donde poco a poco han ampliado los límites de sus predios hacia los playones y bajos que afloran en la época de aguas bajas, utilizando además prácticas como el desvío y cerramiento de los caños y el llenado de los mismos para aumentar el área de pasturas, con la construcción de terraplenes, diques y jarillones.

Es así como se privatizan tierras o se restringe el uso que antes era de uso común y se habían mantenido así, con un pacto tácito, desde siglos atrás. Un efecto secundario de la ganadería extensiva es la baja generación de empleo directo e indirecto que provee, lo que afecta a la mayoría de la población que no tiene posibilidades de contratar su mano de obra y por tanto obtener un salario.

La situación no ha variado mucho desde entonces. Como se verá más adelante: ha habido algunos cambios en la relación Hacendado-Campesino, los inversionistas incursionaron en la agricultura en zonas aptas o adaptadas con obras civiles mientras los precios del mercado y la confiabilidad de las condiciones hidrológicas lo permitieron, pero la situación para la población en general en ciertos casos desmejoró. En el documento del (DNP-PNUD-DPAD, 2008, pág. 40) se mencionan algunos aspectos de la situación socio-económica de la zona que rigen en la actualidad:

- En La Mojana se ubica una de las zonas más pobres de Colombia. El ingreso per cápita es similar al de los países africanos con las economías más precarias. Según estudios del DANE para el año 1992, la población rural vive en la indigencia con ingreso mensual promedio de USD\$25,00 (op. cit. p 457).
- Cuatro Municipios tienen más de 50 mil habitantes, 13 municipios entre 20 y 50 mil y 11 restantes entre 10 y 20 mil habitantes.

- Los que tienen más de 50 mil habitantes tienen un 70% de población urbana, en el resto la población es predominantemente rural, destacando los del centro de la región con un 70% de población rural.
- La tasa de crecimiento poblacional media de la región de La Mojana, supera en un 20% la nacional en el período 2007-2011.
- El índice NBI (Necesidades Básicas Insatisfechas) es alto en la región demostrando entre otras cosas, lo precaria que es la infraestructura en servicios públicos, la vivienda y la baja asistencia escolar. El 65% de la población tiene por lo menos una NBI. Nuevamente la región central es la que destaca en este punto con un 80% de la población con necesidades básicas insatisfechas.
- El índice de Calidad de Vida (ICV) es bastante bajo (45%) con respecto al promedio del país lo que confirma la precaria dotación y distribución del equipamiento urbano.
- Evaluando el desempeño de las administraciones de los municipios, siete municipios alcanzaron en 2006 calificación media; para nueve administraciones fue baja y para los trece restantes fue crítica. El componente de la evaluación que más se vulneró fue el del cumplimiento de las metas establecidas en el Plan de Desarrollo.
- La mayoría de la población no tiene propiedad de la tierra. Costumbres desde la época de la colonia han perpetuado la concentración sobre la posesión de la tierra y la explotación insostenible de los recursos. Algunas formas de acceso a ella como la aparcería y el colonato han ido disminuyendo<sup>7</sup>, y según estadísticas del gobierno, se observa que la distribución de la tierra está concentrada en manos de grandes propietarios mientras que las tierras que se consideraban comunales -playones y tierras baldías- han disminuido por diversos factores, mermando las posibilidades de acceso de la población más vulnerable a los escasos recursos naturales que quedan. Esta situación la confirma el índice de Gini de 0.8 reportado por el DANE-IGAC.

La siguiente Tabla 23 establece una comparación entre las condiciones socio-económicas existentes en la zona inundable y las tierras altas de La Mojana. Las tierras altas se refieren a las terrazas y al paisaje colinado en el que están establecidas la mayoría de las haciendas ganaderas y algunas áreas adaptadas para cultivos, mientras que las tierras bajas son las conformadas por la planicie de inundación, habitadas por población de escasos recursos no propietaria de la tierra, que subsiste de actividades de pesca, caza, cultivos de pancoger y ofrecimiento de su mano de obra.

---

<sup>7</sup> “Una parte de los estratos más pobres tiene acceso temporal a “tierra al tercio” donde el campesino siembra usualmente maíz o arroz para su sustento y se compromete a entregar al gran propietario el pasto sembrado en la misma hectárea de tierra cultivada” (DNP-FAO-DDT, Programa de desarrollo sostenible de la región de La Mojana, 2003, págs. 34-37),

Tabla 23. Actividades económicas, condiciones de tenencia y uso de la tierra. Fuente: adaptado de (DNP-FAO-DDT, 2003, pág. 458)

Condiciones	Tierras bajas	Tierras altas
Tenencia de la tierra	Menos de 1 Ha. En arriendo o al tercio. Poca disponibilidad	Menos del 5 Ha. en arriendo o propias. Mayor disponibilidad
Actividades económicas principales	Pesca y caza	Agricultura de arroz
Recursos de los que dependen	Dependencia alta a los humedales, zapales, playones	Dependencia media a la tierra
Porcentaje de pobreza en las familias rurales	Más del 70%	Menos del 50%
Ingreso promedio anual por familia	Menos de USD\$575	Más de USD\$575
Período de obtención de los ingresos	Se concentra en el primer semestre en las zonas con mayor inundación	Dos cosechas una en cada semestre
Productividad de la tierra	2 a 2.3 ton/ha/año arroz y maíz tradicional	3.4 ton/ha/año arroz de secano
Relación promedio de los ingresos por jornal: cultivo-pesca-caza	10:60:30 (en porcentaje)	20:50:30 (en porcentaje)
Costo mensual promedio de los alimentos por hogar	Menos de USD\$15	Menos de USD\$75

Se puede apreciar entonces, cómo las condiciones de vida de los pobladores de las tierras bajas es mucho más desfavorable y en consecuencia ellos deben hacer un mayor esfuerzo para obtener los medios de supervivencia. De esa misma forma, se ven abocados a explotar con mayor intensidad los recursos naturales que están a la mano. Tienen menor acceso a la agricultura y dependen en gran medida de la pesca y la caza.

En cuanto a los sistemas de explotación agropecuaria, el estudio reconoce doce sistemas productivos que se presentan en la Tabla 24.

Tabla 24. Sistemas productivos de la región. Fuente: (IGAC, 2009, págs. 34-37).

SISTEMAS	CARACTERÍSTICAS
<b>5 de tipo Agrícola exclusivo</b>	Situadas preferentemente en la parte central y sur. Arroz es el principal cultivo, con sorgo, maíz, yuca, patilla, plátano, caña panelera. La mayoría de la tierra es de propietarios
<b>3 de tipo Agropecuario</b>	Se practica tanto en tierras altas como bajas alternando cultivos y pastos con aprovechamiento de la soca o barbecho
<b>3 de tipo Pecuario exclusivo</b>	Utilizan estacionalmente áreas de playón en la modalidad conocida como ganadería trashumante, y permanentemente áreas convertidas en sabanas que abundan en la zona. Hay presencia de gramíneas nativas e introducidas. Las explotaciones son de tipo extensivo
<b>1 de Pesca – caza</b>	Se asocia a la zona inundada e inundable. La practican más los agricultores. La caza de subsistencia se ejerce en la zona central y norte en los zapales. La subienda se presenta de enero a marzo pero la pesca se practica durante todo el año por nativos de la región y por foráneos
<b>Otros sistemas productivos</b>	La región no tiene recursos forestales valiosos pero se hace extracción para la demanda interna (leña, cercas, construcción). Los bosques sostienen precariamente la fauna y protege los cuerpos de agua

En La Mojana han convergido para interactuar, los problemas de una población con una estructura social desequilibrada e injusta y un ecosistema críticamente intervenido y explotado. Al cúmulo de restricciones de la población desposeída de tierra que la lanza al rebusque entre los recursos naturales que quedan, se suma la inercia estructural de unos propietarios de la tierra que practican una actividad económica que transformó y uniformó el paisaje en pastizales, para practicar una ganadería extensiva que genera pocos empleos, demanda cada vez más superficie y por la forma en que se practica deteriora los suelos erosionándolos. Por otro lado las políticas del gobierno y las escasas intervenciones en infraestructura desincentivan la producción agrícola. La Figura 79 esquematiza dicha interacción.

### Interacción de eventos y problemas en Ayapel

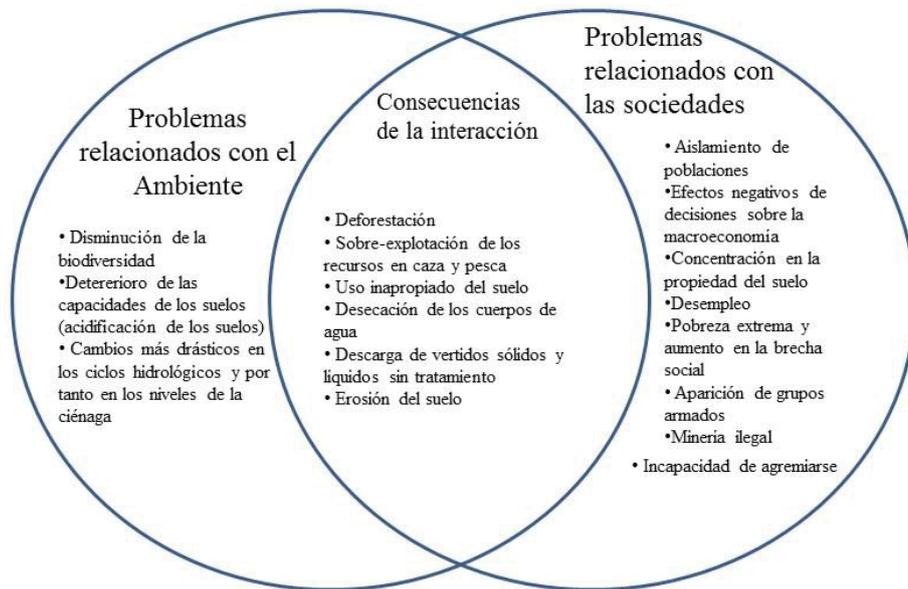


Figura 79. Esquema de la interacción entre las esferas ambiental y social afectadas por problemas de duración histórica. En un círculo vicioso, los problemas sociales repercuten sobre los ambientales lo que agudiza las condiciones de precariedad de la población, la cual deberá redoblar su esfuerzo por obtener más recursos que los que puede ofrecer la naturaleza. Fuente: elaboración propia.

Hasta ahora se ha centrado el análisis en las actividades económicas de la población con menor acceso a medios productivos convencionales, la cual, por medio de recursos propios, y un uso intensivo de los recursos naturales como única fuente disponible para subsidiar su precaria economía. A continuación se detallan los sistemas productivos más convencionales que han estado en la región y han sido transmitidos por generaciones, o que requiere de capitales que muchas de las veces son exógenos.

#### 5.9. SISTEMAS PRODUCTIVOS EN AYAPEL

En la región de La Mojana, se establecen básicamente tres tipos de propietarios y de propiedades de las tierras:

1. Hacendados: son los propietarios de las haciendas, las cuales son grandes extensiones de tierra (mayores de 500 ha) dedicadas básicamente a ganadería extensiva o a cultivos comerciales (arroz, sorgo, algodón). Los propietarios son ausentistas y contratan administradores.
2. Finqueros: son dueños de tierras llamadas fincas, cuya área oscila entre 50 y 500 ha. Ejercen también la ganadería y usualmente la combinan, si los suelos lo permiten, con actividades agrícolas comerciales (arroz, mango). Usualmente habitan en la finca y se encargan de dirigir las actividades.
3. Pequeños propietarios: poseen pequeñas parcelas que no superan las 50 ha. Practican diferentes actividades productivas para complementar los ingresos familiares.

En Ayapel existe un cuarto tipo de propietarios que son los dueños de fincas de recreo, llamadas localmente “Clubes”. Usualmente son casas de lujo con instalaciones para el disfrute del tiempo libre. Los dueños, sus familiares y amigos van en temporadas vacacionales y fines de semana. Contratan permanentemente a un mayordomo para el cuidado y mantenimiento de la propiedad.

En entrevistas realizadas en la zona de Ayapel con propietarios de fincas (finqueros), quienes desarrollan un esquema de explotación económica similar al de las haciendas, sólo que a una menor escala, las rutinas y actividades que se desarrollan para poner en marcha la producción agropecuaria, son similares a las descritas por WILHELMY (1958) en su documento.

El tamaño promedio de las fincas cuyos dueños fueron encuestados, es de unas 150 ha que sostienen alrededor de una cabeza de ganado bovino por hectárea. Esta actividad genera sólo 4 empleos directos. En Ayapel, las fincas tienen acceso a los cuerpos de agua de la región, bien sea al cuerpo principal de la ciénaga, a las ciénagas satélites o los caños y quebradas. En época seca, el ganado se alimenta en los playones, los cuales son ocupados por tradición, con pastos naturales que reciben los nombres locales de lambe lambe, yerba de arroz, canutillo, churi churi. En época de lluvias, el ganado se alimenta en las partes altas. Cuando se han utilizado pastos mejorados se siembran las variedades angleton *Dichanthium aristatum* y brachiaria *Brachiaria decumbens humidicola*.

Muchos finqueros incursionan en la agricultura. Para ello hacen préstamos bancarios con créditos abiertos por el gobierno. Siembran maíz y arroz en un 30% del área de la finca, rotando los cultivos. Por el tamaño del área, se usan prácticas mecanizadas. La maquinaria puede ser propia y es usual que se alquile a otras fincas. El número de personas que labora en esta actividad es mucho mayor. Se requiere un tractorista y ayudante, semilleros, fumigadores, coteros<sup>8</sup>, yonseros<sup>9</sup>.

Entre enero y febrero se prepara la tierra y se siembra maíz entre el 15 y el 20 de abril, el cual se cosecha a los 70 días (ver Tabla 26). El arroz se siembra entre mayo y junio y se cosecha a los 3 meses y medio. Vuelve y se siembra arroz entre agosto y septiembre y el maíz en octubre, de tal forma que se realizan dos cosechas al año. Cuando se presenta el veranillo de San Juan en regiones aledañas, se pierde una parte de la cosecha y el ganado produce menos leche. Lo mismo ocurre en octubre, en donde se presentan las aguas altas y en marzo cuando se presenta el mes más seco, entonces el ganado también reduce la producción de leche (ver el ciclo de las actividades económicas acompasado con la fluctuación hidrológica anual, en la pág. 147).

En la ganadería, el personal se contrata por trimestres y en la agricultura por jornal (día). Cuando llega la cosecha, se puede arreglar el contrato para pagar por porcentaje según lo cosechado. La aparcería y el colonato ya no se utilizan porque ya no hay que desmontar. Los trabajadores pueden vivir con sus familias que tienen en promedio dos niños, en casas que se les proporcionan, o permanecer en la modalidad de “mantenidos”, en donde se les suministra la dormida y la alimentación. La alimentación se compone de granos, enlatados, verduras, carnes, lácteos.

La jornada comienza a las 5 a.m. con un “tinto” (taza de café) y luego vienen las actividades de ordeño. Las cuatro personas se turnan las labores de mantenimiento de cercas, aprovisionamiento de los saladeros y brevaderos, traslado del ganado a los

---

<sup>8</sup> Así son llamados los trabajadores encargados de movilizar cargas al hombro

<sup>9</sup> Nombre dado a quien maneja un bote dotado con motor fuera de borda. Los primeros motores que llegaron a la población fueron los de marca Johnson, por lo que se les dio ese nombre genérico

potreros. La asesoría pecuaria y veterinaria la prestan profesionales que se contratan para ello. El ganado es transportado para la venta en botes motorizados (yonson) hasta Ayapel o a las vías cercanas y de allí se llevan en camiones a las poblaciones de Sahagún, Planeta Rica y Caucasia en donde se negocia.

La ganadería de la región cuenta con razas como *Brahman-Cebú* para carne y *Pardosuizo* para leche. Otras provienen del cruce de razas como mestizos de cebú con criollo para obtener el famoso *Romosinuano*, una raza criolla con gran acogida en la costa por su rendimiento productivo en carne, su adaptación a las condiciones ambientales de la región y la resistencia a las enfermedades (MARTINEZ-CORREAL, 1998). También se menciona el cebú rojo, tanto en pequeñas explotaciones ganaderas con pocas cabezas de ganado criollo y alimentadas en pastos precarios o rastrojos, hasta haciendas con razas seleccionadas beneficiando pastizales de pangola *Digitaria decumbens* y angleton *Dichanthium aristatum*. En algunas fincas se está experimentando con *Simmental*. Aunque hay hatos de búfalo de agua, no es muy popular debido al daño que le hacen a los potreros y a los cuerpos de agua, pues los convierten en lodazales y vuelven las tierras infértiles.

Manifiestan los finqueros, que las bandas de delincuentes que operan en la zona, cobran la “vacuna”, una extorsión que aplican bajo amenazas de diferente tipo. El monto se fija de acuerdo con la cantidad de producto que se saque al mercado, bien sea de ganado o de cultivos. En ciertas épocas dicha extorsión varía y puede aumentar el número de cabezas mensuales que hay que pagar por el hato completo, o en caso de que se saque ganado ya vendido al mercado, se debe entregar un número determinado de cabezas según la cantidad vendida. Igual sucede con la pesca, con el agravante de que las bandas determinan quién pesca y quién no.

Debido a las inundaciones que se presentaron en 2010 y que se han prolongado hasta el 2013, los finqueros han perdido grandes cantidades de dinero por la pérdida de la cosecha. Han tenido que vender gran parte del hato ganadero porque no hay terrenos en donde mantener las reses. Eso ha significado que no ha habido ganancias con qué pagar las deudas, y a pesar de los alivios que ha otorgado el gobierno, no son suficientes para tener tranquilidad sobre el pago futuro.

En cuanto a los llamados “clubes” (Figura 80) que existen en Ayapel, ocupan en el momento una gran cantidad de mano de obra de la población. No son productivos económicamente y son propiedades que se utilizan sólo eventualmente y para usos de recreación y descanso por sus propietarios. En ellos se invierten grandes cantidades de dinero, pues poseen comodidades como piscina, jardines, casas lujosas, botes, motos acuáticas y algunos están dotados con aviones ultralivianos y pistas de aterrizaje. Son cuidados por mayordomos que viven en una casa aparte dentro de la propiedad, con sus familias. Reciben un salario mensual y todas las prestaciones sociales. Se dedican al mantenimiento de las estructuras y jardines de la propiedad y eventualmente realizan labores de siembra de huertas caseras con permiso del propietario, con lo cual complementan sus ingresos. El mayordomo y su familia tienen en general un estándar de vida mucho mejor que el del resto de la población.



Figura 80. Ejemplo de uno de los tipos de propiedad de la tierra que existe en la Ciénaga de Ayapel, llamados “clubes” por la población, ya que están dedicados al esparcimiento de sus propietarios, quienes los utilizan en época de vacaciones. Fuente: Fabio Vélez, 2007.

Los “clubes” se han convertido en una de las principales fuentes de ingreso para la población, pues se calcula que son cerca de 50, las propiedades que generan trabajo para igual número de trabajadores, quienes llevan a sus familias a vivir con ellos en muy buenas condiciones de vida. Durante la construcción y después con los mantenimientos, se generan varios empleos temporales. Además, en las épocas de vacaciones, los dueños y acompañantes mueven la economía de la zona. Los propietarios, que son personas adineradas del interior del país, tienen interés en la legalización de sus propiedades, algo poco practicado en la zona. Por ello hacen las gestiones de los documentos necesarios y pagan cumplidamente los impuestos prediales, aunque estos son demasiado bajos.

Un esquema que muestra los tipos de propiedad de la región y algunos mecanismos que han usado los terratenientes, en diferentes épocas, para acrecentar sus propiedades se muestra en la Figura 81.

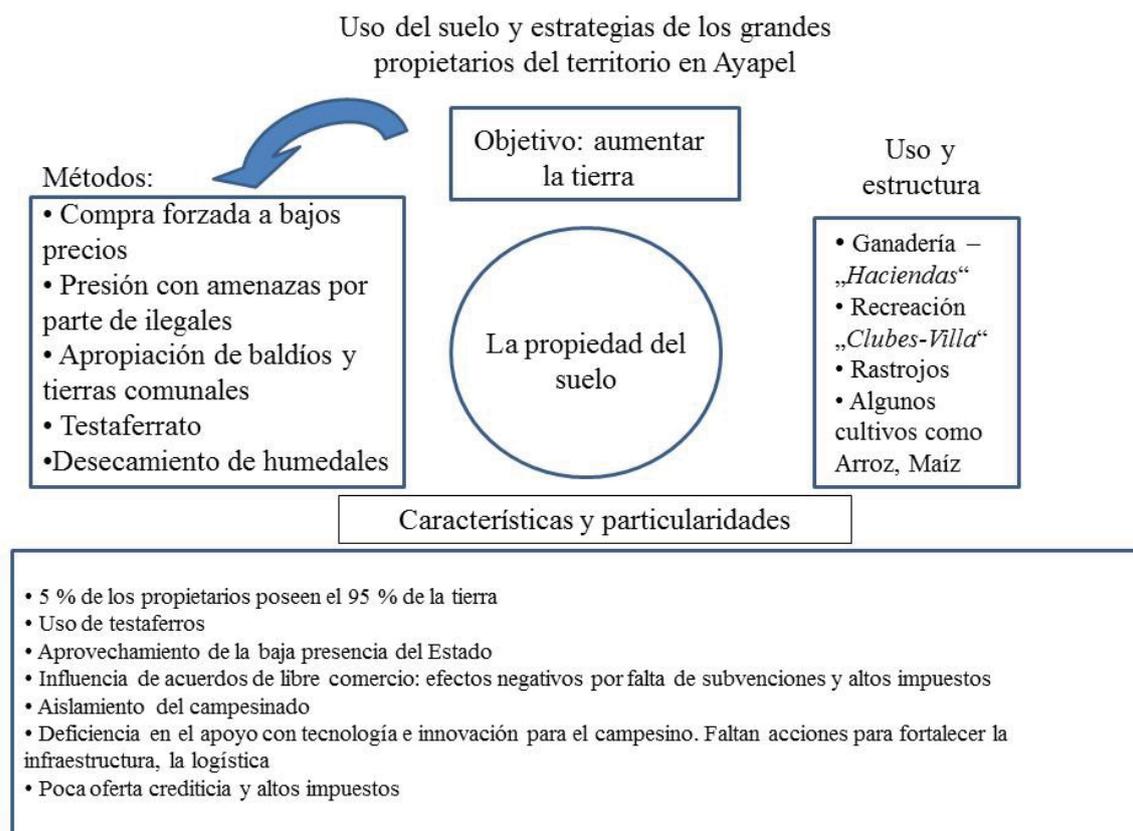


Figura 81. Esquema de los diferentes tipos de propiedad y algunos de los métodos para acceder a más tierra por parte de los hacendados. Fuente: elaboración propia.

Pero la productividad económica de la región de La Mojana está en crisis desde hace varios años por varias razones. Como ya se mencionó, el establecimiento de asentamientos y actividades económicas en zonas no aptas según la aptitud del suelo han conducido, por un lado a un agotamiento y pobreza del suelo de tal forma que el producido no compensa los recursos invertidos, y por otro lado ha ocasionado que se interrumpan ciclos, flujos y redes naturales con todas las consecuencias que esto ocasiona (contaminación, alteraciones biofísicas, pérdida de biodiversidad, destrucción ecosistémica, pérdida del potencial hídrico). A ello se añade el aislamiento de la región, principalmente de la zona centro-oriente que no cuenta con vías adecuadas de comunicación hacia las principales ciudades del país y por ende a los mercados. Esto hace que los costos de producción aumenten y no resulten competitivos ante los mismos productos que son importados a menores precios. También se carece de los medios tecnológicos adecuados para hacer más productiva la actividad lo que hace que los costos por hectárea sean mayores mientras que la producción es más baja, en comparación con zonas cuya producción está tecnificada.

Para FALS BORDA (2002), lo que ha pasado con el campesinado mestizo e indígena de La Mojana es una “descomposición”, como la define Karl Kautsky en su obra *La cuestión agraria* (1899) éstos, “*van perdiendo inexorablemente sus cualidades tradicionales como grupo independiente o como parcelarios propietarios de sus medios de producción*”. Dejan de ver las actividades que les son propias (la agricultura, la pesca, la ganadería, la explotación forestal) “*como actividades de subsistencia, para considerarlas como negocios, ya que no siguen definiendo el producto de su trabajo, por el valor de uso que tiene para el consumo y reproducción propios, sino ante todo,*

*por su valor de cambio*” (FALS BORDA, 2002, pág. 19B). Entonces pasan a ser, en la definición clásica marxista, una mercancía más dentro del mercado.

Los habitantes de la región también han padecido en los últimos años el problema de las repetidas y largas inundaciones que han sido ampliamente divulgadas en los medios de comunicación. El poblamiento desordenado en una región formada a partir de continuas inundaciones de grandes ríos, sumado a la modificación del paisaje y al desconocimiento de la dinámica natural histórica con ciclos de aguas bajas y altas han contribuido a que los desbordes periódicos afecten a una mayor población y eche a perder las inversiones realizadas en agricultura y ganadería. La deforestación en favor de los usos pecuarios es marcada; la modificación de caños y desecación de humedales han puesto en peligro de extinción a varias especies. Los conflictos sociales se han acrecentado por la paulatina apropiación de tierras comunales (playones) mediante cerramientos y desecación de ciénagas y humedales, por parte de los hacendados y finqueros. La competencia por los escasos recursos disponibles se agudiza toda vez que prácticas ancestrales como la tala y quema de zapales, bosques y rastrojos han modificado la riqueza de especies disponibles y empobrecido los suelos, que quedan inservibles para usos productivos (DNP-PNUD-DPAD, 2008, págs. 30-37).

A continuación se hace el análisis de como se utiliza el ciclo hidrológico para desarrollar las actividades económicas principales, tanto las que desarrolla la población de escasos recursos como la de los pocos empresarios de los sectores agropecuarios.

#### **5.10. ACTIVIDADES ECONÓMICAS Y DIVERSIFICACIÓN EN RELACIÓN CON EL CICLO HIDROLÓGICO**

Las principales actividades económicas de la región de la Mojana según ORTIZ (2002, págs. 6-7) y (AGUILERA, 2009), con baja demanda de mano de obra, son la ganadería, que ocupa un 78% del área y la agricultura, que se ejerce particularmente a orillas del río San Jorge, en diques y terrazas bajas donde se produce una cosecha por año debido a las inundaciones, ocupa un 16%. Los principales cultivos comerciales en la región de La Mojana son arroz, sorgo, maíz y últimamente mango tomy, mientras que en menor medida se presentan áreas con hortalizas, frutales, plátano, yuca, cacao, coco, caña panelera, patilla, plantas medicinales y ornamentales, palmas y árboles maderables. La pesca también se erige como una actividad importante, ejercida por la mayor parte de la población, principalmente entre noviembre y marzo. Finalmente a la minería, explotación forestal y la venta de fauna silvestre se dedican unas cuantas personas (ECOESTUDIOS, 1989, pág. 157), (IGAC, 1986, pág. 4).

Las actividades que garantizan el sustento de la mayor parte de la población rural de esta región, se turnan anualmente según el ciclo hidrológico y la dinámica natural entre el cultivo de arroz, como producto principal; el cultivo de otros productos como plátano, maíz, yuca y ñame; cultivo de hortalizas; de especies frutales; la cría de especies menores como patos, cerdos, gallinas, pavos; la pesca; la caza; la venta de mano de obra en agricultura (bimodal) y ganadería (de transhumancia); y una variedad de oficios y actividades tales como transporte, transformación de productos, comercio, jornaleo, vaquería. La rotación de las actividades se presenta en la Tabla 25 y en Figura 82.

Tabla 25. Distribución de las actividades en el año, según el período hidrológico de la región. Fuente: adaptado de (ORTIZ, 2002, págs. 9-10) y (FRANCO, 2011, pág. 93).

PERÍODO	ACTIVIDAD ALTERNA
Febrero – abril (aguas bajas). Aumenta la superficie de tierra emergida y las macrófitas se convierten en abono para la tierra. Se extiende la vegetación ribereña y comienza la subienda. Se realiza la siembra de cultivos de ciclo corto. El ganado es llevado a las zonas bajas para aprovechar los pastos con buena humedad. Preparación de la tierra para la siembra de 1 ha de arroz en promedio por familia típica de pequeños productores	Captura de hicoatea (3 a 4 ejemplares por familia/día), caza de ponche ( <i>Hydrocaeris hydrocaeris</i> ): 1 ejemplar por familia al mes
Mayo – junio (aguas en ascenso). Inicio de las lluvias: llegan sedimentos y nutrientes a los humedales y se pueden presentar opciones de pesca	Caza de patos (5 ejemplares por familia/día). Se usan métodos ilícitos
Julio – octubre (aguas altas). Son condiciones adversas para los peces por el aumento de los caudales en los ríos, lo cual aumenta la turbiedad y disminuye el alimento. Es el momento de la bajanza, cuando los peces migran hacia aguas abajo. Los predios se inundan y pueden causar pérdidas de cultivos; el ganado debe ser llevado a zonas altas	Pesca con trasmallo. Inicio de la cosecha del arroz
Noviembre – enero (aguas en descenso). Subienda. Inicio de la transhumancia del ganado	Pesca con atarraya

Entre marzo y septiembre, los pescadores buscan otras actividades como la ganadería (jornaleros) y la agricultura. En enero, el ganado es traído del Cesar y el norte de la costa y en mayo es regresado. Cuando se presenta el veranillo de San Juan (junio-septiembre) en otras regiones, se trae parte del ható para que el ganado tenga suficiente agua y alimento. En cuanto a la agricultura, siembran maíz y arroz. El maíz requiere alta humedad al principio y luego admite altas temperaturas y poca humedad en el suelo. Por ello se siembra poco antes de que empiece la época de lluvias, entre febrero y abril y se cosecha entre julio y agosto. En cambio el arroz requiere suelos altamente húmedos, por lo que se siembra al inicio de las lluvias (abril-mayo) y se cosecha entre agosto y septiembre. En la siguiente Tabla 26 se resumen las actividades:

Tabla 26. Períodos durante el año en que se realizan las diferentes actividades productivas en La Mojana. En amarillo, preparación de la tierra, en naranja siembra y en verde cosecha. Fuente: adaptado a la zona de Ayapel de (FRANCO, 2011, pág. 100).

Actividad/mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Maíz	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■		■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■			■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■			■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■		
Arroz	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■			■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■		■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■		
Ganadería/transhumante	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■				■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■			
Pesca	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■			■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■			■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

Como puede observarse, entre enero y abril se desarrolla una gran actividad productiva de la región. Hay un uso intensivo del suelo y la extracción es máxima. Confluyen la ganadería transhumante, la subienda y el cultivo de arroz y maíz.

Entre mayo y agosto las actividades se centran en el cultivo del arroz y si se presenta el veranillo de San Juan en zonas vecinas, habrá algo de actividad de ganadería transhumante y siembra de maíz. La pesca se traslada a los ríos en donde se da la bajanza. El período de septiembre a diciembre es casi exclusivo para la pesca, pues es su mejor momento (JIMENEZ, CARVAJAL, & AGUIRRE, 2010).



Figura 82. Rotación de actividades durante el año al compás del pulso hidrológico.

En la región puede verse una aparente prosperidad a partir de las haciendas, fincas y clubes, datos productivos de ganadería y cultivos de arroz, pero esta riqueza se queda en lo que MYRDAL, citado por (FALS BORDA, 2002, pág. 21B) llama la “*causación circular acumulativa*” que explica el fuerte desequilibrio interno materializado en una mala distribución de la riqueza.

Son cuatro los procesos socio-económicos que han conducido a la descomposición campesina en el tiempo de acuerdo con (FALS BORDA, 2002, pág. 24B):

1. El fin de los resguardos indígenas y la formación de la Hacienda.
2. En el capitalismo temprano; el Señorío no cambió sino que se camufló y continuó con el modelo esclavista en pleno siglo XIX.
3. Apropiación por parte de los hacendados de los egidos, playones, islas y tierras comunales.
4. La tecnificación de la agricultura y el capitalismo agrario.

Si bien la miscelánea de actividades siempre ha existido en la región, ésta se había practicado en áreas más amplias las cuales hoy se ven más restringidas por la privatización o porque han desaparecido. Por otra parte, el hecho de que la oferta de recursos se presente casi sin interrupción y de manera natural sin que intermedie una labor previa de preparación por parte del campesino, ha generado una cultura de la no planificación. Simplemente se espera a que cada ciclo se repita y las oportunidades aparezcan. Inclusive, se sobre-explota el recurso por la competencia de nuevos interesados y se tiene la creencia de que los recursos alcanzarán para todos. Pero la verdad es que se presentan anomalías en dichos ciclos naturales y también agotamientos de los recursos por la excesiva extracción que deja sin posibilidades el repoblamiento o la reproducción natural, y entonces se originan crisis económicas y sociales que derivan en desplazamientos a los centros urbanos de gran número de familias que piden la ayuda del estado.

A continuación se trata a profundidad cada una de las pluriactividades itinerantes de la población de Ayapel en rango de importancia para los pobladores de la región.

### 5.10.1. Pesca

Es una actividad que los habitantes de Ayapel desarrollan artesanalmente, en sitios como Boca de Sechebe, Marralú, Palotal y Cecilia, todo el año pero principalmente en la temporada de subienda entre noviembre y febrero. Las artes de pesca son atarraya, chinchorros, trasmallos, anzuelos y nasas (ECOESTUDIOS, 1989, pág. 162).

En la segunda mitad del siglo XX una comisión de la FAO que visitó la Ciénaga de Ayapel, recomendó una pesca intensiva con aparejos más extractivos, para subsanar la desnutrición y la pobreza de la población, con resultados nefastos, pues dichas artes de pesca se convirtieron en norma cultural y arrasaron la población ictiológica (CAMARGO, 2009, pág. 9), (MARTINEZ-CORREAL, 1998).

Con el fin de hacer reconstrucción de la tradición con que se efectuaban las faenas de pesca, se entrevistaron algunos pescadores ya retirados. Mencionan que las actividades de pesca las practican principalmente pescadores artesanales de tiempo completo y unos cuantos ocasionales. Para ello utilizaban botes propios, prestados o alquilados y con las siguientes artes de pesca:

- Trasmallo: red longitudinal que se coloca transversalmente fijándola con flotadores arriba y pesos abajo. Su costo varía entre USD\$100 y 250. Con él se capturan especies que cruzan por el cuerpo de agua, sin discriminar tamaños ni cantidad. Como no es de arrastre, no requiere la presencia de muchos pescadores. Pueden alcanzar longitudes de varios kilómetros.
- Chinchorro y chinchorra: redes de arrastre. Se diferencian en que el primero captura indiscriminadamente y el segundo selectivamente. Su costo oscila por los USD\$1000. Por ser de arrastre necesita la concurrencia de varios pescadores y botes. Puede hacerse selección de especies una vez que se recoge la red.
- Nasa: trampa de estructura y red que impide la salida. Atrapa por señuelo. Es poco utilizada y de confección casera con materiales naturales de la región. Requiere tiempo y conocimiento del pescador.
- Atarraya: arte tradicional. Red circular de hasta 4 m de diámetro que es lanzada por el pescador y demanda destreza. En la actualidad se usa para pescar la carnada para otras artes de pesca y su costo es de alrededor de USD\$500.
- Flechas. arte de pesca ya no utilizado, al igual que el arpón.

En la Figura 83 se muestra una atarraya, típico arte de pesca en la región que junto con el arpón y el trasmallo corto fueron los aparejos más utilizados en la historia de la Ciénaga. Hoy en día priman otras artes que se han convertido, junto con su utilización diaria sin época de veda, en devastadoras para las especies ícticas.



Figura 83. Pescadores tejiendo la atarraya en sectores El Cedro y Muñoz. Fuente: a la izquierda Fabio Vélez, agosto de 2010, a la derecha Diego Morales, 2006.

La atarraya era muy utilizada para la pesca, principalmente del bocachico (*Prochilodus magdalenae*). Cuando se utilizaba el chinchorro o el trasmallo, las longitudes eran cortas (se mencionan 60 varas de longitud y 40 mallas de alto que equivalen a unos 3 m) y se usaba un ojo de red amplio, pues sólo interesaban las especies adultas.

Los pescadores nativos salían antes del amanecer a hacer la faena de pesca. Usaban primordialmente el arpón (Figura 84) y seleccionaban los peces más grandes, aplicando diferentes técnicas para detectarlos. Una vez atrapados, los peces eran eviscerados, cortados en filetes y salados. Se colocaban entre hojas de plátano hasta completar un peso de 25 libras, entonces se empacaban en sacos. En determinados días de la semana pasaba un bote o un camión, según el caso, de un comerciante que compraba la carga y la llevaba hasta Ayapel, en donde la carga era acomodada en camiones más grandes, por capas de bultos de pescado y de hojas de plátano con hielo intercaladas, en un sistema rústico de refrigeración de la carga.

Narran los pescadores entrevistados, que en sus tiempos había unos 20 pescadores en la ciénaga y que en época de abundancia de peces llegaban a sacar cada 3 a 4 días una carga completa de un camión, que equivale a unas 10 toneladas.



Figura 84. Pescador veterano de la ciénaga mostrando el arpón con que pescaba. Fuente: Fabio Vélez, septiembre 2011.

Las zonas identificadas importantes para la cría de los peces son los caños, particularmente Caño Barro, ya que por la vegetación que presentaba, servía de refugio a especies como el bocachico (*Prochilodus magdalenae*), nicuro o barbudo (*Pimelodus clarias*), blanquillo (*Sorubium cospicaudus*) y bagre pintado (*Pseudoplatystoma fasciatum*). Esta protección vegetal la constituía principalmente el “mangle dulce” (*Symmeria paniculata*).

Los atarrayeros pescan en toda la Ciénaga de Ayapel (Figura 86), desde Quebradona hasta Caño Grande y desde Caño Barro hasta la cabecera municipal. Los chinchorros y trasmallos se colocan desde Caño Barro hacia Caño Grande, incluyendo las ciénagas de la Miel, Florida, Corozal, Los Toros, hasta la entrada a Caño Fístula. También ejercen esta práctica en Playa Blanca, de Caño Gambá, cerca de Playa Blanca a Ciénaga de las Palmas, en las Ciénagas de Escobilla y Escobillita, y en la de Paticos (MARIN, 2012). Es decir, que su presencia se establece en todo el espejo de agua de la ciénaga principal y de las ciénagas satélites, entrando muchas veces en conflicto con los trasmalleros y chinchorreros.

En época de bajanza (mayo-junio) los peces juveniles se refugian en las ciénagas y quienes pescan en esa época obtienen peces de poca talla. Entre junio y noviembre, época de aguas altas, éstos crecen y maduran. Se presenta mucha movilidad de los peces y el esfuerzo de pesca es mayor. Los pescadores entonces usan los trasmallos. De diciembre a enero comienza la subienda hacia los ríos y disminuye el esfuerzo de pesca. Entre febrero y abril, los peces se han desplazado a las partes altas y la pesca se hace en los ríos con chinchorro y atarraya (FRANCO, 2011, pág. 95). Los pescadores conocen estos ciclos naturales y al haber más competencia por la confluencia a la zona de personas de otras regiones, con el uso de artes de pesca más eficientes y sin autoridad que controle la actividad en cuanto a época, talla, cantidad y especie, los peces tienen poca posibilidad de vivir un ciclo biológico completo. Esto tiene repercusiones en todas las cuencas de influencia de la ciénaga, pues en este ecosistema estratégico se está anulando un paso de un proceso que se desarrolla a una escala nacional.

En época de subienda, los pescadores construyen campamentos a donde se trasladan con sus familias, principalmente en el río San Jorge. La mayoría de ellos provienen del Cedro, Cecilia y Ayapel, pero también hacen presencia pescadores que vienen del Bajo Magdalena y del Bajo Cauca. En síntesis, no hay sitios, ni épocas vedadas, ni artes de pesca prohibidas, por lo que el recurso no tiene oportunidad de repoblarse naturalmente (ECOESTUDIOS, 1989, págs. 3-5 Tomo II).

En verano, los pescadores obtienen su máxima ganancia pero la pierden rápidamente, pues por una parte son personas que viven del “fiado”, es decir, adeudan en la “tiendas” o (mercados de víveres) los productos que durante el año van comprando a crédito. De otra parte, gastan gran parte de las ganancias en beber ron. En invierno la situación económica es mala y los pescadores se rebuscan el sustento. Siembran por ejemplo en las bocas de Sehebe donde los playones no se anegan continuamente. Comienzan con vástagos de yuca, luego siembran maíz y luego colinos de plátano. Cortan y venden leña, trocan por comida limones, y guayabas que recolectan. Las mujeres son las que sufren con mayor impacto la situación económica, pues sin mucho apoyo de los hombres deben conseguir el sustento de los hijos (FALS BORDA, 2002, pág. 21A).

Los antiguos pescadores relatan que sus prácticas de pesca a mediados del siglo pasado eran más conservadoras que las actuales tanto por las artes de pesca como por el respeto de las tallas, los ciclos de reproducción y los sitios en donde pescaban. Pescaban algunos tipos de peces según la época en que llegaban a la ciénaga como es el caso del sábalo (*Megalops atlanticus*) el cual hacía migraciones anuales desde el mar hasta la Ciénaga y que fue una de las causas de que Ayapel se hiciera famosa entre la gente del interior del país, principalmente de Medellín y Bogotá, ya que atraía a los pescadores deportivos de esta especie. De ello hay fotografías de enormes sábalos capturados en los años 50 (Figura 85).

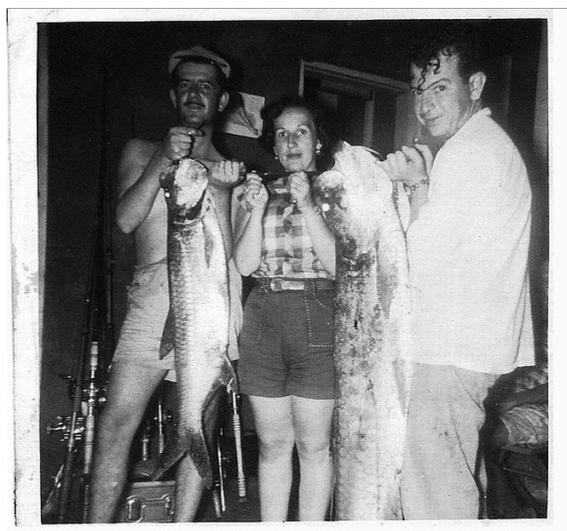


Figura 85. Fotografía tomada en 1953 en donde se ven pescadores de Medellín que poseían finca en Ayapel e iban por temporadas a pescar sábalo. Fuente: <http://www.flickr.com/photos/paulav/3852562027/>

Adicionalmente a los problemas competitivos en la pesca, a la falta de reglamentación y de autoridad para su cumplimiento, se añade la incapacidad de la población para agremiarse como ya se había mencionado en la página 130. A continuación se detalla esta situación.

### 5.10.1.1. Asociaciones de pescadores

Anteriormente se nombraron asociaciones precursoras que ya desaparecieron. En la actualidad las asociaciones de pescadores en Ayapel que están identificadas, son las siguientes (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, 2010):

- Asopesal
- Asochichoaya
- Corpopez
- Agropespa
- Agroyap
- Asopesagro

En un contexto general, lo que sucede con los intentos de asociar a los pescadores pasa con otros oficios y estratos sociales. Las tentativas de agrupación han sido infructuosas y las que se han logrado han fracasado al parecer por la desconfianza proveniente de experiencias propias o relatos de otras personas. Existe un individualismo muy arraigado y con la prevención para no ser engañados, las personas se anticipan y sacan provecho lo más pronto posible en la menor oportunidad. En esa medida las normas no se acatan, pues se presume que nadie las va a cumplir y quien se adelante en la acción llevará la ventaja sobre los demás. Es precisamente lo que pasa con las temporadas de veda, el uso de artes de pesca que no cumplen con las especificaciones, la pesca en sitios esenciales para el desarrollo de los peces, etc.

Sobre la producción pesquera de la zona de estudio, vale la pena destacar el comportamiento de la actividad como renglón económico que se desarrollará a continuación.

### 5.10.1.2. Situación pesquera reciente: lugares, especies, producción

Hoy en día las artes son distintas. La nueva generación de pescadores tiene una mentalidad diferente a la de los viejos, sólo que el recurso está agotado y por más artilugios que se utilicen, que incluyen extensos trasmallo que taponan todas las entradas de los caños, durante todo el año, los resultados son nulos. Las especies capturadas son menores y su tamaño escaso. Sólo cuando ocurre un evento como el de 2010, en el que el río Cauca irrumpe e inunda la región, entran especies mayores y las capturas mejoran. En la Figura 86 se muestran los sitios predilectos para la pesca.

De MUNICIPIO DE AYAPEL (2002) se extrae la Tabla 27 con las especies más comunes que se hallan en la Ciénaga de Ayapel. De ellas, existen algunas como *Brycon moorei* -Dorada, *Prochilodus reticulatus* -Bocachico, *Pseudoplatystoma faciatum* -Bagre, *Sorubium lima* -Blanquillo, *Ageneiosus caucanus* -Doncella que son comercializados en ciudades de la costa y en el interior, y otras como *Triporthus magdalenae* -Arenca, *Curinata magdalenae* -Viejita, *Pseudopimelodus bufonius* -bagre sapo y *Geophagus steindachneri* -Mula que sólo se consumen en la región. Con el agotamiento del recurso, varias de las especies de valor comercial que ya no se capturan en la ciénaga, han sido reemplazadas por otras que antes no se valoraban bien en el mercado.

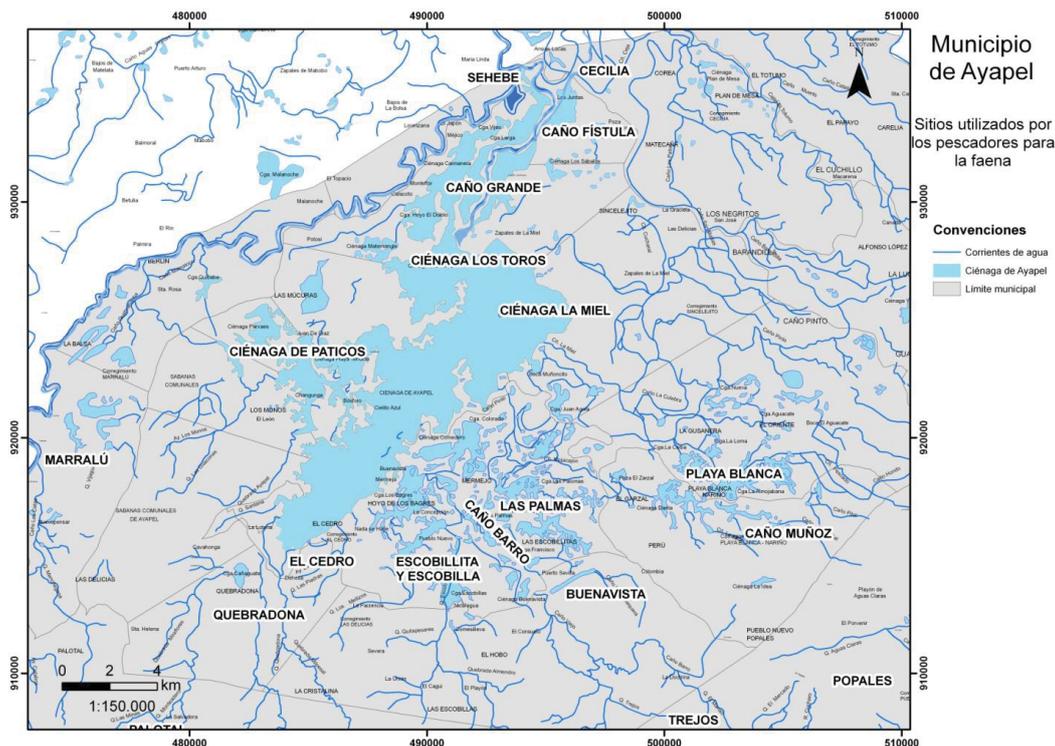


Figura 86. Sitios mencionados por el informe de Ecoestudios en donde se realizan preferentemente las actividades de pesca en el municipio de Ayapel. Fuente: elaboración propia sobre mapa de (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002).

Tabla 27. Especies comerciales más reconocidas en la Ciénaga de Ayapel. Fuente: (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002).

FAMILIA	NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO
CHARACIDAE	Bocachico	<i>Prochilodus reticulatus magdalenae</i>
	Moncholo	<i>Hoplias malabaricus</i>
	Comelón	<i>Leporinus myzcorum</i>
	Viscaina	<i>Curimata mivartii</i>
	Viejito	<i>Curimata magdalenae</i>
PIMELODIDAE	Bagre pintado	<i>Pseudoplatystoma tesciatum</i>
	Bagre sapo	<i>Pseudopimelodus bufonius</i>
	Blanquillo	<i>Sorubim lima</i>
	Barbul o nicuro	<i>Pimeludus elana</i>
SCIAENIDAE	Pacora	<i>Plagiosción surinamensis</i>
ANGENEIOSIDAE	Doncella	<i>Ageneiosus caucanos</i>
LORICARDAE	Cacucho	<i>Hemiancistrus wilsoni</i>
DASYATIDAE	Raya	<i>Himanture schmardae</i>
CICHIDAE	Mojarra amarilla	<i>Petenia kraussi</i>

La pesca comercial se da actualmente en el río San Jorge y la actividad funciona de la siguiente manera: los dueños de los aparejos de pesca contratan a pescadores para la faena y éstos a su vez les entregan el producto de la pesca a cambio de un pago pactado, bien sea en dinero o en lo producido de la pesca. Hasta el sitio llegan los primeros comercializadores, quienes compran el pescado y lo refrigeran. Estos se desplazan en botes o en vehículos, si hay acceso al sitio, y llevan la carga hasta puertos donde existen mayoristas, o si tienen la infraestructura, lo envían directamente a las ciudades en donde lo venden para el consumo. Es decir que entre el pescador y el consumidor en las poblaciones, pueden existir entre tres y cuatro intermediarios que aumentan el precio del producto. Estima el municipio de Ayapel que en 2000, en la zona existían unos 1000

atarrayeros, 1400 chinchoreros y 700 trasmalleros (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002, pág. 187).

En cuanto a la acuicultura, menciona la misma fuente que según datos de la Umata, existían 100 estanques de los usados como abrevaderos para la ganadería en los que se sembraron alevinos para levante y engorde de especies como cachama, tilapia y bocachico. Estas experiencias parece que no fructificaron, según encuestas que se realizaron en la zona, en las que se habla de intentos fallidos.

La Ciénaga de Ayapel ha sido varias veces repoblada con peces. Se menciona por ejemplo el año 1997 en donde el IMPA sembró 250,000 alevinos de bocachicos y 80,000 de tilapia. Más adelante ha habido otras acciones de este tipo adelantadas por la CVS, según lo reporta el (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, 2009 (1)) en donde en los años 2007, 2008 y 2009 sembró 1.5 millones, 3.5 millones y 1 millón de alevinos respectivamente. Los sitios de Ayapel en donde se ejerció la pesca y el producido en 2007 se presentan en la siguiente Tabla 28.

Tabla 28. Lugares en donde se reportó pesca en el municipio de Ayapel, peso de la captura en kilogramos y especies capturadas. Fuente: (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, Boletín 33, 2008).

LUGAR DE PESCA	TOTAL (kg)	ESPECIES MÁS IMPORTANTES
CAÑO BARRO	42769.7	
CIENAGA LA MIEL	39264.9	
CECILIA	35649.7	
PUERTO SORGO	33186.0	
PLAYA BLANCA	27663.1	
RIO SAN JORGE	26316.2	
CGA DE AYAPEL	18849.8	
CGA DE PALOTAL	18251.5	
PATICO	15171.4	
OTROS SITIOS	87551.0	
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>344673.3</b>	

En el mismo boletín (ibídem) se resalta que en 2007 se usaron chinchorros de gran longitud a principio del año, que aumentaron considerablemente las capturas. Normalmente las capturas decaen en abril cuando en la época de lluvias, en donde hay recambio de agua y se estimula la producción, vuelve y aumenta la pesca. A mitad de año ocurre una nueva disminución por dispersión de las especies. En agosto, si el río Cauca se desborda, se reactivan las faenas de pesca, sino, es a fin de año cuando se aprovechan las migraciones de especies riofílicas por los caños y comienza la subienda. Este comportamiento se muestra en la Figura 87.

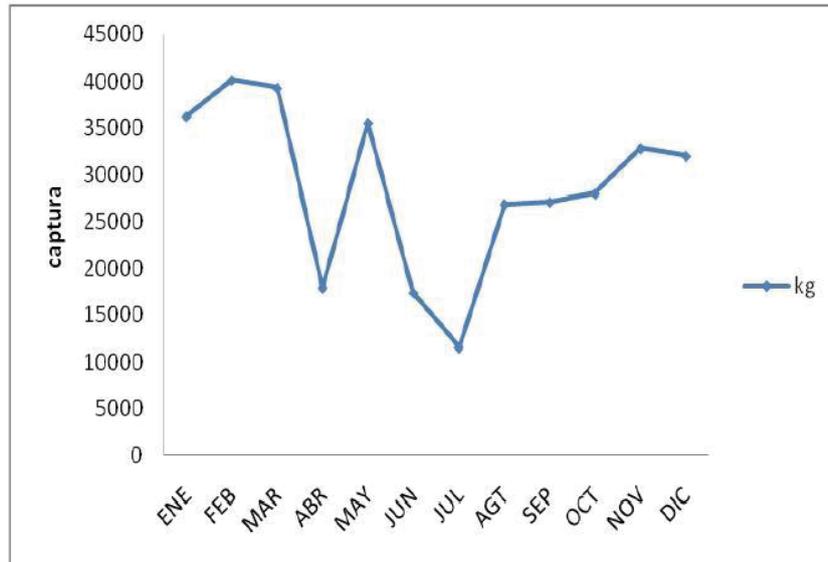


Figura 87. Comportamiento de la captura de peces en el municipio de Ayapel durante el 2007 expresado en kilogramos. Fuente: adaptado (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, Boletín 33, 2008, pág. 2).

### 5.10.1.3. Comercialización del pescado

El producto de la pesca en Ayapel es llevado a los diferentes mercados internos, principalmente a la plaza de mercado del municipio y de otras zonas urbanas importantes, como El Castillo (uno de los barrios de la cabecera urbana) y Marralú. La preservación se hace en cajas de poliestireno a veces con hielo, en las que se introduce el pescado ya eviscerado (Figura 88).

En cuanto a los mercados externos, el pescado es enviado principalmente a La Apartada, Planeta Rica, Montelíbano, Puerto Libertador y Montería, capital de Córdoba, en donde es mayor la demanda. Fuera del departamento, se exporta el pescado a poblaciones como Caucasia, Cáceres, Yarumal, El Jardín y Medellín, en Antioquia, y a Cartagena, en Bolívar. En la Figura 89 se muestran los principales mercados a los que se envía el pescado y el porcentaje de los envíos (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, Boletín 33, 2008).



Figura 88. Imágenes referidas al manejo del pescado en el comercio interno de Ayapel, desde la llegada en vehículos al Mercado Público en cajas de poliestireno, su evisceración en algunos casos, preservación poco frecuente con hielo y envío a otras localidades en camiones. Fuente: (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, Boletín 33, 2008).

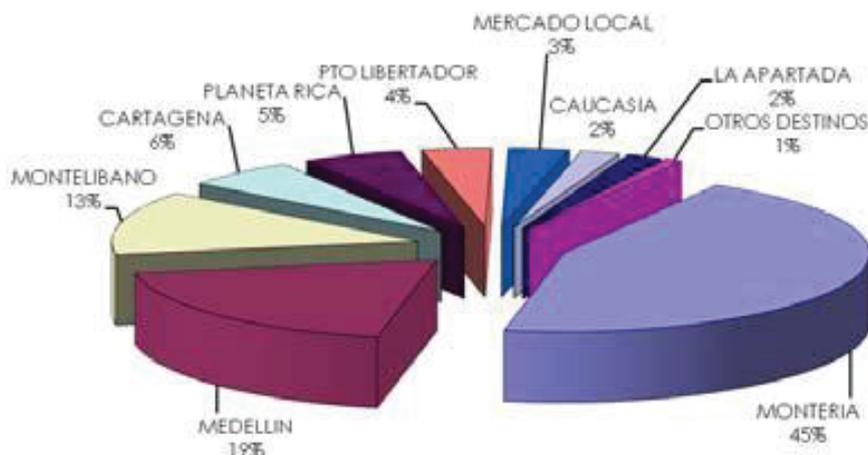


Figura 89. Principales mercados internos y externos del pescado capturado en Ayapel. El ministerio lleva un registro aceptable de las cantidades de peces capturadas y sacadas al mercado, tanto procedentes de cuerpos de agua natural como de cultivos Fuente: (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, Boletín 33, 2008).

En los mercados públicos es usual ver el pescado exhibido en mesas al aire libre o en carretas de madera. Las especies más demandadas son el bocachico, comelón y moncholo, los cuales son clasificados de acuerdo con la talla y así mismo se fija el precio. Para especies como la mojarra, doncella, bagre rayado, pacora o corvina de río, dorada y picuda, la venta se hace por peso en libras. Los precios varían según la época del año, siendo los más altos en pleno invierno debido a la poca extracción que se hace (aumenta el volumen de agua de la ciénaga, aumenta el esfuerzo de pesca). Por la costumbre de consumir pescado en Semana Santa, sube también el precio del pescado, pues aumenta la demanda. En la época seca (diciembre a marzo), las capturas aumentan porque disminuye el volumen de agua en la ciénaga y además la alcaldía da permiso de pescar con chinchorro, que es un arte de pesca de alto impacto sobre el recurso.

Cuando es enviado a otras poblaciones, el pescado se empaca en cajas de poliestireno o en poncheras con hielo por capas y tapadas con papel periódico o con hojas de plátano. En el mejor de los casos, se utilizan vehículos con sistema de refrigeración.

La disminución de las capturas de los pescadores en todo Colombia es apreciable, a pesar de que se dedican en la actualidad, más horas de faena, con equipos de mayor tecnología (botes a motor, GPS) con artes más grandes en tamaño, con desplazamientos más lejanos, y pescas a mayor profundidad. Entre otras razones, se puede adjudicar la causa a aspectos tales como la contaminación de las fuentes de agua, las altas fluctuaciones entre los pulsos hidrológicos, la intervención en los ecosistema, la desaparición de hábitats imprescindibles para la reproducción y desarrollo e, indudablemente la sobrepesca, que ha jugado un papel muy grande.

Así lo demuestran los datos de capturas entre los años 2007 y 2009 (Figura 90) siendo el bocachico (*Prochilodus reticulatus magdalenae*) la especie más capturada seguido del comelón (*Leporinus muyscorum*) y el pincho (*Curimata magdalenae*) (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, Boletín 11, 2010).

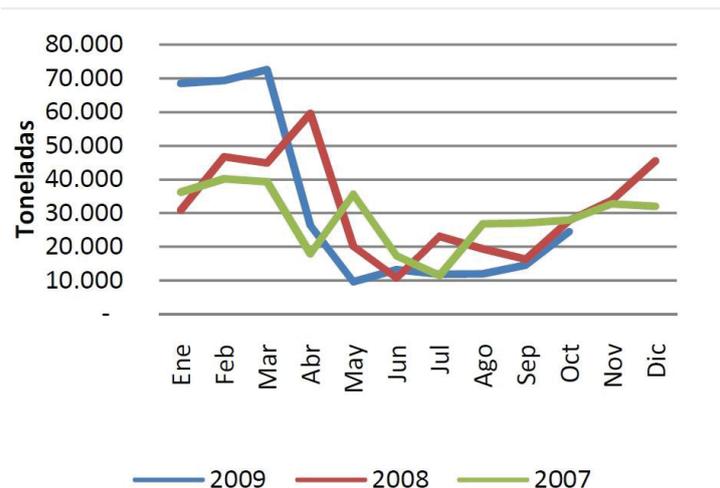


Figura 90. Variación de las capturas en el período 2007-2009 en toneladas, en la Ciénaga de Ayapel. Fuente: (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, Boletín 46, 2009 (2)).

Las capturas en este período, se distribuyen por especie tal como aparece en la Figura 91.

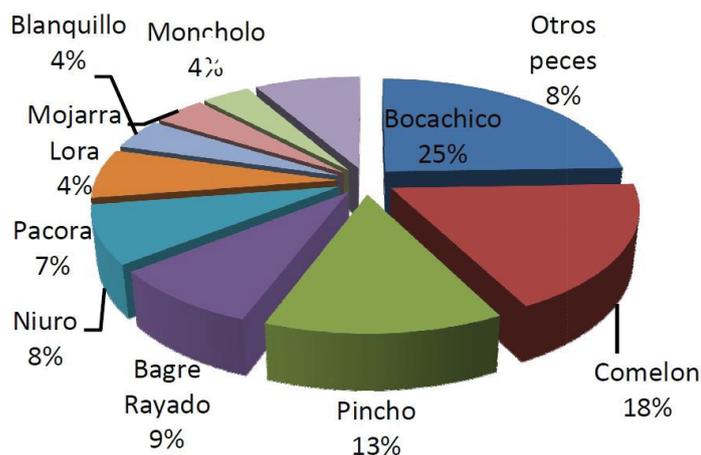


Figura 91. Distribución de las especies capturadas en el período 2007-2009 en la Ciénaga de Ayapel. Bocachico, Comelón y Pincho son las especies más capturadas. Fuente: (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, Boletín 46, 2009 (2)).

En este análisis de la variación del mercado del renglón pesquero se pueden notar dos aspectos relevantes: con respecto a la Tabla 28: que dos años después, la composición de las especies capturadas ha variado, con una declinación importante de las especies más apetecidas y la incorporación de especies menores y poco demandadas en el mercado, pero que ante la falta de las de mayor tamaño, terminan por ser consumidas o utilizadas para alimentación animal, tal como se pudo constatar en una salida de campo en donde se entrevistó a pescadores que llegaban de su faena al mercado. Lo segundo es la caída que ha tenido el volumen de producto capturado, que no es más que consecuencia de los diferentes factores que ya se han mencionado y que han hecho que las especies no tengan la oportunidad de completar su ciclo biológico.

A continuación se analizará el sector productivo de la ganadería que ocupa el interés de la población con mayores recursos económicos y más capacidad de inversión en la región, pero cuyo efecto en el paisaje y su escaso aporte en el mercado laboral es tal vez el más impactante.

### 5.10.2. Ganadería

Los datos antiguos de producción ganadera en el municipio son inexistentes. Los informes oficiales se referían a las estadísticas llevadas en los principales mercados del país a donde llegaba el ganado de las zonas rurales. Lo que si destaca la literatura en los diferentes informes del Ministerio de Agricultura, era la escasez generalizada que había a principios de siglo en el país. El hato ganadero no daba abasto a la demanda y la falta de vías, medios de transporte y tecnificación de la producción hacía más notoria la poca oferta. Las enfermedades del ganado eran muy comunes y se perdían muchas reses por esta causa.

La ganadería ha significado para los hacendados, un medio para acumular riqueza ante la carencia de otros medios o por la inseguridad que sienten hacia los bancos. La ganadería tiene ventajas, como la de exigir bajos costos para su mantenimiento, un crecimiento de la inversión en la medida en que cada cabeza de ganado crece y se multiplica, sin perder valor por inflación ni por depreciación, y una fluidez de cambio inmediato, pues se comercializa bien en los mercados. Por el contrario para el campesino, la ganadería disminuye sus opciones de ingresos, pues las tierras se van privatizando en beneficio de la ganadería extensiva; además se van transformando y donde alguna vez hubo bosques o humedales, hoy existen pastos y rellenos adaptados para el pastoreo. De otra parte, no hay desarrollo de las vías de comunicación y de los medios de transporte, pues el ganado es llevado en grandes camiones capaces de transitar las vías destapadas y en mal estado, hasta los centros de acopio que están relativamente cercanos.

La ganadería existente en los años 70 en el municipio de Ayapel no estaba tecnificada, no había rotación de potreros ni planes de mejoramiento de pastos de los cuales los más comunes eran las variedades “*admirable*” o “*pará*” en valles y vegas, “*puntero*” en el paisaje ondulado y en algunas fincas se estaba introduciendo el “*pangola*” y el “*ingleton*”. En los playones y diques se presentaban pastos naturales de los que se alimentaba el ganado en el estío. La explotación porcina y aviar era de tipo casero y el ganado caballar, mular y asnal se usaba en las labores de las fincas. La ganadería era tan extensiva en esa época, al punto de que se ejercía en todo el departamento de Córdoba, con una densidad calculada para entonces de 0.73 cabezas por hectárea. Los diferentes estudios de la época recomendaban a los ganaderos la implantación de pastos mejorados, corrales, pastoreo rotacional, uso de minerales, uso de razas puras, sanidad preventiva, control de endo y exoparásitos. Para sacar el ganado al comercio, era transportado, al igual que los productos agrícolas, por vía acuática en “*pangas*” a través de caños como el Barro y Muñoz hasta llegar a la Ciénaga y luego llevado a sitios de acopio en donde se comercializa, bien sea en el Municipio de Ayapel (Córdoba), o en el municipio de San Marcos (Sucre) siguiendo una ruta más larga (Figura 92). (IGAC, 1973, pág. 7), (ECOESTUDIOS, 1989, pág. 158).

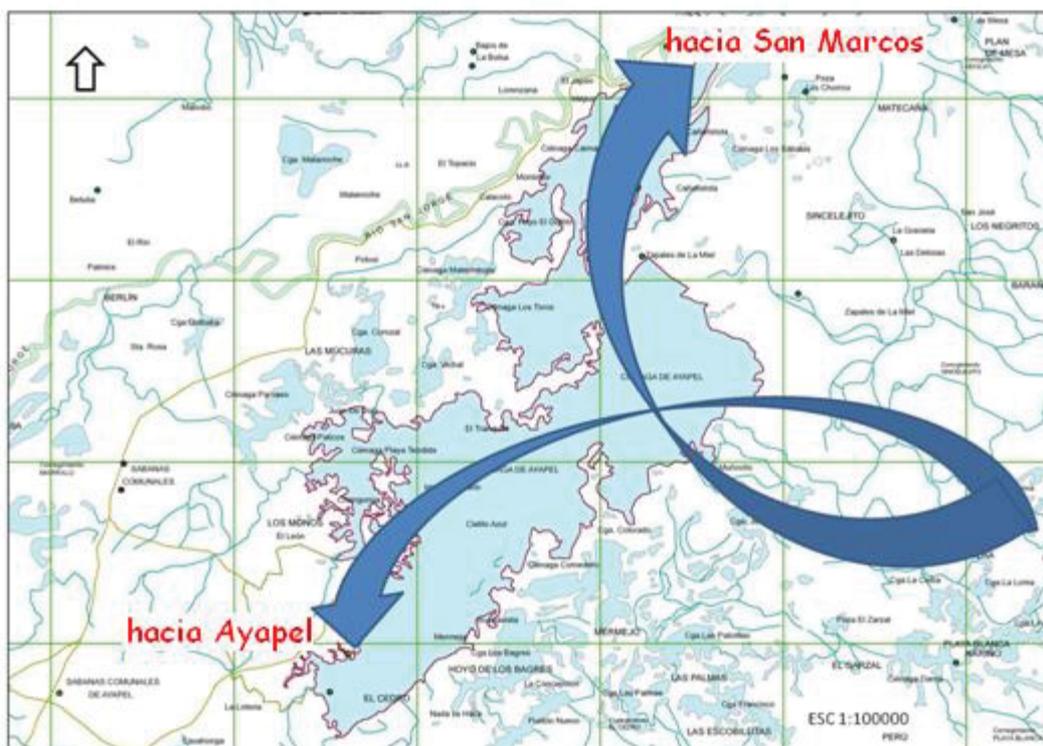


Figura 92. Rutas para comercializar la producción agropecuaria desde el oriente de la región, siguiendo vías acuáticas hasta la zona urbana de Ayapel (Córdoba) o hasta el municipio de San Marco (Sucre). Fuente: elaboración propia.

Hoy en día se han seguido las recomendaciones y se han introducido especies de pastos mejorados, principalmente “*brachiaria*” que se usan para levante y engorde de ganado y en menor medida para la producción de leche y quesos. También existen algunas explotaciones de especies menores como aves, cabras, cerdos. Datos del censo ganadero entre los años 1999 y 2000 y entre 1999 y 2007, se muestran en el ANEXO VII (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002, pág. 185), (AGUILERA, 2009, pág. 40).

La disminución de la cantidad de reses en 2010 se explica por las inundaciones que produjo el río Cauca que obligó a la venta rápida de muchos hatos para disminuir las pérdidas. Se señala que algunos factores adicionales a las inundaciones como la inseguridad (accionar de grupos delincuentes que extorsionan), baja rentabilidad del negocio, y acceso fácil a créditos han contribuido a la disminución del hato ganadero, llevándolo a una densidad de 0.76 cabezas por hectárea.

### 5.10.3. Agricultura

Como se ha mencionado, la agricultura no ha tenido un gran impacto económico en los renglones productivos del municipio de Ayapel. La mayoría de los cultivos que existen pertenecen a parcelas de pequeños propietarios que diversifican sus actividades durante el año. Algunos finqueros dedican parte de las propiedades a cultivos comerciales, especialmente arroz y maíz. En el ANEXO VI se presentan cifras oficiales proyectadas de los productos agrícolas que se produjeron en el municipio.

En el año 1951 (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, 1951, págs. 62, 63) se reportaban sólo dos productos producidos en el municipio de Ayapel: ajonjolí y arroz paddy. En la segunda mitad del siglo XX, bajo la política de revolución verde promovida por la FAO en los países tercermundistas, se presentaron extensos cultivos en la región, principalmente de arroz, pero esta tendencia no perduró

por la apertura de mercados y la importación de productos subsidiados del exterior, lo que ocasionó que no fuera rentable cultivar la tierra. En 1987 la producción estaba diversificada (ECOESTUDIOS, 1989, pág. 160).

La cosecha de arroz se transporta hasta la cabecera municipal de Ayapel o a la de San Marcos, principales centros de comercialización, en grandes “*pangas*” o canoas. En la Figura 93 se observan botes con motor, proveniente de la región de Caño Muñoz.

El mango es un cultivo que se inició con 200 ha en 1986 en los sectores del Cedro y Escobillita con la variedad Tahití primordialmente y otras variedades como “*tommy alkins*” (AGUILERA, 2009, pág. 38). En entrevista a uno de los administradores de una finca con sembrado de mango, relató que luego de algunos fracasos para comercializar la fruta y de que el dueño estuviera a punto de talar todos los árboles, se logró comercializar la producción a muy buen precio y hoy en día es una plantación exitosa con expansión del cultivo hacia otros lugares del municipio.



Figura 93. Transporte de la cosecha de arroz en botes a través de los caños, con destino a las poblaciones de Ayapel y San Marcos en donde se comercializa el producto. La gran mayoría de los cultivos son manuales. Pocas fincas están tecnificadas y lo están de manera muy simple, a duras penas cuentan con tractores. Fuente: Fabio Vélez, agosto de 2010.

En cuanto a otros renglones económicos hay que mencionar la minería (incluida la del oro), la extracción maderera y el tráfico de fauna, tres actividades que transgreden la legalidad y que ambientalmente son muy impactantes. De las tres hay muy poca información porque la forma en que se practican es ilícita; ni las mismas autoridades municipales cuentan con datos, cifras de extracción, etc. Todas deberían tener un control estricto pero no es así.

#### **5.10.4. Minería e industria**

Se practica principalmente la de extracción artesanal de oro en donde se benefician el dueño de la tierra, el dueño de la maquinaria y el minero, pero con unos costos ambientales y repercusiones no cuantificadas, ni asumidas por ningún responsable (ECOESTUDIOS, 1989, pág. 162). En la Figura 94 se muestra la actividad minera al sur de la Ciénaga de Ayapel, sector de Quebradona. Puede observarse el daño en la cobertura vegetal, el suelo y el agua.

Normalmente el suelo no se restaura ni tampoco se ejercen controles sobre el proceso de extracción, los productos usados y los vertimientos que se hacen. En la actualidad, cuando los precios de los metales preciosos se han elevado nuevamente por la alta demanda del comercio internacional como sucedió en los años 80, se ha presentado un

nuevo pico productivo y se han reactivado las antiguas explotaciones. Incluso se habla de prácticas utilizadas por los grupos ilegales que aprovechando la coyuntura, se adueñan de varias explotaciones y declarar producciones más elevadas que las reales para legalizar dólares provenientes del narcotráfico. Los precios bajos del mercurio y la facilidad para obtenerlo hacen que su uso sea muy propagado con nefastas consecuencias sobre la biota y finalmente la población humana.



Figura 94. Vista aérea de una extracción minera de oro en el sector sur de la Ciénaga de Ayapel, al lado de la quebrada Quebradona. Fuente: Álvaro Wills/Ekkehard Jordan, abril 2007.

Se estima que el área explotada en la década de los 90 era de 385.5 ha, la gran mayoría situadas en la cuenca de la quebrada Quebradona. Luego del auge de la minería del oro, muchas explotaciones fueron abandonadas o trabajadas en ciertas épocas de año, pero han resurgido nuevamente. Es difícil bajo la situación de orden público que reina en la región y las características de este renglón productivo, obtener más información sobre las prácticas productivas y las cantidades obtenidas.

Otras explotaciones mineras que ha habido en la zona, no merecen mayor detenimiento. En (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002) se menciona la extracción aluvial de gravas, gravillas, de arenas –para la construcción, de arcillas –para la producción alfarera y la producción de carbón vegetal.

No existe ninguna industria de manufactura o transformación, salvo pequeños talleres de tipo casero sin significado económico como por ejemplo rudimentarias fábricas para la construcción de adobes (Figura 95), unas pocas fábricas paneleras que aún subsisten de principios del siglo XX, cuando hubo un apogeo en la producción, principalmente en la población de Cecilia. También el mercado artesanal (Figura 96) representa un renglón

económico y una fuente de ingresos adicional para muchas familias (IGAC, 1973, pág. 5), (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002).



Figura 95. Fabrica rudimentaria de ladrillos en la Ciénaga de Ayapel. Fuente: Diego Morales, 2006.



Figura 96. Industria artesanal en la Ciénaga de Ayapel. Fuente: Diego Morales, 2006.

### 5.10.5. Actividad forestal

La actividad es escasa por la lejanía de los bosques que aún existen a los centros de acopio. Luego de la temporada de pesca, esta actividad repunta y llega a representar un comercio cercano a los 200 m<sup>3</sup> semanales que tramitan cuatro negociantes de madera y dos de carbón. En la Figura 97 se observa el transporte en bote de la madera que aún se extrae de bosques cada vez más lejanos, situados al oriente de la Ciénaga de Ayapel. Se comercializa en Ayapel y se transporta a Caucasia, Planeta Rica, Montería y Medellín.

Hubo un proyecto forestal que emprendió el INDERENA en la década de los ochenta, en el que se sembraron 1,400 ha de Eucalipto y se dio oportunidades de empleo en el municipio. Dicha plantación se abandonó tiempo después, no se le hizo mantenimiento y fue intervenida furtivamente para extracción de madera (IGAC, 1986, pág. 5).



Figura 97. Transporte de madera extraída de relictos de bosque en la zona oriental de la Ciénaga de Ayapel, para su comercialización. Fuente: Fabio Vélez, septiembre de 2006.

### 5.10.6. Venta de fauna silvestre

La comercialización de fauna silvestre es una actividad ilícita en Colombia. En la zona se comercia con tortugas hicoteas, pieles de babilla, tigrillos, nutrias, micos, osos perezosos, aves y otros. La situación es grave para la hicotea (*Trachemys callirostris callirostris*), pues en la época de semana santa se convierte por tradición en carne de consumo. Para cazarla se acude a la quema de extensas sabanas para hacerla salir. Los cazadores pasan chuzando el suelo con una vara que tiene un clavo en la punta. Cuando las encuentran, les desprenden los caparazones y se tasajan vivas para su comercialización (ECOESTUDIOS, 1989, pág. 163).

## **5.11.RELACIÓN SOCIEDAD – CAMBIO DEL PAISAJE**

### **5.11.1. Estado de los recursos y las coberturas en 1954**

La reconstrucción del paisaje para inicios de la década de los 50 se puede establecer a partir de descripciones que aparecen en informes y literatura temprana de la zona. Los factores que jugaron papel importante en el estado de cosas de esa época fueron, en primer lugar, los biofísicos, es decir el clima, los suelos, la condición hidrológica del pulso que gobierna el comportamiento y los ciclos de vida de las especies y las formas de vida de los pobladores.

De otra parte está el esquema de la hacienda como modo de propiedad y tenencia del suelo, que venía desde tiempos de la colonia con sus características de explotación pecuaria extensiva y transhumante. Una población campesina que vivía de los recursos naturales aún suficientes y del trabajo en las haciendas bajo las modalidades del colonato y la aparecería. Una región de La Mojana con muy contadas vías de conexión con otras regiones de la costa y el interior del país. Una nación incipiente con una economía básicamente agraria y minera, en donde los problemas políticos derivaron en guerras civiles y expresiones de violencia de quienes querían ostentar el poder en diferentes regiones causando desplazados y víctimas por doquier.

El único renglón económico relevante en Ayapel era la ganadería. Lo demás correspondía a una agricultura incipiente que algunas personas mencionan que hubo de ajonjolí, caña, algodón y cultivos que se consideran tradicionales de la región como el arroz, el maíz, la yuca, el ñame. Y lo que podría llamarse industria, correspondía a unos cuantos trapiches o beneficiadoras de la caña de azúcar, fábricas de ladrillos, explotaciones de aluvión para la construcción y la minería artesanal del oro.

Con base en la información recolectada, se puede estimar la población de Ayapel para el año 1954 en aproximada 17,000 habitantes (5,000 en la cabecera y 12,000 en el resto), es decir, una población predominantemente campesina que vivía de la pesca principalmente, la caza, el cultivo de pequeñas parcelas y deforestaban para obtener combustible y construir las viviendas.

La tierra, por consecuencia histórica, estaba en propiedad de hacendados, no había sido totalmente privatizada y aún había terrenos baldíos que eran usados por los campesinos para cultivos estacionales, aunque con el conflicto con la ganadería transhumante.

Los años 50 fueron críticos en el país por la llamada violencia, una guerra civil partidista plagada de actos atroces que tocó principalmente otras regiones como el piedemonte llanero, la región andina y ciertas zonas de la costa. Sin embargo no hay reportes de efectos de la violencia en la zona de Ayapel, salvo la contingencia que provocaron en los ganaderos al tener que vender el hato a otros países, como prevención y medida de seguridad por los ataques de los grupos armados de esa época.

En cuanto a los cuerpos de agua, éstos ocupaban una mayor superficie y no se habían construido aún obras civiles en forma generalizada para controlar los terrenos inundables. La llamada zona de transición acuático – terrestre, es decir la que está influenciada por las inundaciones periódicas, se destaca en el territorio. Los bosques que los bordeaban ocupaban un área reducida, lo que demuestra la fuerte intervención antrópica sobre ellos.

En lo que tiene que ver con las coberturas vegetales, los bosques presentan áreas escasas al igual que el bosque ripario mientras que los rastrojos –alto y bajo- tienen una mayor presencia, lo que da señales de que el bosque fue talado en años anteriores y aún no se

ha quemado y rozado, o que algunos pastos fueron abandonados y la vegetación ha vuelto a colonizarlos. Entre los bosques sobresale un biotopo entre el pantano, que abunda en La Mojana y que es conocido con el nombre de Zapal, compuesto por especies arbóreas resistentes a la humedad y que alberga gran variedad de fauna. En particular la vegetación de este hábitat ha sido intervenida drásticamente para ganarle tierra a la ganadería.

### **5.11.2. Situación en 1985**

La población en este año era de alrededor de 40,000 habitantes (14,000 en la zona urbana y 26,000 en la rural). A pesar de cierto nivel de desarrollo de las grandes ciudades en donde se presenta alguna industrialización, y de un comercio activo tanto interno como externo con exportaciones principalmente de materias primas, las zonas rurales del país siguen deprimidas, pues no se resolvió el problema de la propiedad de la tierra. El principal producto agrícola para la época era el café en la zona andina, pero había cierto nivel de seguridad alimentaria que era suficiente para el autoabastecimiento de los principales productos agrícolas que eran demandados internamente. Sin embargo los problemas del campo seguían siendo los mismos: difícil acceso y escasa infraestructura para los flujos de los productos e insumos; insuficiente, obsoleta o a veces ausente tecnología para la producción; alto costo de los créditos.

El cambio vistoso del paisaje con respecto al año 1954 se presenta en la superficie de la ciénaga, la cual, junto con las ciénagas satélites, disminuye debido a modificaciones en la zona de transición acuático-terrestre, posiblemente por desecamientos, llenos, construcción de diques y otras obras civiles que son mencionadas por los pobladores y autoridades del municipio que fueron entrevistadas.

Los bosques riparios presentaban un estado más denso y de mayor ocupación del terreno. Se nota una recuperación, posiblemente por acciones emprendidas por los dueños de los llamados “clubes”, ya que casi todas las propiedades de este tipo, colindan con los cuerpos de agua y los propietarios gustan de tener bosques sembrados en sus propiedades.

En cambio, los parches de bosque secundario disminuyeron, lo cual significa que la tala y ampliación del área de pastos siguió activa, tal como lo corroboran las cifras crecientes de áreas de pastos. Igual sucedió con los rastrojos que disminuyeron, es decir, se consolidó el cambio de cobertura de un estado de transición como son los barbechos, a pastos. También es conspicuo el crecimiento de las áreas urbanizadas, muy acorde con el crecimiento de la población y con el cambio general en el país, que pasó de ser un país rural, a uno urbano.

### **5.11.3. Estado en 2007**

En 2007 ya se han producido grandes cambios en el país. Desde 1985, se ha transitado por eventos que han agudizado los problemas y que han horrorizado a la nación. Los principales hechos están relacionados con la acción guerrillera, la ofensiva paramilitar, la expansión del narcotráfico que penetró todos los ámbitos de la sociedad y poderes del estado, la apertura económica que sobrevino en un país que no estaba listo, ni se preparó para afrontarla y la implantación de una cultura corrupta sin ninguna muestra de escrúpulos ni moral que se estableció en las estructuras de poder.

La población estimada de Ayapel en 2007 fue de cerca de 45,000 habitantes, teniendo en cuenta que el municipio sufrió una nueva separación de territorios por la escisión

lograda por la población de La Apartada. La relación fue de casi 23,000 habitantes en zona urbana y 22,000 en zona rural, es decir que lentamente, el municipio pasó a tener la mitad de la población habitando la zona urbana, mientras que en el país el porcentaje ronda el 70%.

Lo que aparece interesante en el paisaje de 2007, es el aumento en la diversidad de usos y coberturas, que se logra no sólo por una mejor resolución de las fotografías aéreas con la cámara digital, sino también, porque se consolidan usos que en 1985 eran incipientes –como los clubes- y en nuevas coberturas por inversiones en nuevos productos –como es el caso de los cultivos permanentes, en este caso de mango.

Los cuerpos de agua siguen encogiéndose poco a poco. El perfil de la ciénaga ya no es tan difuso por los terrenos pantanosos como en 1954 sino que ahora presenta un límite marcado por barreras construidas y terrenos consolidados. Los bosques en general siguieron disminuyendo e igual pasó con los pastos, pero en cambio, las zonas urbanas, los suelos construidos, erosionados, quemados y aún convertidos en vías locales del municipio, aumentaron.

Esta última imagen revela claramente un nivel crítico del territorio, la intervención del hombre ha diezmando fuertemente los recursos y cambiado considerablemente el paisaje, lo ha uniformizado dejando muy pocos recursos naturales para el futuro y para las posibilidades de la población campesina.

En términos numéricos, las fluctuaciones de las principales coberturas de la zona, detallada por las fotografías aéreas de 2007, se pueden resumir tal como se muestra en la Tabla 29 en donde se muestra además la evolución demográfica.

Tabla 29. Cambios presentados en las coberturas en los períodos analizados. Fuente: elaboración propia.

Población (habitantes)	1954		1985		2007	
	17000		40000		45000	
	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural
	29%	71%	35%	65%	51%	49%
<b>Cuerpos de agua (ha)</b>	1716		1612		1569	
<b>Bosques (ha)</b>	116		365		202	
<b>Rastrojos (ha)</b>	1135		718		453	
<b>Pastos (ha)</b>	944		1044		964	
<b>Zonas urbanizadas (ha)</b>	75		293		404	
<b>Erosión (ha)</b>	11		9		188	

La carencia de datos completos de variables demográficas y económicas, no permite establecer una correlación entre los períodos observados y los diferentes datos económicos productivos. Sólo quedan descripciones gruesas del paisaje y producciones cualitativas pero no cuantitativas.

A continuación se establece la relación entre los efectos que las condiciones de detrimento social en que vive la población de la zona se expresan en el paisaje.

## 5.12. EFECTOS DE LA PROBLEMÁTICA SOCIAL EN EL ESTADO DEL PAISAJE

Es indudable que el modelo actual de uso del suelo, el esquema de tenencia de la tierra y las condiciones de apropiación de ella, han llevado a que las desigualdades sean subsidiadas altamente por los recursos naturales de la región, pues a la población más desfavorecida no le queda otra alternativa que la de buscar los medios para supervivir extrayéndolos de la naturaleza.

Si a esto se suma que la población ha ido en aumento, que dicha estructura de producción favorece en muy alto grado a la ganadería (pues va dejando libre las coberturas de bosques y fauna y por tanto en una condición directa para su potrerización), que la corrupción impera, que el gobierno desatiende sus obligaciones, que los grupos delincuenciales aprovechan el caos para imponer su comercio ilícito y asumir el poder allí, a donde las autoridades no llegan, el resultado será irrevocablemente el de una pérdida total de los escasos recursos que aún subsisten.

Sólo sobrevivirán aquellos que por la conciencia ambiental o estética que exista en los dueños de las fincas y haciendas, sean dejados para el disfrute y ornamentación. Las consecuencias serán directas en los ecosistemas, pues se perderá en alto grado la rica biodiversidad terrestre y acuática, los suelos se irán erosionando poco a poco por la sobreutilización y el retiro de la capa vegetal, las aguas perderán más aún su calidad por la descarga de mayores aguas contaminadas y por acción de la minería, y los humedales y ciénagas se colmatarán porque recibirán una mayor carga de sólidos.

A nivel social, esto significará un empeoramiento de las condiciones de vida de los habitantes, quienes seguirán atados a las ayudas que provee el gobierno en las inundaciones. Se verán obligados a abandonar el campo y buscar los centros urbanos, agudizando la problemática social que se vive en las ciudades.

Por los antecedentes históricos, será difícil que la política del gobierno de no interferir en el *statu quo* de la tenencia del suelo en Colombia se modifique para que cambie la tremenda iniquidad social que se deriva de este hecho. De allí que sea una directa consecuencia pronosticar una mayor concentración en la propiedad del suelo, más aún cuando se presentan fenómenos como el de la compra de grandes terrenos por parte de multinacionales con el beneplácito de los gobiernos de los países subdesarrollados como Colombia.

Varios autores han escritos sobre propuestas que tendrían un efecto positivo en la región, si se llegaran a concretar. Vale la pena mencionar algunas de ellas.

- AGUILERA (2009), menciona el potencial turístico que tiene la Ciénaga de Ayapel y la posibilidad de estructurar un turismo temático como el que se viene adelantando en otras regiones del país. También se refiere a la necesidad de mejorar la educación en la región, ya que los niveles de analfabetismo son muy altos. El tema ambiental debe jugar un papel importante para crear conciencia protectora. Cree que es necesario darle valor agregado a los productos que se generan en la región, para mejorar los mercados y las ganancias. Finalmente se refiere a la escasa infraestructura que hay en el municipio y la necesidad de crear una buena red de comunicaciones para mejorar el comercio.
- El estudio (DNP-FAO-DDT, 2003) presenta una nutrida oferta de propuestas para el mejoramiento de las condiciones de la región de La Mojana en general. Destacan, la necesidad de regularizar la propiedad de la tierra y construir diques en el río Cauca que controlen las inundaciones.
- PALACIO et al. (2007) recomiendan reforestar las riberas de los cuerpos de agua y crear bosques de galería interconectados que permitan la movilidad de la fauna silvestre. También promover la cría de especies menores y aves en las unidades familiares, para mejorar la dieta alimentaria.
- Otras recomendaciones tienen que ver con pequeños proyectos productivos que ofrezcan posibilidades de aumentar la ocupación de la mano de obra, generar bienestar en la población y mejorar las condiciones ambientales del municipio.

Destacan proyectos para usar las macrófitas con fines de forraje, de combustible en vez de la madera; proyectos de acuicultura que suplan la deficiencia del recurso pesquero en la ciénaga.

Todas estas son pequeñas propuestas que tendrían impacto favorable entre la población, pero indudablemente los problemas en La Mojana y toda la Depresión Momposina son de orden estructural que implican una modificación en la cultura de la población, mayor cobertura de educación de alta calidad, la intervención del estado con grandes recursos, grandes obras y un cambio en las políticas económicas. A la par, se requiere una intervención en la educación de la población y en la generación de autoconfianza de la gente que empodere sus decisiones hacia el desarrollo, fomente el emprendimiento, el trabajo colaborativo, y cambie los valores éticos y morales trastocados.

En síntesis, se requiere que comiencen procesos bidireccionales para atacar los problemas complejos, partiendo de una parte, de la población desde el núcleo familiar, pasando por la administración municipal. Y por otro lado, del gobierno nacional y sus entidades descentralizadas, pasando por las entidades del orden departamental. Sólo así se lograría que los esfuerzos tuvieran fruto, porque de otra manera, los intentos se diluirían como ha ocurrido hasta ahora.

## 6. CONSIDERACIONES FINALES DEL USO Y OCUPACIÓN DEL ESPACIO

Los diferentes análisis que se han hecho, llevan a determinar que la región del municipio de Ayapel posee un gran número de problemas por el conflicto que existe entre sus potencialidades y capacidades de uso, versus los usos que se le han dado a los recursos, el conflicto entre los actores sociales dado un sistema económico-productivo y de propiedad de la tierra desigual, en un territorio que posee varios limitantes en los suelos y por la hidrología que lo gobierna.

De una manera esquemática se puede decir que la complejidad abordada queda expresada de la forma, como se muestra en la Figura 98, que precede en este capítulo final a la exposición de las propuestas sobre las zonas del Sistema Cenagoso de Ayapel, en donde sería factible que la población más desprotegida puede realizar actividades económicas agrícolas y de aquellas otras que deben ser lideradas en general por los sectores productivos y tomadores de decisión, según la oferta que la naturaleza provee en función de los suelos, la geomorfología, el clima y la hidrología.

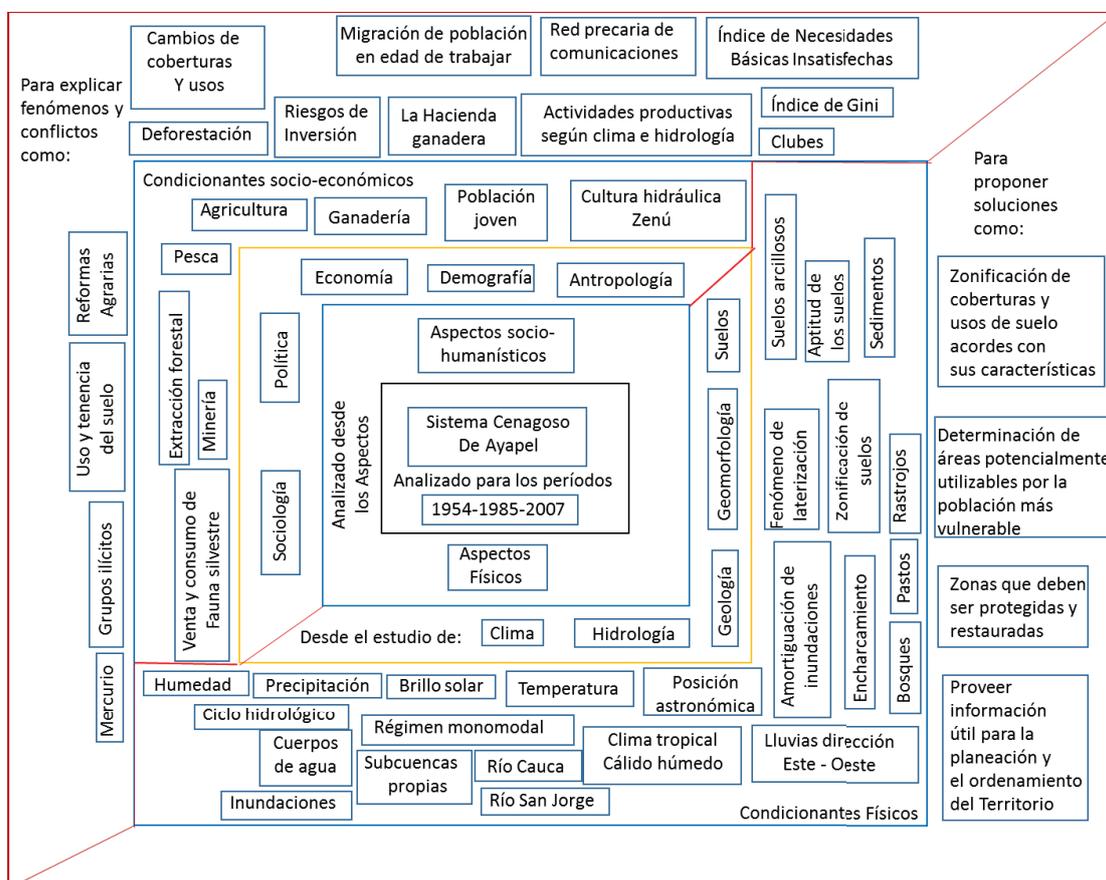


Figura 98. Esquema sinóptico de los componentes que interactúan en el Sistema Cenagoso de Ayapel agrupados en las categorías tratadas en el presente documento, con los fenómenos estudiados y propuestas derivadas de la investigación, para su uso en la gestión del territorio. Fuente: elaboración propia.

En la siguiente Tabla 30 se intentan reunir las características más destacables a través de una matriz DOFA (debilidades-oportunidades-fortalezas-amenazas) muy utilizada en temas de planificación. Se han tomado las categorías Natural, Socio-cultural, Socio-política, Económica, Administración e Infraestructura para las cuales se han analizado las características inherentes de Debilidad, Oportunidad, Fortaleza, y Amenaza. Este último orden se ha hecho emparejando una propiedad positiva con su antagonica

correspondiente. Como matriz sirve para establecer las propiedades más importantes sobre las cuales trabajar otros aspectos que hacen parte de procedimientos de planificación del territorio. En este caso tiene la ventaja de servir como resumen de los aspectos que se han mencionado, medido y analizado en este documento.

Tabla 30. Matriz de potencialidades, limitantes, oportunidades y problemas de la región de Ayapel. Fuente: elaboración propia.

ESTRUCTURA	DEBILIDADES	OPORTUNIDADES	FORTALEZAS	AMENAZAS
<b>NATURAL</b>	Ecosistemas frágiles Propensión a la erosión Vocación para bosques que no se cuidan y ganadería extensiva generalizada Barreras físicas y aislamiento de las regiones Zonas con suelos pobres	Pulso hidrológico Posición geo estratégica por Cercanía a la región de la costa y a la andina Fama de la pesca Nuevos cultivos como el mango Recursos potenciales, mediante uso sostenible	Biodiversidad Abundancia de agua Tierras productivas Riqueza paisajística Clima cálido húmedo tropical	Inundaciones y desbordes de los ríos Cauca y San Jorge Extinción de los recursos naturales Contaminación por la minería
<b>SOCIO – CULTURAL</b>	Jóvenes con otros intereses Alto analfabetismo Precario acceso a educación superior Cultura individualista y asistencialista Propensión a la corrupción	Artesanías y tradiciones Demanda del sector turístico Creación de conciencia ambiental	Población joven Cultura indígena de los camellones ONGs como Corpoayapel cumplen un papel de impacto	La corrupción Penetración de las bandas criminales y sus actividades Afán de exprimir los recursos naturales
<b>SOCIO – POLÍTICA</b>	Situación general de violencia Presencia de agentes externos en conflicto Ausencia del Estado Conflictos de uso y propiedad del suelo Población rural abandonada Sistema productivo Ganadería extensiva Nula cultura e interés político	Esperar los avances de la ley de tierras del actual gobierno La diferencia que pueda establecer la actual administración municipal con malas administraciones pasadas	La política de restitución de tierras del actual gobierno cobija algunos terrenos de Ayapel Existen herramientas de planeación y administración como el P.O.T. La fuerza pública ha incrementado las acciones de control en la zona	Dirigentes sin interés en el progreso Corrupción desde el nivel departamental Robo de los recursos públicos Aumento de poder de las bandas criminales
<b>ECONÓMICA</b>	Esquema productivo Economía de subsistencia Latifundismo Escasa tecnología e inversión Poca inversión social	Nuevos productos agrícolas Existen proyectos productivos que podrían desarrollarse en la región	La región recibe regalías por minería A pesar de poco, se recibe apoyo de instituciones del gobierno y ONGs Renglones económicos por explotar	Libre comercio que afecta los precios y la competitividad Alto costo de los créditos Extorsión de las bandas criminales
<b>ADMINISTRACIÓN E INFRAESTRUCTURA</b>	Infraestructura precaria para la producción agropecuaria Pocas vías de acceso y con problemas en el ciclo hidrológico Falta de molinos, silos, frigoríficos	Bancos de proyectos Políticas financiadas de cubrimiento nacional Posible corrección del dique que rompe en el río Cauca y embalse hidroituango	Colegios Puestos de salud Aeropuerto Infraestructura turística	Desviación de los recursos Inundaciones que destruyen las obras civiles e inversiones

Por sus características geográficas, la zona tiene todas las potencialidades para desarrollar la riqueza biológica que es propia de los ecosistemas tropicales lacustres y de llanura de inundación. Pero el sistema productivo y de apropiación del suelo imperante hace que dichos recursos y su valor no sean apreciados. Por consiguiente los pastos predominan en general, como cobertura, sin tener en consideración la aptitud del suelo y como sistema productivo domina la ganadería extensiva a pesar de las consecuencias ambientales y sociales que conlleva.

Según el modelo que se desarrolló en este estudio (pagina 148), en las épocas de aguas altas se inunda una gran porción de la región noreste del municipio. Según la normatividad sobre el recurso hídrico en el país, dichas zonas de transición son tierras estatales y existen regulaciones para protegerlas, por tanto prohíben su intervención, pero en la práctica esto no se cumple ni hay autoridad ni los medios para que se haga cumplir.

A nivel biofísico, el territorio cuenta con una limitante que es el pulso hidrológico, el cual juega un papel positivo y negativo, ya que aporta nutrientes y desencadena una serie de transformaciones muy importantes en los ecosistemas que de él dependen, pero por otro lado, genera una incertidumbre muy grande entre los agricultores en cuanto a la decisión del momento para sembrar y las consecuencias económicas que trae una equivocación en la época y magnitud de las inundaciones. Además existen imprevistos

de origen natural y antrópico como son los picos de crecientes y la irresponsabilidad en las obras civiles.

En la Figura 99 se muestra la zona que se inunda por dicho ciclo, sobre el mapa de coberturas actuales del suelo según este estudio, tanto en período de estío y máxima contracción de los cuerpos de agua, como en el momento de máxima expansión de las aguas en el período de lluvias, tomando como base la siguiente cartografía: el mapa de detalle elaborado a partir de las fotografías aéreas de 2007; el mapa elaborado a partir de la clasificación de la imagen satelital de Landsat de 2010; finalmente el mapa con los usos del POT del municipio que cubren toda la extensión.

Para dimensionar las áreas inundadas en casos excepcionales, también se muestra el escenario de aguas altas, y sumado a ello la inundación que produjo el río Cauca en 2010 por rompimiento del dique.

En teoría, las tierras de la zona de transición acuático-terrestre, es decir, que están sometidas a anegación temporal producto del pulso hidrológico, son las que deberían poder usar los campesinos para cultivos y otros usos potenciales, pero que en la realidad han sido privatizadas mediante secamientos con diques, cercados o por el llamado ejercicio de la tradición de uso o “derecho”. Gran parte son utilizadas en la ganadería transhumante por los grandes hacendados.

Para un mejor detalle, se muestra en la Figura 129, ANEXO VIII, para las tres escalas de estudio, el contraste entre las aguas bajas y las aguas altas.

Entre las aguas altas examinado y las aguas bajas del período hidrológico, queda una región que como se ha dicho, puede ser usada potencialmente para algunas actividades económicas productivas como cultivos de corto plazo o construcción de estanques para piscicultura.

Para determinar esas áreas, se procedió a restar las capas de cobertura en aguas altas de la capa de aguas bajas y se halló el siguiente resultado que se muestra en la Figura 100, en donde las áreas rojas representan la zona de transición acuático - terrestre.

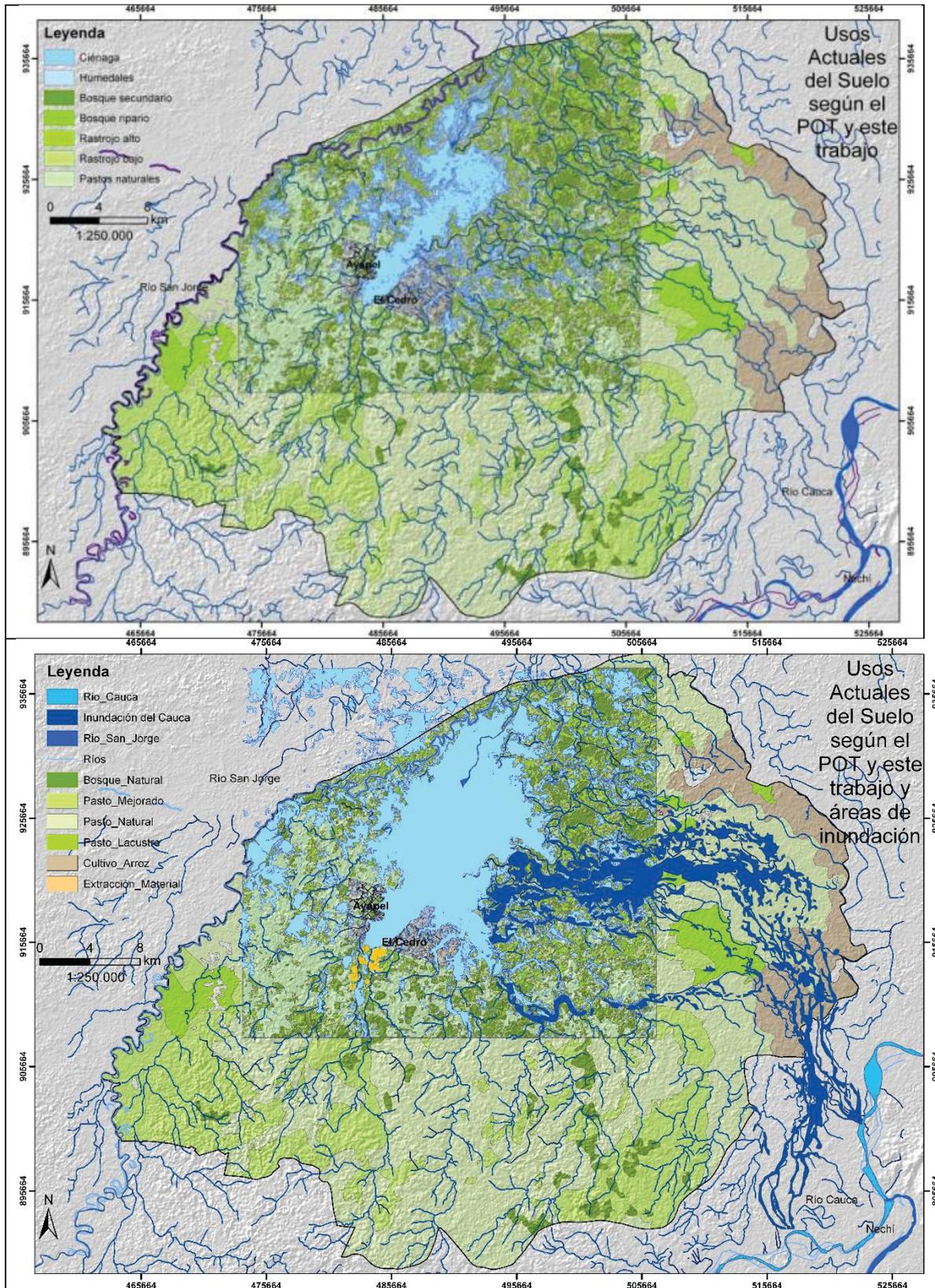


Figura 99. Zonas que se inundan durante las aguas altas del ciclo hidrológico arriba a la derecha, comparadas con el momento cuando hay máxima contracción de los cuerpos de agua arriba a la izquierda. Abajo, el efecto combinado de inundación cíclica y el evento de falla del dique del río Cauca. En la actualidad los suelos son usados para cultivos como el arroz y pastos mejorados para la ganadería. El resto está cubierto por pastos lacustres, es decir una combinación de pastos naturales y rastrojos adaptados a la alta humedad. Fuente: adaptado de (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002), imagen Landsat de 2010 y modelo hidrológico de elaboración propia.

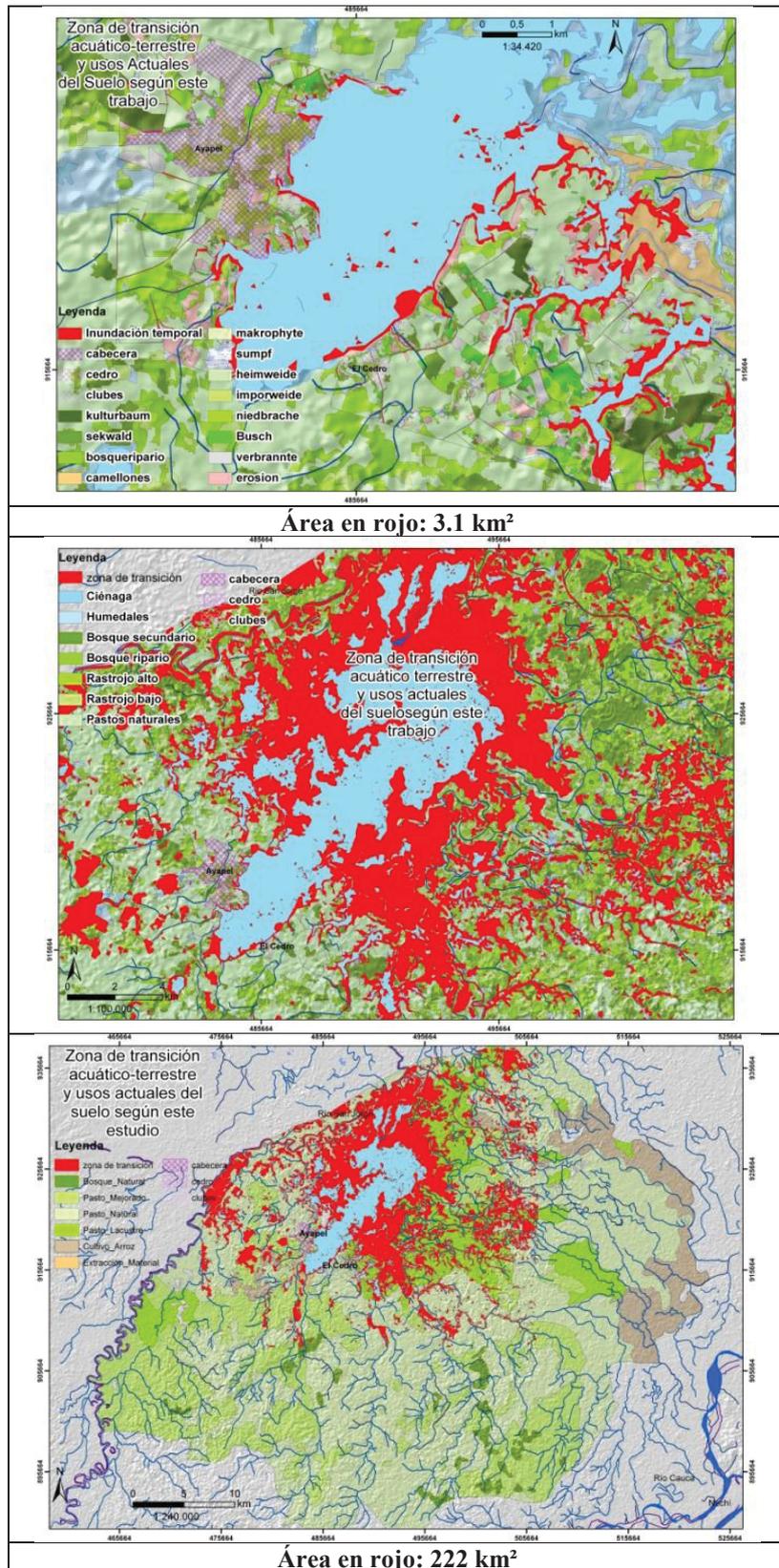


Figura 100. Áreas que se inundan y se secan en el período hidrológico y que ofrecen tanto restricciones como oportunidades para ciertos usos productivos económicamente.

En la primera imagen, las zonas que se anegan en aguas altas pertenecen en su mayoría a porciones de “clubes” y haciendas, es decir, propiedad privada. Por lo que su uso para otros fines resulta difícil. Debido a que son tierras cercanas a la cabecera municipal y

además cuentan con aproximación a la ciénaga, su precio es relativamente mayor. Para las otras dos imágenes, en una escala más pequeña, faltaría añadir criterios de propiedad del suelo para establecer su potencial utilidad.

La determinación de estas áreas que se inundan periódicamente también puede servir como ayuda en la identificación de las viviendas que están situadas en zonas de inundación y que por tanto conduzcan a tomar medidas como reubicación o cambio del tipo de construcción de una casa en suelo a una en palafito.

Ahora, vale la pena evaluar los usos actuales con respecto a los usos recomendados por el IGAC, que fueron deducidos a partir del estudio y zonificación de tierras (IGAC, 2009). Dichos mapas se presenta la Figura 102 en donde se muestra en primer lugar, los conflictos que se detectan en el área de estudio fotointerpretada con las fotografías aéreas de 2007. Luego, se pasa a las coberturas determinadas a partir de la imagen satelital de Landsat de 2010. Finalmente, se utilizan las seis categorías de las coberturas actuales -tres de pastos (mejorados, naturales y lacustres), bosque natural, cultivo de arroz y una explotación de material importante al sur de la ciénaga que se seleccionaron en el POT del municipio de Ayapel. Se recuerdan las cinco zonas de vocación del suelo que usó el IGAC, ya desarrolladas en la página 89:

1. Cultivos transitorios intensivos = CTI
2. Pastoreo extensivo = PEX
3. Pastoreo semi intensivo = PSI
4. Agrosilvopastoril = ASP y
5. Silvopastoril = SPA

En la Figura 130 del ANEXO VIII, hay que tener en cuenta que las diferencias de escala en los dos mapas, no permite profundizar mucho en los análisis, pues es evidente que la información del IGAC es demasiado generalizada para el nivel de detalle que produjo esta investigación mediante las fotografías aéreas digitales y aún, con el uso de la imagen satelital, que solamente tiene una resolución de 30 m x 30 m de pixel.

En las imágenes de escala más pequeña, cualquier deducción es difícil por las diferencias de escala que existen. A pesar de ello, se pueden inferir algunos aspectos importantes:

En la imagen superior, la mayor parte de los suelos están catalogados para el uso Silvopastoril (SPA) y en algunas pequeñas zonas se recomienda Pastoril semi-intensivo (PSI) y Pastoreo extensivo (PEX) en una pequeña porción en la que se interpretó que hay camellones zenúes. Frente al uso actual, hay una diversidad muy grande y de pequeñas áreas que en general no presentan conflicto, salvo porque estén erosionadas.

En la imagen central, es aún más complicado pues la diversidad de coberturas actual es alta predominando los pastos naturales en las antiguas terrazas lacustres y fluviales. En esas zonas hay coincidencia con el uso recomendado Silvopastoril (SPA). En las zonas cercanas a caños y quebradas la recomendación es Pastoril semi-intensivo pero en las coberturas actuales predominan pequeños parches de bosque y rastrojos. Al norte, en la zona más baja del municipio, se recomienda un Pastoreo extensivo (PEX), pero allí precisamente la miscelánea de coberturas es muy grande con combinaciones de pastos naturales, rastrojos y manchas de bosques.

En la imagen inferior es en donde mejor se acopla la información, pues los usos y coberturas a escala municipal que determinó el POT, están ajustados a la escala con los

usos recomendados en escala más pequeña, por el IGAC. Se logra visualizar que algunos usos coinciden como es el caso de los Cultivos transitorios intensivos (CTI) en los sitios donde se reporta que hay cultivos de arroz. En otros con la misma recomendación se hallan pastos. Se detectan conflictos de uso en zonas en donde se recomiendan actividades Silvopastoriles (SPA) pero lo que existe actualmente son pastos. Igual sucede para el caso de uso Agro-silvo-pastoril (ASP). Para tratar de dar una secuencia a este análisis, se proseguirá con la escala municipal de información, es decir, con la información provista por el POT y el IGAC.

El escenario resultante se ve en forma más clara en la siguiente Figura 101, en donde se presentan dichas combinaciones de coberturas y zonas aptas. Bajo la situación actual, se puede decir que los usos y zonas aptas adecuadas aparecen en conjugaciones como las siguientes:

- Bosque Natural: en zonas aptas para actividades Agrosilvopastoriles (ASP) y Silvopastoriles (SPA).
- Pasto Lacustre: para Pastoreo Extensivo PEX, pero como ya se mencionó, puede soportar actividades agrícolas temporales de los campesinos sin propiedad del suelo.
- Pasto Mejorado: para Pastoreo Extensivo y Semi-intensivo PEX y PSI.
- Pasto Natural: para Pastoreo Extensivo PEX. Es posible el Semi-intensivo PSI con una adecuada rotación en los potreros.
- Cultivo de arroz: en zonas aptas para Cultivos Transitorios Intensivos CTI y en Agrosilvopastoril ASP.

En la Tabla 31 se presentan en una matriz las combinaciones resultantes y una valoración sobre la pertinencia de dicha cobertura, para las limitantes que tiene el suelo, con tres calificaciones: adecuada (1), factible con adecuaciones del suelo (2), inadecuada (3).

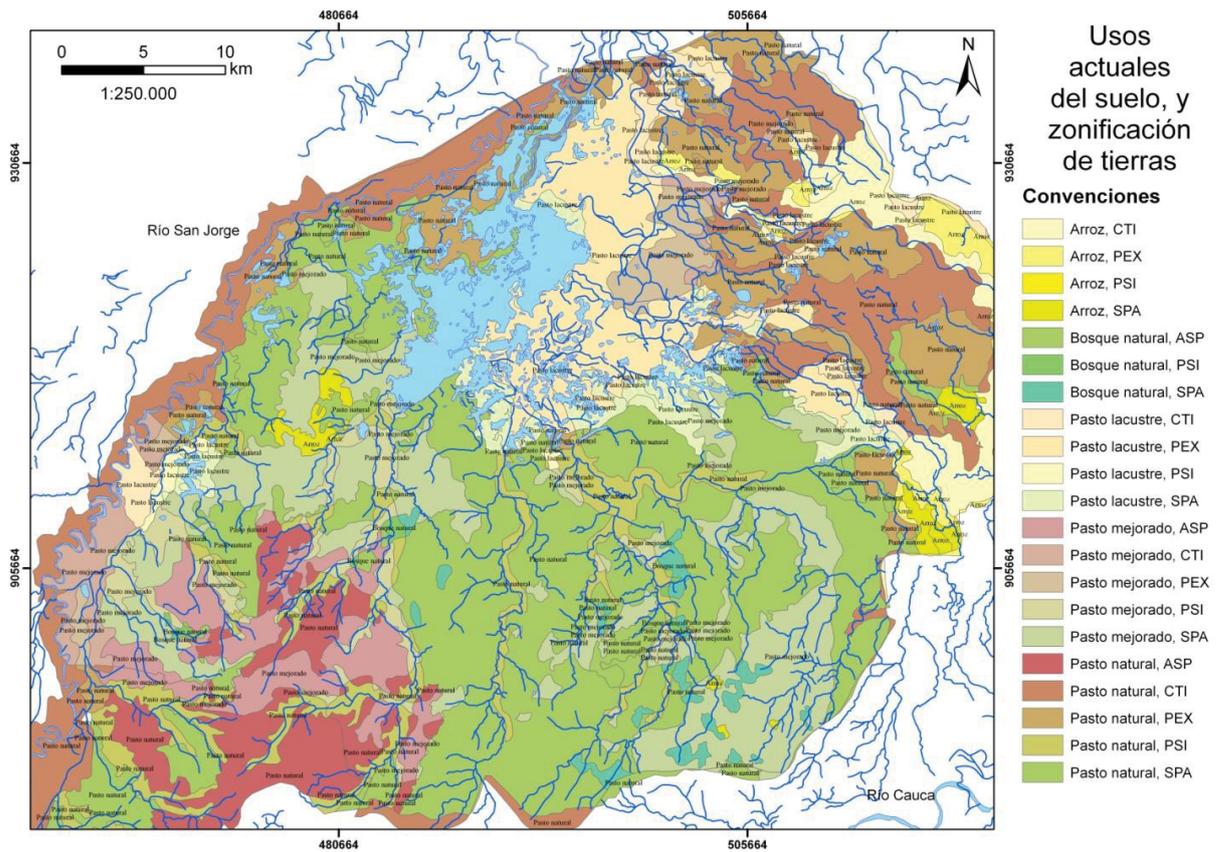


Figura 101. Zonas resultantes de la combinación del patrón de coberturas actual y las zonas de tierras según su aptitud, para deducir los conflictos de uso que se presentan, dadas unas características del suelo existentes. Fuente: elaboración y análisis espacial propios a partir de mapas de coberturas de (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002) y zonificación de tierras de (IGAC, 2009).

Adecuada significa que la cobertura concuerda con la asignada en la zonificación del IGAC o que se refiere a Bosque Natural, cobertura a la que se le asigna la calificación de 1 en todos los casos en que aparezca.

Factible se refiere a un uso que si bien está dentro del recomendado en la zonificación, no debe ser el que predomine. También puede ser un uso preferible a que predomine sobre otros, como es el caso del arroz, el cual puede ser conveniente como actividad económica por encima de los pastos.

Inadecuada significa que la cobertura dominante no concuerda con el uso que debería tener el suelo y que al parecer se ha hecho con grandes inversiones y a costa de talar el bosque.

Tabla 31. Combinaciones resultantes entre las coberturas predominantes y la zonificación organizadas en una matriz. La calificación que se ha asignado es: adecuada, factible e inadecuada, para los valores 1, 2, 3 respectivamente.

	ASP	SPA	CTI	PSI	PEX
<b>Bosque Natural</b>	1	1	1	1	1
<b>Pasto lacustre</b>	2	2	3	2	1
<b>Pasto mejorado</b>	3	3	1	1	1
<b>Pasto natural</b>	3	2	3	1	1
<b>Arroz</b>	2	3	1	1	1

Según la anterior matriz de calificación, resulta el mapa de áreas de la siguiente Figura 102, en donde se muestra en tres categorías –adecuada, inadecuada y factible, cada una de las coberturas actualmente existentes.

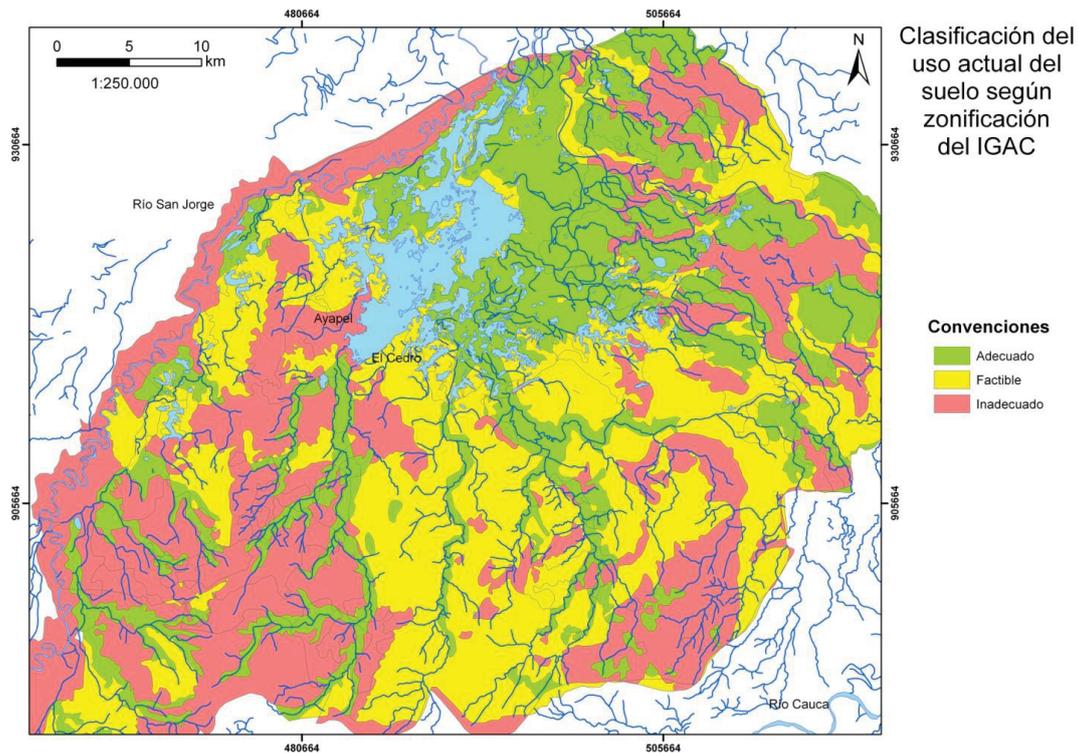


Figura 102. Mapa de afinidad de la cobertura y uso del suelo con respecto a la zonificación del IGAC. Relativamente las áreas ocupadas son del 27, 35 y 37% para los usos que concuerdan, tienen leve conflicto y alto conflicto con la aptitud, respectivamente. Fuente: elaboración propia a partir de información del POT del municipio y del estudio de suelos del IGAC.

El resultado es de todas formas un acercamiento bastante grueso a las condiciones reales pues en una escala mayor lo que predomina es una miscelánea de coberturas de pequeña área. De todas formas, como resultado, tiene valor para ser usado en planes de ordenamiento territorial y de desarrollo económico del municipio. Se requiere además, para sitios específicos en donde se quiera adelantar proyectos, bien sea productivos o de restauración, hacer los estudios de topográficos, suelos e hidrológicos necesarios para no perder las inversiones.

## CONCLUSIONES

Los resultados muestran que el territorio de Ayapel ha sufrido grandes cambios desde que existen los relatos de la época de la colonia. A nivel biofísico, el principal cambio que se observa es el de la casi extinción de los bosques naturales y el aumento de las tierras dedicadas a pastos.

La disminución (Figura 60) de los espejos de agua es otra variación visible y soportada por relatos de los pobladores, aunque el surgimiento y la acreción de una barra de sedimento en el Caño Grande, propició que la Ciénaga almacenara más agua que lo normal y por lo tanto no se seque hasta el punto de casi permitir la comunicación por tierra entre sectores ribereños opuestos del oriente y el occidente.

A pesar de que no es visible en el paisaje, la disminución drástica de la pesca está directamente relacionada con la sobre-explotación y las artes de pesca que utiliza la población de pescadores por un lado, y por el otro con la deforestación de la vegetación arbórea ribereña que daba protección a los peces, especialmente a los juveniles.

Agentes exógenos afectan sobre todo últimamente a la región de Ayapel como en el caso de la minería de oro en las cuencas afluentes a la ciénaga y los desbordamientos del río Cauca que pasa muy crecido en época de lluvias en la cuenca alta y rompe el dique en la llanura aluvial, causando cuantiosas pérdidas económicas y afectando negativamente a la población rural. Sin embargo, se espera en el futuro próximo un cambio, aún impredecible en magnitud, debido a la construcción de la represa de Hidroituango cerca a la salida del Río Cauca de la cordillera, y para lo cual será de gran utilidad para poder comparar los escenarios, este complejo análisis y la documentación acá presentada.

El modelo económico de la región, plasmado en un feudalismo tardío con grandes latifundios dedicados a la ganadería extensiva, sumado al hecho de que como herencia de la colonización en la región quedó establecido un control externo y extraño, produjo la sabanización de la región y desempleo en la población, por ser una actividad que demanda poca mano de obra. Además, la lucha de intereses económicos y políticos ha propiciado la aparición de hechos violentos en la zona como lo reportan las noticias de la región y los testimonios de los pobladores.

El cultivo de plantas ilícitas y la producción de alcaloides han puesto un ingrediente negativo adicional a la problemática de la región en la que se aprovecha el aislamiento geográfico y la escasa presencia de las autoridades y del gobierno.

Los momentos en que las demandas de sorgo y arroz fueron altas, el municipio disfrutó de una época de bonanza y relativa prosperidad, pero con las importaciones, apertura de mercados y altos costos de los insumos y los créditos, los precios se fueron a pique y obligaron a los cultivadores a renunciar a la agricultura. Este sector ha sido fuertemente golpeado en los últimos años porque además de este aspecto, las inundaciones impredecibles eventos naturales catastróficas han afectado la producción y causado pérdidas enormes.

A pesar del contraste social que representa la existencia de casas suntuosas en un territorio con población tan pobre, los llamados “clubes” han significado para muchas familias, la oportunidad de ingresos dentro de un sistema económico con pocas alternativas de empleo.

Existen algunas posibilidades de emprender proyectos productivos exitosos que generen oportunidades de empleo en la población. De hecho, actividades como las que desarrolla

Corpoayapel enfocadas en las madres cabeza de familia, como por ejemplo con la enseñanza de la panadería, han tenido un impacto positivo, ya que empodera a las mujeres de la región, quienes pasan a ocupar un rol importante en la sociedad y tener la oportunidad de administrar la economía de los hogares y a tomar decisiones. Indudablemente se requiere un cambio de mentalidad y de actitud para lograr un cambio generalizado, y esto sólo se logrará a través de la educación y la generación de empleo.

Por lo visto, la actitud de la población no ha variado mucho desde los primeros relatos que se tienen y que muestran a personas con mucho arraigo en sus creencias, con una idiosincrasia atada a un esquema de producción de subsistencia y una cultura de la asistencialidad en la cual la población espera que sus problemas se arreglen por acción del Estado sin tomar ningún tipo de iniciativa por parte propia. Cuando las políticas lograron penetrar a la población, buscando una mayor explotación de los recursos para salir de la pobreza como fue el caso de aumentar el volumen de pesca con la introducción de nuevas artes de pesca, el resultado fue negativo, pues agotó los ecosistemas y generó una cultura extractiva sin límites.

La mezcla de varias culturas que se presentó en la región -indígenas, negros, europeos, sirio-libaneses, mestizos antioqueños-, establecida en un tiempo en donde se pasó de una bonanza agropecuaria a una total crisis productiva por los altos costos de producción y los bajos precios que imponen los productos importados, y a un espacio que requiere de un gran conocimiento para el manejo del pulso hidrológico y la preservación del precario equilibrio natural, se encargó de darle la forma al paisaje, con grandes desequilibrios, tal cual se ve hoy en día.

Existen mecanismos para revertir la situación y atenuar las inequidades, pero no existe voluntad y fuerza política para hacerlo y los intereses que hay detrás para evitar un cambio en el *statu quo* son enormes, con el agravante de que los medios de que se valen son totalmente violentos y no existe una fuerza del estado capaz de anular esas demostraciones.

En La Mojana tuvo asiento una de las culturas precolombinas más importantes de Colombia, los Zenúes, quienes, se presume, pudieron concentrar una gran población debido a su organización social y a la práctica del cultivo en terrazas o camellones, haciendo un uso eficiente del agua en los diferentes períodos hidrológicos de la región. Pero es también allí en esa zona, en donde se ve expresada en forma más ejemplar y anacrónica, una de las herencias más negativas de la cultura traída por los españoles: La Hacienda, grandes extensiones de tierras improductivas o con irrisorias densidades de producción pecuaria de una cabeza por hectárea, que pertenecen a unas pocas personas, la mayoría ausentistas, poco interesadas en el desarrollo de la región.

Para estudiar la dinámica y los cambios en el paisaje, se cuenta en la actualidad con herramientas tecnológicas como los sensores remotos, entendidos ellos como las fotografías aéreas con cámaras análogas y recientemente las digitales con mayores prestaciones tecnológicas, junto con las imágenes de satélite, los cuales tienen un amplio uso actual en diversos campos. Sus capacidades, la definición espacial y temporal de la información que otorgan, aunado a los desarrollos en informática que han tenido los programas de procesamiento y análisis de las imágenes y los sistemas de información geográfica -SIG, los convierten en apoyo infaltable de los proyectos de investigación sobre Ecología del Paisaje o que tengan componentes geográficos físicos y sociales.

Cuando se cuenta con imágenes de diferentes épocas de una misma zona se posibilita ver y evaluar/distinguir los cambios del paisaje y llevar a cabo los análisis de las causas

y posibles efectos hasta un nivel de resolución que depende de las imágenes disponibles. Haciendo uso de otras fuentes de información secundaria es posible establecer las relaciones de factores de diferente orden y determinar la magnitud de su participación, lo cual es muy importante cuando se trata de un medio en el que hay un control de la información algunas veces con intereses corruptos.

Dentro de dicha información de interés para estudiar la dinámica del paisaje están los aspectos climáticos que predominan en la zona de La Mojana. En el caso de este estudio, está el efecto del clima en la hidrología, la presencia del pulso de inundación y su efecto en las tierras bajas. A este comportamiento periódico e episódico, están sometidas las actividades antrópicas de la región, la forma de vida y la manera como se utiliza el territorio para las actividades productivas. También ha influido en las obras civiles que oficial y particularmente han emprendido los habitantes para ganarle terreno a la inundación. La intensidad con que se presentan los inviernos en el interior del país también repercute en la región por las crecientes que manifiestan los ríos que la circundan, lo que significa inundaciones para la región con sus consecuencias en la productividad económica y en el bienestar de las personas.

En la hidrología de la región se reconocen ciclos con picos en su comportamiento, relacionados algunos con la presencia de los llamados fenómenos del niño y la niña sin embarco, sin una indicación segura de pronóstico. Esto ha repercutido negativamente causando pérdidas en las cosechas, la ganadería y bienes muebles e inmuebles, sin importar las obras que se hayan construido para evitar las inundaciones. Las personas de escasos recursos también se ven afectadas porque se restringen las posibilidades de espacio para asentar sus viviendas (las zonas comunales o playones son cada vez menores), pierden sus pequeños cultivos de pancoger y las vías de comunicación se vuelven intransitables.

Ante las condiciones de mala calidad del agua, surge una oportunidad a partir de la hidrología de la región (ver 3.4.5) que consistiría en una propuesta de almacenar el agua lluvia colectada de los techos de las casas y bodegas. Así se supliría de un recurso que está afectado tanto las aguas superficiales por el mercurio y otros agentes químicos y biológicos, como en las aguas subterráneas que han estado sufriendo un deterioro progresivo por la cantidad de pozos perforados y las escasas medidas de aislamiento y estanquidad con que se construyen.

La metodología utilizada en este trabajo permitió obtener los resultados esperados. Se pudo analizar la dinámica del paisaje entre 1954 y 2007 con una imagen intermedia en 1985 e imágenes satelitales de LANDSAT sensor TM.

La complementación de diferentes tipos de información fue adecuada para los propósitos. La combinación de tecnologías y recursos requirió de arduos procesos y varios intentos por diferentes métodos, hasta que se lograron los resultados satisfactorios.

La combinación de una geografía física y una geografía económico-social sobre la base de una investigación de largo plazo que comprendió estudios ecobiológicos y limnológicos de la U. de A. así como de levantamientos de campo y datos del POT y del IGAC, fue afortunada para dar explicación de los fenómenos y comprender la problemática que existe en la región.

Transformarse es una característica inherente al paisaje, consecuencia de procesos naturales de diferente escala y magnitud y por la acción del hombre que con el desarrollo tecnológico y el crecimiento poblacional ha adquirido una capacidad enorme

de modificación. La intervención humana a escala planetaria ya ha alcanzado grandes reservas naturales que se consideraban intocables y herencia para las generaciones futuras. En Colombia este proceso ha sido motivado no sólo por el motor del desarrollo económico que demanda recursos naturales sino también por las condiciones de desigualdad social imperantes, el limitado acceso a la tierra que ha existido desde tiempos históricos y que en la actualidad alcanza magnitudes escandalosas, que abocan a las poblaciones menos favorecidas a explotar los recursos como único medio de subsistencia.

La existencia de algunos fenómenos sociales y políticos particulares que se presentan en Colombia como la violencia partidista y otras formas mutantes de violencia, la ausencia de una política agraria y de tenencia del suelo, los cultivos ilícitos, la aparición de grupos armados como la guerrilla, el paramilitarismo y las bandas delincuenciales, el desplazamiento de la población hacia las ciudades y el crecimiento desbordado de éstas, la corrupción y el desgobierno, el fracaso de la justicia, la postura sumisa de los gobernantes ante intereses mercantilistas extranjeros, son aspectos fundamentales para que se den las desigualdades sociales existentes y predomine la descomposición general de la sociedad, pero también se convierten en grandes obstáculos para pensar en un futuro mejor en el mediano plazo.

Esta constelación de insucesos agudiza además las condiciones de extrema pobreza e indefensión de gran parte de la población, quienes ante la falta de oportunidades y en muchos casos la expulsión de sus tierras, se ven forzados a ejercer presión a los ya diezmados recursos naturales, bien sea que éstos se encuentren en zonas ya antropizadas o en estado prístino, dentro de reservas o en parques naturales.

Un modelo de sistema productivo y las políticas de un gobierno aceleran o retrasan los procesos de deforestación y hacen adecuado o perjudicial el uso del suelo y de los recursos. Los efectos de los cambios de cobertura y del paisaje los reciben todos los componentes del ecosistema incluido el hombre. En Colombia como consecuencia de los cambios negativos y la degradación de la tierra, puede percibirse en muchas regiones una disminución de la diversidad biológica, infertilidad y subutilización de los suelos y pobreza de los pueblos.

Estas condiciones expulsan a los campesinos de las zonas rurales y los desplaza hacia las capitales aumentando los índices de población urbana del país y la miseria de las ciudades. Resultan particularmente precarias las condiciones de quienes permanecen en el campo arrinconados por los diferentes bandos en conflicto, sin infraestructura para comercializar los productos, sometidos a precios escandalosos cobrados por los intermediarios, lo que conduce a que los relictos de bosques y cuerpos de agua como los humedales sean sus únicas fuentes de supervivencia y por ende, a que estén sujetos a fuertes modificaciones. El otro camino es el de la ilegalidad, unirse a grupos armados o cultivar marihuana, amapola o coca para recibir mejores precios que los que reciben por cultivos tradicionales.

Los humedales prestan grandes servicios ambientales. Son ecosistemas frágiles que se sitúan en diferentes tipos de paisaje en el mundo. En Colombia la mayoría son importantes cuerpos de agua dulce. La zona que más humedales comprende es la conocida con el nombre de La Mojana, en el norte del país. Alguna vez fuente de grandes recursos naturales, ahora son paisajes degradados y simplificados al orden de sabanas por la expansión de las haciendas ganaderas y la explotación irracional de sus riquezas, las cuales, aún hoy en día, son exprimidas con menores rendimientos, por la población más necesitada.

Debido a que la ganadería se impuso como sistema productivo frente a la agricultura (principalmente de arroz y maíz) en La Mojana, se fueron desecando poco a poco los humedales, sedimentando los caños, taponando aquellos que se conectaban al Cauca, se construyeron algunas vías sobre llenos y jarillones que a su vez servían para controlar las aguas, de tal forma que el transporte fluvial disminuyó significativamente, la región se fragmentó y se generaron haciendas-islas lo que hizo que ante las crecientes del Cauca, las zonas no aisladas sufrieran en forma más aguda las inundaciones (DNP-FAO, proyecto marginal Cauca, 2002, p. 4-6).

Desde el punto de vista geográfico y ambiental, el complejo cenagoso de Ayapel, reviste gran una importancia por cumplir una función de amortiguamiento de las crecientes de los ríos Cauca y San Jorge. En el período de lluvias, cuando dichos ríos se desbordan, aportan agua a la Ciénaga y a su sistema de humedales, que ven aumentados sus niveles y sustentan la aparición de fenómenos biológicos asociados a este período. En época seca, las aguas fluyen de nuevo hacia los ríos, transfiriendo gran cantidad de materiales e información y contribuyendo a la continuidad de los procesos de producción biológica en otras zonas.

Una visión actual del uso del suelo y las diferentes coberturas vegetales muestran el efecto del conflicto con la naturaleza. Imperan primordialmente extensas sabanas y muy pocos asentamientos humanos. Las manchas de bosque son más pequeñas y el espejo del agua ha variado por los llenos de suelo que han hecho los propietarios de las haciendas y por la sedimentación de procedencia exógena. Los nichos de las especies que habitaban la región se han reducido drásticamente y es posible que hoy ya no se encuentren algunas de ellas, principalmente de aves y mamíferos. Entre las especies vegetales que antes tenían una presencia notable en la zona y de las que ahora quedan sólo relictos están el llamado “mangle dulce” (*Symmeria paniculata*, familia *Polygonaceae*), reducido por su uso, en particular para la producción de carbón vegetal y en la construcción de cambuches. Junto con otras especies vegetales de valor ambiental, crece aún hoy esporádicamente en las orillas de caños, quebradas y de la ciénaga ofreciendo condiciones adecuadas para la reproducción de los peces y el desarrollo de los alevinos y como refugio cuando éstos ya han madurado.

La deforestación, los vertimientos de residuos de grandes poblaciones, de industrias y proyectos mineros en el interior del país, han contribuido a que la escorrentía recogida en la zona andina por las grandes cuencas de los ríos Cauca y Magdalena acarree grandes cargas de sólidos y sustancias contaminantes hacia el plano de inundación, produciendo acreciones en la parte baja de la cuenca y aportes de sedimentos en los suelos que tardan varios años en ser mineralizados, dejando las tierras por largos períodos improductivas (Figura 51).

Otro impacto de origen exógeno aún no posible de valorar, es la construcción de obras de infraestructura como carreteras y diques, el dragado de ríos, o que pueden truncar la dinámica hídrica de la zona, como es el caso del proyecto de embalse hidroeléctrico para el río Cauca, Hidroituango, que se construye en el momento y que cambiará por completo los ciclos naturales del pulso de inundación y regulará los caudales del río evitando probablemente los desbordes o rompimientos del dique.

En cuanto a lo social, también existen factores externos que afectan a la zona, como el conflicto armado que se da entre las fuerzas del estado, los paramilitares, la guerrilla, el narcotráfico y la delincuencia común, quienes pelean por el control de los corredores importantes para el comercio de drogas y armas, entre la región de Urabá, la costa y el interior del país. Aún no es previsible cuales serán las consecuencias del reciente

acuerdo de paz entre el gobierno y la guerrilla sobre la interrelacionada estructura de Ayapel.

Por otra parte, las políticas económicas de los gobernantes del país afectan gravemente las actividades productivas estableciendo unas condiciones de competencia para las cuales no está preparada la región y que han desestimulado la inversión en la agricultura mientras que han estimulado la ganadería extensiva como única posibilidad flexible y rentable para los dueños de fincas y haciendas. De esta forma se cambia una actividad productiva como la agricultura, que produce mano de obra para la población, por una como la ganadería, que requiere muy pocos trabajadores.

En síntesis, se han mostrado unos hechos históricos y su trazado en el territorio del municipio de Ayapel, que han producido un modelado en el paisaje, que está directamente asociado y acorde con las características de las estructuras en que se sustenta la sociedad que lo habita. Sin embargo existen algunos aspectos ecosistémicos que por lo menos ayudarían a amortiguar la palpable situación actual y que se discutirán en el siguiente capítulo.

## RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se derivan de este trabajo se pueden agrupar según las categorías propuestas en el mismo. Se van a proponer a continuación según la secuencia narrativa del documento. En cuanto al aspecto biogeográfico, cabe destacar en primer lugar, las restricciones de uso del suelo que se presentan en el municipio en las zonas con drenaje deficitario y aquellas que por las características de los suelos pobres en nutrientes o con altos contenidos de hierro y aluminio por procesos periódicos de inundación y sequía que los han laterizado, como bien lo explica WEISCHET (1977), no cumplen ninguna función potencialmente productiva sin que haya necesidad de grandes inversiones. En este caso se recomienda destinar estos suelos a procesos de restauración o de recuperación de la vegetación. En todo caso evitar su completa erosión. Por otro lado, la destrucción de los bosques de la sabana húmeda tropical constituye en un agravante ya que desaparece la manera natural de reponer al suelo la materia orgánica y nutrientes que se pierden. Según el mismo autor, en el trópico no son aplicables las mismas técnicas de aplicación de fertilizantes que se utilizan en zonas del subtrópico y zonas de latitudes altas.

Otro aspecto que tiene que ver con los suelos, y en este caso por las inundaciones ocasionales del río Cauca, es el aporte de sedimentos que posiblemente se encuentran altamente contaminados por las actividades mineras en el nordeste antioqueño y por las descargas de aguas residuales y residuos sólidos de asentamientos humanos. Manifiestan los agricultores que los terrenos afectados deben abandonarse por años hasta que el lodo se estabilice, sin contar con las concentraciones de mercurio y otros metales pesados que podrían estar quedando en la estructura del suelo.

El ciclo hidrológico es hoy visto de manera negativa por la población, no solo por los daños que puede producir la inundación sino también por el desconocimiento de un fenómeno natural que es propio de esta región y que ante la construcción de algunas obras civiles que pueden durar hasta una generación o más, hacen que la población pierda de vista su connotación. También hay desconocimiento de la historia de La Mojana y de los habitantes precolombinos quienes se adaptaron a los ciclos de inundación y sacaron provecho de ello. En este sentido, es recomendable ejercer acciones que permitan rescatar de manera demostrativa para el conocimiento general, el manejo hidráulico de los panzenúes.

En cuanto a las obras civiles que emprenden algunos finqueros y hacendados de la región bien sea para agrandar los terrenos para pastos o para controlar las aguas para riego o para drenar zonas, es recomendable que tengan un control de las autoridades y se hagan con estudios previos que determinen no solo la vulnerabilidad de las obras, sino también los impactos en la naturaleza. Las afectaciones que se observan en el terreno de algunas de estas obras son significativas aunque a veces no son inmediatas o palpables a simple vista.

El problema mayor en la actualidad es el aporte de sedimentos y contaminación por mercurio que está llegando al cuerpo de agua de la Ciénaga por acción de la minería de oro en las cuencas de las quebradas Quebradona, Escobillita y Escobilla. Es un problema complejo de resolver porque se hayan involucrados actores armados —delincuencia y guerrilla— que tienen un lucrativo negocio y que con base en las armas y las amenazas mantienen a las autoridades distantes de la situación. En este caso lo recomendable es que el gobierno nacional adopte medidas estructurales de orden nacional para resolver este problema que se replica en muchos otros municipios de Colombia.

En la región se presentan prácticas atávicas que son poco cuestionadas pero que con el aumento de la población y la presión que se ejerce a los ecosistemas, resultan hoy en día anacrónicas y merecen una total reevaluación. Es el caso de las quemadas de las sabanas con el fin de capturar tortugas. Resulta increíble que aún se puedan capturar ejemplares cuando las especies han sido cazadas de una manera intensa y sin tregua. La recomendación en este caso es a través de la educación de la población se haga un despertar de su sensibilidad hacia estos temas ambientales que se hacen extensivos a otras prácticas económicas y culturales: la pesca sin control ni respeto de los ciclos de reproducción y desarrollo de las especies, la caza de especies en vías de extinción y en listas rojas con peligro de desaparición, muchas veces hecha sin ningún motivo más que el de matar al ejemplar, como es el caso del que hemos sido testigos de muerte de manatíes.

Otra de esas prácticas que debe ser regulada y lograda mediante acuerdos comunales, es la ganadería transhumante, para la cual se recomienda restringir sus espacios de tal forma que la población de escasos recursos también vea en esas zonas de transición acuático-terrestre, oportunidades para prácticas agrícolas. Además se nota en la región que nunca se ha intentado la alimentación del ganado con ensilajes de pastos o de productos que se podrían sembrar ampliamente en la región con este fin y que ya antes han tenido algún éxito relativo como el sorgo y el maíz. Esto aumentaría la producción pecuaria y beneficiaría a la población ya que disminuirían los conflictos y se generaría empleo.

Existen varios mitos acerca de la región:

- Que tiene suelos fértiles. En general no es así, y ya lo expone WEISCHET (1977) en donde destaca el hecho de que los suelos tropicales por la abundancia de lluvias y radiación solar como también por la deforestación de sus selvas, quedan en un estado muy frágil y de baja productividad, diferente a lo que ocurre en latitudes templadas, y es por ello se deben atender de manera estricta las recomendaciones que este estudio y otros anteriores han hecho acerca de las zonas que hay que proteger y cuales se pueden aprovechar económicamente.
- Que tiene una gran riqueza de especies y de biodiversidad. Es cierto pero va en franco deterioro. El daño que se ha hecho al ecosistema se refleja en la disminución de las especies e individuos de la fauna más prominente como son las aves y los mamíferos que antes se veían. Al respecto se vienen publicando inventarios, que son escasos para la región, y que se convierten en referentes (VELEZ, MONTOYA, AGUIRRE, & JORDAN, 2016) aunque tardíos, de las especies existentes. Es necesario y altamente recomendable, iniciar una restauración de los bosques riparios y de galería que han sucumbido ante la inundación prolongada de 2010 y por efectos de la tala para usos como leña y construcción de viviendas temporales.
- Que es un gran reservorio de agua dulce. Desde los repuntes del precio del oro ocurridos en los años 80 y más recientemente, el agua de la ciénaga se ha visto contaminada con altos niveles de mercurio. Se insiste en la solución de este problema pero además, es preocupante que se haya detectado que el agua proveniente de pozos del acuífero superficial esté contaminada por la manera anti-técnica que se están construyendo. Es necesario que se reglamente y vigilen estos procedimientos y concesiones que se otorguen para que el daño no sea mayor.
- Que la vocación de la región es eminentemente ganadera. En parte es cierto, pero esta actividad además ha hecho un daño ecológico importante al ser el

motor de la deforestación y el desecamiento de varios cuerpos de agua con el fin de expandir los terrenos para pasturas. Si a eso se suma que es una actividad que demanda poca mano de obra, se concluye que es una práctica con alto impacto negativo para la sociedad y que beneficia a muy pocos pobladores. Es recomendable mejorar la infraestructura, tanto física como administrativa del municipio de tal manera que se rompan las barreras y excusas que hoy impiden las inversiones en otros renglones productivos, y esto se puede lograr mediante nuevas formas de financiación como son las de Empresa-Estado y por concesiones, pero se requiere de la voluntad política y de los dueños del suelo.

- Que la ciénaga tiene una gran riqueza piscícola. Este, que es uno de los mitos más famosos, hoy en día es totalmente falso. El uso de artes de pesca totalmente diezmadores de la población íctica y la poca consideración con que se extrae el recurso, acabó con dicho paradigma y el pescador actual debe gastar mucho esfuerzo y recursos en las faenas de pesca que resultan en un muy escaso rendimiento basado en un bajo número de especies y de tallas pequeñas. Pero además, los intentos por repoblar la ciénaga han sido infructuosos y realizados sin ningún fundamento técnico ni científico. Hace falta nuevamente un proceso de restauración de la vegetación de borde que permita el desarrollo de las especies, y se recomienda que mediante la creación de asociaciones y agremiaciones, los pescadores se autorregulen y respeten los tiempos que demandan los ciclos naturales para usufructuar el recurso.

Desde una mirada académica e investigativa, las recomendaciones son las de continuar el trabajo de seguimiento de la dinámica del paisaje debido a lo crítico de la situación, en donde deberá haber un cambio de la cultura o sino, la pérdida de los ecosistemas será irreversible, complicando aún más las condiciones de la población en general.

Para el seguimiento, es primordial la adquisición de nuevas fotografías aéreas para establecer los nuevos cambios, preferiblemente abarcando una mayor porción del territorio. Así se aumentaría la resolución de la información para todo el municipio y las soluciones que se planteen podrán ser más puntuales.

Es importante la transferencia de la información a las comunidades para que ellas sean partícipes de los cambios que se deben hacer en la región, pues es precisamente la ignorancia y el desinterés lo que ha propiciado que ciertos actores políticos de la región se aprovechen en beneficio particular y accedan a los cargos de dirigencia con el único objetivo de usufructuar los dineros públicos mientras escasean las obras y acciones en pro del beneficio general.

Finalmente, sería muy recomendable lograr que la Ciénaga de Ayapel se convirtiera en un sitio estratégico de la convención RAMSAR para que se pudieran tomar medidas protectoras de este ecosistema, se presionara la desaparición de actividades que lo deterioran, se concientizara a la población del gran valor estratégico y ambiental que tiene y se creara una visión comunitaria de cómo aprovechar y mantener los recursos dentro de unas estructuras sociales y económicas más igualitarias.

De esta manera se da respuesta a los objetivos planteados desde el comienzo haciendo un análisis pormenorizado de los aspectos físicos (clima, topografía, hidrología) de que dispone la región, la cultura que sobre el territorio ha devenido, las variaciones del paisaje en las últimas décadas, las relaciones históricas en cuanto a la dinámica económica, las acciones gubernamentales y la lucha de la población por la supervivencia que dan como resultado un escenario, hoy en día, en donde no se han satisfecho las necesidades básicas de la población, no se ha creado la infraestructura

física y social que dé soporte a una comunidad empoderada, competitiva y dueña de su futuro. De esta forma el territorio, que posee características apropiadas para disponer sobre él coberturas y usos del suelo que a la vez que permiten la sostenibilidad ambiental podría albergar actividades económicas y sistemas productivos que mantengan en condiciones de bienestar a la población, se ve enfrentado a un menoscabo de su diversidad y abundancia biológica sin que ello haya significado el desarrollo de las comunidades allí asentadas.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGUILERA, M. (Octubre de 2004). La Mojana: riqueza natural y potencial económico. (CEER, Ed.) *Documentos de trabajo sobre economía regional*(48).
- AGUILERA, M. (Mayo de 2006). El canal del Dique y su subregión: una economía basada en la riqueza hídrica. *Documentos de trabajo sobre economía regional*.
- AGUILERA, M. (Junio de 2009). Ciénaga de Ayapel: riqueza en biodiversidad y recursos hídricos. (CEER, Ed.) *Documentos de trabajo sobre economía regional*(112).
- AGUILO-ALONSO, M., & al., e. (1998). *Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología*. Ministerio de Medio Ambiente de España.
- AGUIRRE, N., & al., e. (2005). *Análisis de la relación río-ciénaga y su efecto sobre la producción pesquera en el sistema cenagoso de Ayapel, Colombia*. GAIA, Universidad de Antioquia; PGRH, Universidad Nacional. Medellín: Colciencias.
- AGUIRRE, N., CAICEDO, O., & GONZALEZ, E. (2011). *Las plantas acuáticas del sistema cenagoso de Ayapel, Cordoba, Colombia*. Medellín: Universidad de Medellín.
- AHNERT, F. (1999). *Einführung in die Geomorphologie*. Stuttgart: UTB für Wissenschaft.
- ALBERTZ, J. (2009). *Einführung in die Fernerkundung*. Darmstadt: WBG.
- BARSCH, H. &. (1994). *Bewertung und Gestaltung der Naturnahen Landschaft in Schutzgebieten, Erholungs und Freizeitgebieten*. *Postdamer Geographische Forschungen* (Vol. 1). Postdam: Institut für Geographie und Geoökologie der Universität Postdam.
- BASTIAN, O. (2011). Exemplarische Verfahrensansätze der Landschaftsökologie zur Erfassung und Bewertung von Ökosystemdienstleistungen. *Internationale Naturschutzakademie. Ökosystemdienstleistungen von Wäldern*. Insel Vilm.
- BAUME, O., & al., e. (2005). Aktuelle landschaftsökologische Untersuchungen in der Provinz Ciudad de la Habana/Kuba. *Geo-Öko*, 26, 95-111.
- BENDIX, J., & LAUER, W. (1992). *Die Niederschlagsjahreszeiten in Ecuador und ihre Klimadynamische Interpretation*. (JSTOR, Ed.) Obtenido de [http://www.erdkunde.uni-bonn.de/download\\_unprotected/1992\\_46/EK\\_1992\\_46-2-04.pdf](http://www.erdkunde.uni-bonn.de/download_unprotected/1992_46/EK_1992_46-2-04.pdf)
- BOSQUE S., J. (2000). *Sistemas de Información Geográfica* (2. ed.). Madrid: RIALP, S.A.
- BRANDT, J. (2011). Landscape ecology and problems of European cultural landscapes. *GeoÖko*, 32, 5-20.
- BURKS-COPES, K. W. (2009). *A Bosque Riparian Community Index Model for the Middle Rio Grande, Albuquerque, New Mexico*. Environmental Laboratory, U.S. Army Corps of Engineers.
- BUSCHE, D., KEMPF, J., & STENGEL, I. (2005). Landschaftsformen der Erde. En *Bildatlas der Geomorphologie*. Darmstadt.
- CAMARGO, A. (junio de 2009). Una tierra bondadosa: progreso y recursos naturales en la region del rio San Jorge, siglo XX. *Historia Critica*(37).
- CAMARGO, A. (enero-abril de 2009). Una tierra bondadosa: progreso y recursos naturales en la región del río San Jorge, siglo XX. *Historia Crítica*, 37, 170-191. Recuperado el 17 de 07 de 2017, de <https://historiacritica.uniandes.edu.co/view.php/575/1.php>

- CHAPMAN, D. (1992). *Water Quality Assessments. A guide to the use of biota, sediments and water environmental monitoring*. (D. CHAPMAN, Ed.) London: Chapman & Hall.
- CHUVIECO, E. (1995). *Fundamentos de Teledetección* (2. ed.). Madrid: RIALP, S.A.
- CIA-UdeA, & CVS. (1990). *Estudio de Impacto Ambiental por Minería en la Ciénaga de Ayapel*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- COLE, G. (1988). *Manual de Limnología*. Uruguay: Hemisferio Sur.
- CUSHMAN, S., & MCGARIGAL, K. (2002). Hierarchical, Multi-scale decomposition of species-environment relationships. *Landscape Ecology*, 637-646.
- CUSHMAN, S., & MCGARIGAL, K. (2003). Landscape-level patterns of avian diversity in the Oregon coast range. *Ecological Monographs*, 73(2), 259-281.
- CUSHMAN, S., & MCGARIGAL, K. (2004). Hierarchical analysis of forest bird species-environment relationships in the Oregon coast range. *Ecological applications*, 14(4), 1090-1105.
- CUSHMAN, S., MCGARIGAL, K., & NEEL, M. (2008). Parsimony in landscape metrics: strength, universality and consistency. (S. Direct, Ed.) *Ecological Indicators*, 8, 691-703.
- DANE. (1983). *Colombia estadística*. Bogotá: Ministerio de Desarrollo y Vivienda.
- DANE. (1986). *XV Censo nacional de población y IV de vivienda*. Bogotá: Ministerio de Desarrollo y Vivienda.
- DANE. (2010). *Censo general 2005 Ayapel, Córdoba*. Boletín, Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, Demografía, Bogotá.
- DAVID, D., AGUIRRE, N., GONZÁLEZ, E., & VÉLEZ, F. (2016). *Mamíferos asociados al sistema cenagoso de Ayapel y su relación con las poblaciones humanas, Córdoba, Colombia*. Medellín: Imprenta U. de A.
- DE BY, R. (2001). *Principles of Geographic Information Systems*. Enschede: ITC.
- DENEVAN, W. (1962). Informe preliminar sobre la geografía de los Llanos de Mojos, noreste de Bolivia. *Boletín de la Sociedad Geográfica e Histórica*(47), págs. 91-113.
- DIENST, M., SCHMIEDER, K., & OSTENDORP, W. (2004). Dynamik der Schilfröhrichte am Bodensee unter dem Einfluss von Wasserstandsvariationen. *Limnologica*, 34, 29-36.
- DNP, & CVS. (1989). *Estudio manejo integral cienaga de Ayapel* (Vol. I y II). Montería.
- DNP-FAO-DDT. (2002). *Informe final de consultoría Programa de Desarrollo Sostenible de La Mojana*. proyecto marginal del río Cauca, programa de transporte terrestre y fluvial proyecto dique marginal del río Cauca, Bogotá.
- DNP-FAO-DDT. (2003). *Programa de desarrollo sostenible de la región de La Mojana*.
- DNP-PNUD-DPAD. (2008). *Plan de acciones regionales prioritarias para el desarrollo sustentable de La Mojana*.
- DUARTE, B. (2005). *Análisis comparado de las dinámicas hídricas de la cuenca baja del río Sinu con los cambios de coberturas en el complejo de la Ciénaga Grande de Lorica*. Trabajo para optar al título de Ecología, Pontificia Universidad Javeriana, Ecología, Bogotá.

- ECOESTUDIOS. (1989). *Estudio manejo integral Ciénaga de Ayapel*. Montería: CVS.
- ENDLICHER, W. (1991). *Klima, Wasserhaushalt, Vegetation*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- ENGELDINGER, S., & JORDAN, E. (2003). Das Ökosystem der Mangrove Ecuadors und Perus unter besonderer Berücksichtigung anthropogener Einflüsse. *Geo-Öko*, 24, 271-309.
- ERASMI, S., & al., e. (2009). Interannual variability of the normalized difference vegetation index over Northeast Brazil and its relation to rainfall and El Niño Southern Oscillation. *Geo-Öko*, 30, 185-206.
- ERICKSON, C. (1980). Sistemas agrícolas prehispanicos en los llanos de Mojos. *America indigena*, 11(4).
- FALS BORDA, O. (1988). *La insurgencia de las provincias*. Bogotá: Siglo XXI.
- FALS BORDA, O. (1996). *Region e historia*. Bogotá: Tercer Mundo.
- FALS BORDA, O. (1998). *Guía práctica del ordenamiento territorial en Colombia: contribución para la solución de conflictos*. Asamblea permanente de la sociedad civil por la paz, Bogotá.
- FALS BORDA, O. (2002). *Resistencia en el San Jorge*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- FLOREZ, A. (2003). *Colombia: evolución de sus relieves y modelados* (1 ed.). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- FOCHLER-HAUKE, G. (1962). *Allgemeine Geographie*. Fischer Bücherei.
- FONTANA, V., & al., e. (2013). Comparing land-use alternatives: Using the ecosystem services concept to define a multi-criteria decision analysis. *Ecological Economics*, 93, 128–136.
- FORMAN, R., & GODRON, M. (1981). Patches and structural components of a Landscape Ecology. *BioScience*, 31(10), 733-740.
- FORMAN, R., & GODRON, M. (1986). *Landscape Ecology*. New York: John Wiley & Sons.
- FRANCO, A. (2011). *Diseño e implementación de un modelo conceptual para la gestión integral del agua y los usos del suelo en la región de La Mojana*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Ordenamiento territorial.
- GALLO, L., AGUIRRE, N., PALACIO, J., & RAMIREZ, J. (Diciembre de 2009). Zooplancton (rotífera y microcrustacea) y su relación con los cambios del nivel del agua en la ciénaga de Ayapel, Córdoba, Colombia. *Caldasia*, 31(2), págs. 327-341.
- GALLUSSER, W. A. (1981). Die Landschaftsdynamik aus Humangeographischer Sicht. (H. B. Dietrich Barsch, Ed.) *Landschaft und Mensch*, págs. 279-290.
- GARNER, H. (1974). *The origin of landscapes. A synthesis of Geomorphology*. New York: Oxford University Press.
- GUHL, E. (1991). *Las fronteras políticas y los límites naturales* (1 ed.). Bogotá: Fondo FEN.
- HAGGET, P. (1994). *Geografía, una síntesis moderna*. Barcelona: Omega.

- HANAGARTH, W., & SARMIENTO, J. (1990). Reporte preliminar sobre la geoecología de la Sabana de Espiritu y sus alrededores (Ilanos de Moxos, departamento del Beni, Bolivia). *Ecología en Bolivia*, 16, 47-75.
- HENDL, M., & LIEDTKE, H. (1997). *Lehrbuch der allgemeinen physischen Geographie*. Gotha.
- HENRY, J. G., & HEINKE, G. W. (1999). *Environmental Science and Engineering*. Prentice Hall.
- HERNANDEZ, E., AGUIRRE, N., & GONZALEZ, E. (2011). *La vida microscópica en la cienaga de Ayapel: el fitoplancton*. Medellín: Universidad de Medellín.
- HERNÁNDEZ, E., AGUIRRE, N., PALACIO, J., RAMÍREZ, J. J., DUQUE, S., GUISANDE, C., & ARANGUREN, N. M. (2013). Evaluación comparativa de algunas características limnológicas de seis ambientes leníticos de Colombia. *Revista Facultad de Ingeniería*, 69, 216-228.
- HERRERA, L. F., & BERRIO, J. C. (Junio de 1998). Vegetación natural y acción atropica de los últimos 1000 años en el sistema prehispánico de canales artificiales del caño Carate en San Marcos, Sucre, Colombia. *Corpoica*, 2(2).
- HUTCHINSON, G. E. (1967). *A treatise on Limnology*. New York: John Wiley & Sons.
- IDEAM. (2001). *El medio ambiente en Colombia* (2 ed.). Bogotá: Imprenta Nacional.
- IDEAM. (2008). *Informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables en Colombia*. Bogotá: Imprenta Nacional.
- IDEAM. (2010). *Estudio Nacional del Agua*. Bogotá: IDEAM.
- IGAC. (1973). Estudio general de suelos para fines agrícolas de los municipios de Ayapel, Planeta Rica y Pueblo Nuevo. 9(4).
- IGAC. (1986). Estudio general de suelos de los municipios de Ayapel, Planeta Rica y Pueblo Nuevo.
- IGAC. (2009). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras departamento de Córdoba*. Bogotá.
- INCORA; MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. (1987). Colonización en Colombia. En INCORA (Ed.), *Seminario sobre Colonización*. Paipa.
- INGEOMINAS. (2004). *Mapa hidrogeológico de Córdoba escala 1:25000*. Bogotá.
- INGEOMINAS. (2005). *Chronostratigraphic correlation charts of Colombia*. Ingeominas, Geología, Bogotá.
- JENSEN, J. R. (2007). *Remote sensing of the environment* (2 ed.). N. J.: Prentice Hall.
- JIMENEZ, L., CARVAJAL, J., & AGUIRRE, N. (Enero-junio de 2010). Las ciénagas como hábitat para los peces: estudio de caso en la cienaga de Ayapel, Córdoba, Colombia. *Actualidades biológicas*, 32(92), págs. 53-64.
- JORDAN, C. (1969). Derivation of leaf area index from quality of light on the forest floor. *Ecology*(50), 663-666.
- JUNK, W. (1996). Ecology of floodplains - a challenge for tropical limnology. (F. S. Boland, Ed.) *Perspectives in tropical limnology*.
- JUNK, W. J., BAYLEY, P. B., & SPARKS, R. E. (1989). The flood pulse in river floodplain systems. *Canadian special publication Fish. Aquat. Sci.*, págs. 110-127.

- KANDUS, P., & QUINTANA, R. (2012). El proceso de sucesión primaria. Análisis de patrones de cambio mediante el uso de fotos aéreas y sistemas de información georreferenciada. *Ecología Ambiental*.
- KASSER, M., & EGELS, Y. (2002). *Digital Photogrammetry*. London: Taylor and Francis.
- KAUTH, R., & THOMAS, G. (1976). The Tasselled Cap, a graphic description of the spectral - temporal development of agriculture crops as seen by Landsat. En L. Symposia (Ed.), (pág. 159).
- KENT, M. (2009). Biogeography and landscape ecology: the way forward – gradients and graph theory. *Progress in Physical Geography*, 33(3), 424–436. doi:10.1177/0309133309338119.
- KLEE, O. (1991). *Angewandte Hydrobiologie*. Stuttgart: Beorg Thieme.
- KRAUS, K. (2004). *Photogrammetrie*. Berlin: Walter de Gruyter.
- KUGLER, H., SCHWAB, M., & BILLWITZ, K. (1988). *Allgemeine Geologie, Geomorphologie und Bodengeographie*.
- LAUER, W., & BENDIX, J. (2006). *Klimatologie*. Braunschweig: Westermann.
- LAUSCH, A. (2001). Assessment of landscape pattern and landscape functions by application of GIS and Remote Sensing. *Transactions on Ecology and the Environment*, 46, 367-376.
- LAUTENSACH, H. (1953). Der geographische Formenwandel. Studien zur Landschaftssystematik. En *Colloquium Geographicum* (Vol. Bd. 3). Bonn.
- LENZ, R. ..., & STARY, R. (1995). Landscape diversity and land use planning: a case study in Bavaria. *Landscape and Urban Planning*, 31, 387-398.
- LESER, H., HASS, H.-D., MOSIMANN, T., & PAESLER, R. (1995). *Wörterbuch der Allgemeinen Geographie* (Vol. I & II). Diercke DTV-Westermann.
- LIANG, S. (2009). *Advances in Land Remote Sensing*. Maryland: Springer.
- LIEDTKE, H., & MARCINEK, J. (2002). *Physische Geographie Deutschlands* (3. Auflage ed.). Stuttgart/Gotha.
- LIENERT, J., M., D., & SCHMID, B. (2002). Effects of habitat fragmentation on population structure and fitness components of the wetland specialist *Swertia perennis* L. (Gentianaceae). *Basic and Applied Ecology*, 3, 101-114.
- LINDER, W. (2009). *Digital Photogrammetry -Theory and Applications* (3 ed.). Berlin.
- LINDER, W., JORDAN, E., & HILL, J. (1999). Der Einsatz der Fernerkundung: Luftbilder, digitale Daten. En H. ZEPP, & M. MÜLLER, *Landschaftsökologische Erfassungsstandards: ein Methodenbuch* (Vol. 244, págs. 329-361). Flensburg: Forschungen zur Deutschen Landeskunde.
- LOPEZ, O., & HERRERA, L. (2007). El fenómeno rural en Ayapel Cordoba. En S. ¿. hoy? (Ed.), *XII Congreso de Antropología*. Bogota.
- LOUIS, H., & FISCHER, K. (1979). *Allgemeine Geomorphologie*. Berlin.
- LYON, G., & McCARTHY, J. (1995). *Wetland and environmental applications of GIS*. Boca Raton: Lewis.
- MACHADO, A. (1998). *La cuestion agraria en Colombia a fines del milenio*. Bogota: El Ancora.

- MAIER, S., & al., e. (2001). Auswirkungen des Ablassens von Hochwasserrückhaltebecken auf deren Limnochemie und Phytoplankton-Biozönose. *Limnologica*, 31, 239-247.
- MALAGON, D. (1998). El problema de los suelos de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de las Ciencias*, XXII(82), 13-52.
- MANN, C. C. (2006). *1491: Una nueva historia de las Américas antes de Colón*. Madrid: Taurus.
- MANRIQUE, E. (1999). Índice de Vegetación Aplicación NDVI. *VIII Congreso Nacional de Teledetección*, 217-219.
- MARIN, C. M. (2012). *Dinámica trófica y productiva asociada a la ictiofauna en el SCA, Córdoba, Colombia*. Tesis doctoral, Universidad de Antioquia, Medellín.
- MARTINEZ-CORREAL, G. (1998). El ganado criollo romosinuano (romo). *Boletín de información sobre recursos genéticos animales*(24), 1-11.
- MAS, J.-F., & al., e. (2010). Una comparación de diferentes enfoques de modelación de cambios de cobertura/uso del suelo. *XIV Simposio Internacional SELPER*, (pág. CD). Guanajuato, México.
- MAS, J.-F., & FLAMENCO, A. (2011). Modelación de los cambios de coberturas/uso del suelo en una región tropical de México. *GeoTropico*, 5(1), 1-24.
- MASSIRIS, A. (1991). *Bases teórico metodológicas para estudios de ordenamiento territorial*. Bogotá: IGAC.
- MENESES-TOBAR, C. L. (Februar de 2011). NDVI as indicator of degradation. *Unasyva*(62), 39-46.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. (Octubre de 1951). Memoria al Congreso Nacional, agosto 1950. (Lumen, Ed.)
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. (2006). *Anuario estadístico del sector agropecuario y pesquero 2006*. Bogotá.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. (14 al 20 de agosto de 2008). Boletín 33. 4.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. (julio-septiembre de 2009 (1)). Sistema de información de pesca y acuicultura SIPA.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. (12 al 18 de noviembre de 2009 (2)). Boletín 46. (C. C. CCI, Ed.)
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. (11 al 17 de marzo de 2010). Boletín 11. (6).
- MINISTERIO DEL INTERIOR Y DE JUSTICIA. (2007). *Visita a la zona de La Mojana*. Minjusticia, Dirección de Atención y Prevención de Desastres. Bogotá: Minjusticia.
- MOLANO, A. (11 de Julio de 2009). Función social de la masacre. (E. Espectador, Ed.) *El Espectador*.
- MOLANO, A. (3 de Abril de 2011(a)). Zonas de Consolidación. *El Espectador*.
- MOLANO, A. (19 de junio de 2011(b)). Restitución de tierras públicas. *El Espectador*.
- MONTOYA, Y., & AGUIRRE, N. (2009). Estado del arte de la limnología de lagos de planos inundables (ciénagas) en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 32(92), 53-64.

- MONTOYA, Y., AGUIRRE, N., & GONZALEZ, E. M. (2011). El perifiton del sistema cenagoso de Ayapel, Cordoba, Colombia. *Universidad de Medellín*.
- MONTOYA, Y., AGUIRRE, N., & VELEZ-MACIAS, F. (1 de junio de 2011). Características morfológicas de un lago de plano inundable tropical -ciénaga Hoyo de los Bagres, Colombia. *Revista Facultad de Ingeniería*, 203-214.
- MOSIMANN, T. (2000). Angewandte Landschaftsökologie: der Weg von der Forshung in die Paxis. *Geographica Helvetica*, 55(3).
- MUNICIPIO DE AYAPEL. (2002). *Plan basico de ordenamiento territorial San Jeronimo de Ayapel 2002-2012* (Vols. I, II, III, IV y V). Municipio de Ayapel, Cordoba.
- NEEL, M., MCGARIGAL, K., & CUSHMAN, S. (2004). Behavior of class-level landscape metrics across gradients of class agregation and area. *Landscape Ecology*, 19, 435-455.
- NEIFF, J. J. (1990). Aspects of primary productivity in the lower Parana and paraguay riverine system. *Acta Limnologica*, 1(III), págs. 77-113.
- NEIFF, J. J. (1997(a)). El regimen de pulsos en rios y grandes humedales de Sudamerica. (A. I. MALVAREZ, & P. KANDUS, Edits.) *Temas sobre grandes humedales sudamericanos*, págs. 99-149.
- NEIFF, J. J. (1997(b)). Aspectos conceptuales para la evaluacion ambiental de tierras humedas continentales de America del Sur. *Anais do VIII seminario regional de ecologia. VIII*, págs. 1-16. Sao Carlos: Programa de Posgraduacao em ecologia e recursos naturais.
- NEIFF, J., IRIONDO, M. H., & CARIGNAN, Y. R. (1994). Large tropical south american wetlands: an overview. (G. G. LINK, & R. J. NAIMAN, Edits.) *The ecolology and management of aquatic-terrestrial ecotones*.
- OPS. (2005). Boletin No. 4. (C. R. Colombiana, Ed.)
- ORTIZ, C. (2002). *Intereraccion entre las funciones del medio rural y los conflictos en torno a los recursos naturales. El caso de la Mojana*. (<http://www.utexas.edu/cola/insts/llilas/content/claspoesp/PDF/workingpapers/ortizlamojana.pdf>, Ed.) Bogota: Pontificia Universidad Javeriana.
- ORTIZ, C. (s.f.). El conflicto ambiental en La Mojana.
- PALACIO, J., & al., e. (2007). *Plan de Manejo Ambiental del Complejo de humedales de Ayapel*. Universidad de Antioquia - CVS, Medellín.
- PALACIOS DE LA VEGA, J. (2010). Diario de viaje: entre los indios y negros de la provincia de Cartagena en el nuevo Reino de Granada. (O. MEDINA PEREZ, Ed.)
- PARSONS, J. J. (March de 1977). Geography as exploration and discovery. *Annals of the Association of American Geographers*, 67(1), págs. 1-16.
- PARSONS, J. J., & BOWEN, W. A. (1969). Ancient ridge fields of the San Jorge river floodpain, Colombia. *The Geographical Review*, 56(3), págs. 317-343.
- PAULEIT, S., & DUHME, F. (2000). Assessing the environmental performance of land cover types for urban planning. *Landscape and Urban Planning*, 52, 1-20.

- PEREZ, A., MAS, J. F., & LIGMANN, A. (2012). Comparing two approaches to land use/cover change modeling and their implications for the assessment of biodiversity loss in a deciduous tropical forest. *Environmental Modelling & Software*, 29, 11-23.
- PEREZ, J. (2001). *Apuntes de fotogrametría* (Vol. II y III). Merida: Universidad de Extremadura.
- PLAFKER, G. (1963). Observations on archaeological remains in northeastern Bolivia. *American antiquity*(28), págs. 372-378.
- PLANETAPAZ ONG. (2008). *Conversaciones sobre conflicto y paz. El problema de las tierras en Colombia*. Obtenido de <http://www.planetapaz.org>
- PLATA, E. (1997). *Fundamentos de cartografía en los recursos naturales*. Bogota: Universidad Santo Tomas.
- PLAZAS, C. (2006). Manejo prehispanico de la Depresion Momposina en Colombia. *Pasado y futuro del aprovechamiento de los humedales en Suramerica*. Bogota.
- PLAZAS, C., & FALCHETTI, A. (1993). *La sociedad hidraulica Zenu*. Bogota: Banco de la Republica.
- PLAZAS, C., & FALCHETTI, A. M. (1986). La cultura del oro y el agua. Un proyecto de reconstruccion. *Boletin cultural y bibliografico*, 23(6).
- PLAZAS, C., & FALCHETTI, A. (s.f.). *Una cultura anfibia: la sociedad hidraulica Zenu*. (B. L. Arango, Editor) Obtenido de <http://www.lablaa.org/blaavirtual/geografia>
- PONCE, R. (2004). *Assessing carbon stocks and modelling win-win scenarios of carbon sequestration through land-use changes*. Roma: FAO-ONU.
- POSADA, L., & RHENALS, R. (2004). *Controles fluviales del rio Cauca en la region de La Mojana*. Obtenido de <http://www.colombiassh.org/site/spip.php?rubrique21>
- REICHEL DOLMATOFF, G. (1960). The agricultural basis of the subandean chiefdoms of Colombia. En J. Wilbert (Ed.), *The evolution of horticultural systems in native South America, causes and consequences. A simposium* (págs. 83-100). Caracas: Sociedad de Ciencias Naturales, La Salle.
- REICHEL DOLMATOFF, G. (1977). Las bases agricolas del os cacicazgos subandinos de Colombia. (G. y. Dolmatoff, Ed.) *Estudios antropologicos*, págs. 23-48.
- REICHEL-DOLMATOFF, G., & R-D, A. (1974). Un sistema de agricultura prehistorica de los Llanos Orientales. *Revista Colombiana de Antropologia*(17), págs. 189-200.
- REICHEL-DOLMATOFF, G., & R-D., A. (1953). Divulgaciones etnologicas. (4).
- REYES, A. (2008). *Reconstruccion del estado de derecho en las regiones. El conflicto por el territorio*. Bogota: Friedrich Ebert Stiftung, GTZ.
- ROJAS, S. (2010). Analisis espacial y patrones de asentamiento en el bajo rio San Jorge (caribe colombiano). *Boletin de antropologia*, 24(41), págs. 283-305.
- ROJAS, S., & MONTEJO, F. (2006). Manejo del espacio y aprovechamiento de recursos en la Depresion Momposina. Bajo rio San Jorge. *Agricultura ancestral: camellones y albarradas. Contexto social, usos y retos del pasado y del presente*, pág. 361.
- ROLDAN, G., & RAMIREZ, J. J. (2008). *Fundamentos de limnologia neotropical* (2 ed.). Medellin: Universidad de Antioquia.

- SALVATIERRA, C. (1999). Analisis de la cobertura vegetal y el uso de la tierra con el uso de sensores remotos en La Mojana, Colombia. En F. d. Naturales (Ed.), *Simposio 35*. Thailand: Prince of Songka University.
- SANCHEZ, J. (2007). *Introduccion a la fotogrametria. Notas para el curso de Topografia*. ETSI.
- SANCHEZ-RODRIGUEZ, E., TORRES-CRESPO, M., PALACIOS-CARMONA, A., AGUILAR-ALBA, M., PINO-SERRATO, I., & GRANADO-RUIZ, L. (2000). Comparación del NDVI con el PVI y el SAVI como Indicadores para la Asignación de Modelos de Combustible para la Estimación del Riesgo de Incendios en Andalucía. (D. d. Alcalá, Ed.) *Tecnologías Geográficas para el Desarrollo Sostenible*, págs. 164-174.
- SCHÄFER, A. (1997). *Biogeographie der Binnengewässer*. Stuttgart: Teubner.
- SCHMIEDER, K., DIENST, M., & OSTENDORP, W. (2002). Auswirkungen des Extremhochwassers 1999 auf die Flächendynamik und Bestandstruktur der Uferöhrichte des Bodensees. *Limnologica*, 32, 131-146.
- SCHNEIDER-SLIWA, R., SCHAUB, D., & GEROLD, G. (. (1999). *Angewandte Landschaftsökologie: Grundlagen und Methoden*. Berlin - Heidelberg.: Springer.
- SCHRÖDER, H., & VILLWOCK, G. (1984). Fernerkundung arealer Verteilungsmuster un der Agrarlandschaft Methode zur physisch-geographischen Prozessanalyse. *Wissenschaftliche Mitteilungen*(11).
- SERRES, M. (2004). *El contrato natural*. Valencia: Pre-textos.
- SIOLI, H. (1975). Amazon Tributaries and Drainage Basins. En A. Hasler, *Coupling of Land and Water Systems* (págs. 199-213). Berlin: Springer-Verlag.
- SIOLI, H. (s.f.). *Amazonien: Grundlagen der Ökologie des größten tropischen Waldlandes*.
- SKIDMORE, A. (2003). *Environmental modelling with GIS and Remote Sensing*. New York: Taylor and Francis.
- STEINHARDT, U., & VOLK, M. (. (1999). *Regionalisierung in der Landschaftsökologie*. Stuttgart - Leipzig: B.G. Teubner.
- STEINHARDT, U., BLUMENSTEIN, O., & BARSCH, H. (2012). *Lehrbuch der Landschaftsökologie*. Heidelberg: Spektrum.
- STRAHLER, A., & STRAHLER, A. (1997). *Physical Geography. Science and systems of the human environment*. John Wiley & Sons.
- STRIFFLER, L. (s.f.). *El rio San Jorge*. Barranquilla: Gobernacion del Atlantico.
- TROLL, C. (1963). Karte der Jahreszeitenklimate der Erde. *Erdkunde*, 28, 5-28.
- TROLL, C. (1966). *Luftbildforschung und landeskundliche Forschung*. Wiesbaden: Franz Steiner.
- TURNER, M. G. (2005). Landscape ecology: What is the state of the science? *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 36, 319–344.
- TURNER, M. G., GARDNER, R. H., & O'NEILL, R. V. (2001). *Landscape ecology in theory and practice. Pattern and process*. Springer.

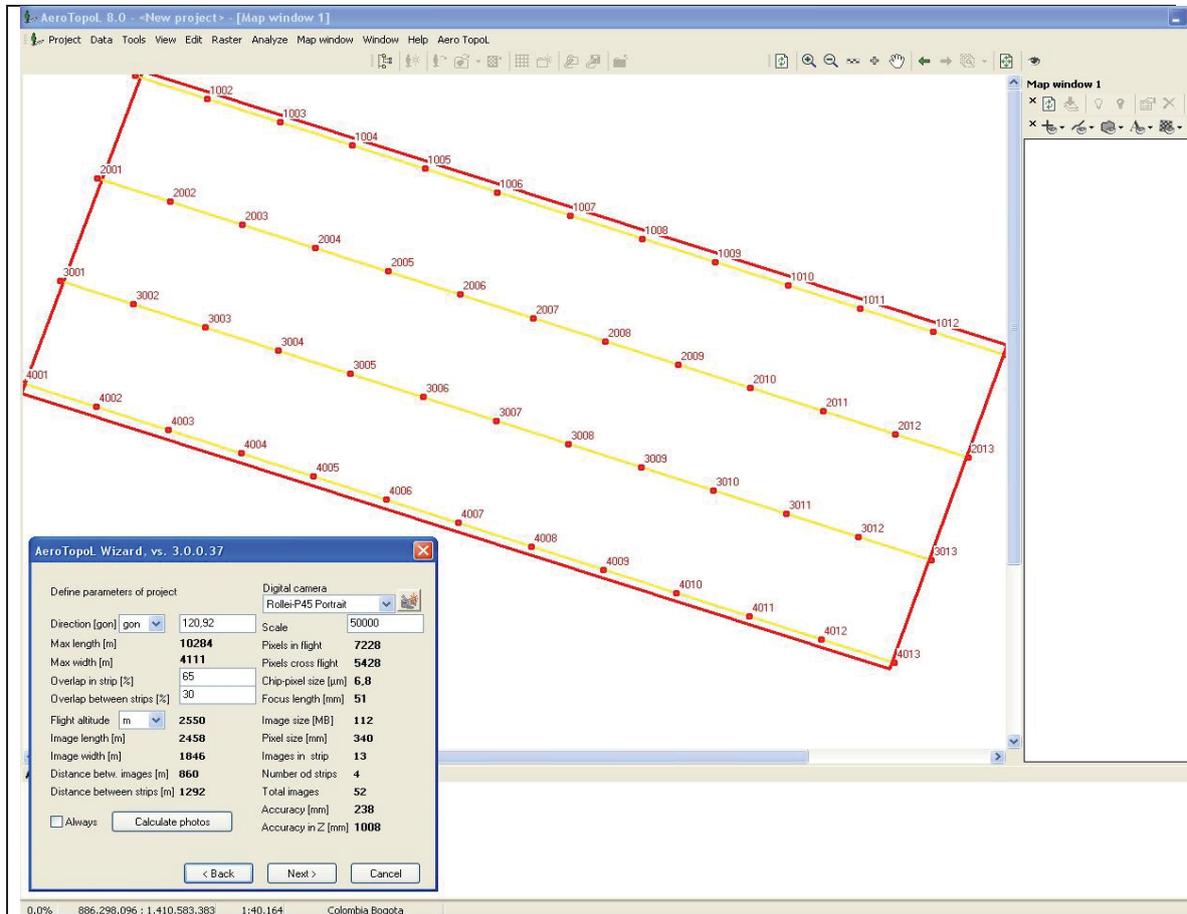
- UNIVERSIDAD DE CORDOBA; UASPNN. (2006). *Delimitacion de las unidades de paisaje y caracterizacion de los patrones de asentamientos humanos Parque Nacional Natural Paramillo*. Monteria.
- VALDEZ, F. (2006). Agricultura ancestral: camellones y albarradas. (F. VALDEZ, Ed.) *Contexto social, usos retos del pasado y del presente*, pág. 361.
- VAN DOORN, A., & PINTO-CORREIA, T. (2007). *Differences in land cover interpretation in landscapes rich in cover gradients: reflections based on the montado of South Portugal* (Vol. 70). *Agroforest Syst.* doi:10.1007/s10457-007-9055-8
- VASQUEZ, G., & al., e. (2013). *Análisis de la fragmentación de los bosques templados usando sensores remotos de media resolución espacial en Pueblo Nuevo, Durango* (Vol. VII). Medio Tenociencia Chihuahua.
- VELEZ, F., MONTOYA, Y., AGUIRRE, N., & JORDAN, E. (2016). Biological biodiversity in the Ayapel (Colombia) Floodplain System. *GeoÖko*, 37, 60-78.
- VILA, S., & al., e. (2006). *Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la Geografía* (Vol. 48). Barcelona: Documents d'Anàlisi Geogràfica.
- VILLABONA, S., AGUIRRE, N., & ESTRADA, A. (Junio de 2011). Influencia de las macrófitas sobre la estructura poblacional de rotíferos y microcrustáceos en un plano de inundación tropical. *Biología tropical*, 59(2), págs. 853-872.
- VILLABONA, S., ESTRADA, A., GONZALEZ, E., & AGUIRRE, N. (2010). *El zooplancton de la ciénaga de Ayapel y su papel en la ecología de este sistema*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- VILLOTA, H. (1991). *Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- WEISCHET, W. (1977). *Die ökologische Benachteiligung der Tropen*. Stuttgart: B. G. Teubner. doi:10.1007/978-3-322-94010-0
- WEISCHET, W. (1996). *Regionale Klimatologie*. Stuttgart: Teubner.
- WEISCHET, W. (2008). *Einführung in die Allgemeine Klimatologie*. Berlin - Stuttgart: Borntraeger Gebrueder.
- WELCOMME, R. (1992). *Pesca fluvial. FAO Documento tecnico de pesca* (Vol. 262). Roma: FAO.
- WILHELMY, H. (1958). *Umlaufseen und Dammuferseen tropischer Tieflandflüsse. Sonderdruck aus Zeitschrift für Geomorphologie* (Vol. 2). Berlin: Gebrüder Borntraeger.
- WILHELMY, H. (1972). Geomorphologie in Stichworten. En *Exogene Morphodynamik: Verwitterung, Abtragung, Tal- und Flächenbildung*. Unterägeri.
- WILHELMY, H. (1980). Geographische Forschungen in Südamerika. (P. D. Beck, Ed.) *Kleine geographische Schriften*, 1.
- WOITHON, A., & SCHMIEDE, K. (2004). *Bruthabitatmodellierung für den Drosselrohrsänger (Acrocephalus arundinaceus L.) als Bestandteil eines integrativen Managementsystems for Seeufer* (Vol. 34). (Elsevier, Ed.) *Limnologica*.

- YARLEQUE, C. P., POSADAS, D. A., & QUIROZ, R. (Septiembre de 2004). Procesamiento de Datos de NDVI para la obtención de precipitación de Lluvias en la Cuenca del Altiplano. (U. N. Callao, Ed.) *Centro Internacional de la Papa*.
- ZAPATA, J. (2005). *Dinamica hidrológica en la ciénaga de Ayapel. Modelación del balance hídrico y simulación hidrodinámica*. Universidad Nacional de Colombia, Escuela de Geociencias y Medio Ambiente. Medellín: Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.
- ZECH, W., & HINTERMEIER-ERHARD, G. (2002). *Böden der Welt ein Bildatlas*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- ZEPP, H. (2002). *Grundriß Allgemeine Geographie: Geomorphologie. Eine Einführung*. Paderborn: UTB.
- ZEPP, H. (2004). *Geomorphologie* (3 ed.). Paderborn: UTB.
- ZEPP, H., & MÜLLER, M. J. (1999). *Landschaftsökologische Erfassungsstandards*. Flensburg: Deutsche Akademie für Landeskunde.
- ZINCK, J. A. (2013). *Geopedology. Elements of geomorphology for soil and geohazard studies*. The Netherlands: ITC.
- ZONNEVELD, I. S. (1990). *Changing landscapes. An ecological perspective*. New York: Springer Verlag.

# ANEXOS

## ANEXO I. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Se presentan algunas figuras que contribuyen a la descripción y localización de los principales aspectos geográficos de la zona de estudio, así como a describir los métodos seguidos y procesos efectuados para su análisis.



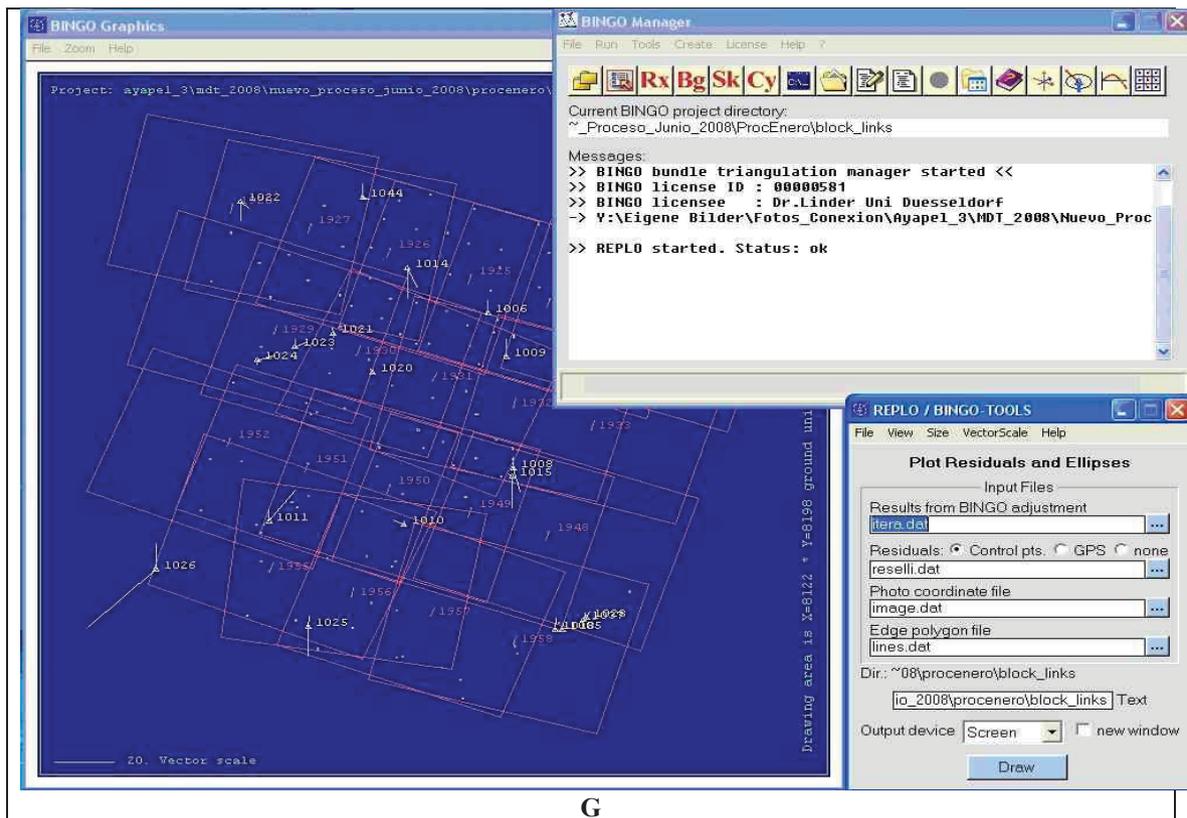
A

Projektmanager - [Arbeitsbuch]

Projekt Bearbeiten Berechnen Ansicht Tools Fenster Hilfe

	Punktnummer	Punktbeschreibung	Status	Breite	95% Feh.	Länge	95% Feh.	Orthom. H.	95% Feh.	fixed
1	MIRR	MI RANCHITO LOTE	„sgeglichen	8° 19' 6,69143" N	0,048	75° 08' 15,61107" W	0,050	22,913	0,064	
2	AERO	CERCA HANGAR	„sgeglichen	8° 19' 21,00512" N	0,065	75° 07' 44,63693" W	0,063	25,756	0,093	
3	MUEL	PLACA CVS	„sgeglichen	8° 18' 50,02718" N	0,046	75° 08' 9,34844" W	0,047	22,714	0,058	
4	BM--	IGAC	„sgeglichen	8° 17' 47,52190" N	0,000	75° 09' 29,13010" W	0,000	29,500	0,000	Hor/Ver

E



G

Figura 103. Ampliación de las figuras con texto de la figura Figura 104

Tabla 32. Programas de computador utilizados y su función dentro del proceso.

Programa	Función	Comentarios
Aerotopol	Preparar, planificar y controlar el vuelo	A partir de parámetros de coordenadas y de la cámara, genera el número de fotos, altura de vuelo, resolución entre otros datos
Mejoramiento de la precisión con Astech Solutions	Mediciones con GPS Thales Promark 2 y Mobilmapper min. 3 receptores Posprocesar los datos del GPS en modo DGPS (GPS diferencial)	Se alcanzaron precisiones del orden de centímetros
Capture One	Procesamiento de las fotos digitales en formato "raw"	Mejora los colores, contraste y otras características de las fotos
Imaconv	Generar piramidales de las fotografías	Software desarrollado en la HHUD
Imatie	Permite introducir puntos de control y de conexión en las imágenes	Software desarrollado en la HHUD
Bingo	Programa para aerotriangular	Permite establecer en un modelo matemático la posición de las imágenes en el momento de su captura calculando y corrigiendo los errores ópticos, los introducidos por el avión, y otros
LPS	Permite la generación automática de puntos de conexión, la generación del ortofotomapa y del modelo digital de elevación	Elabora la parte final del proceso con la obtención de los productos de la foto restitución

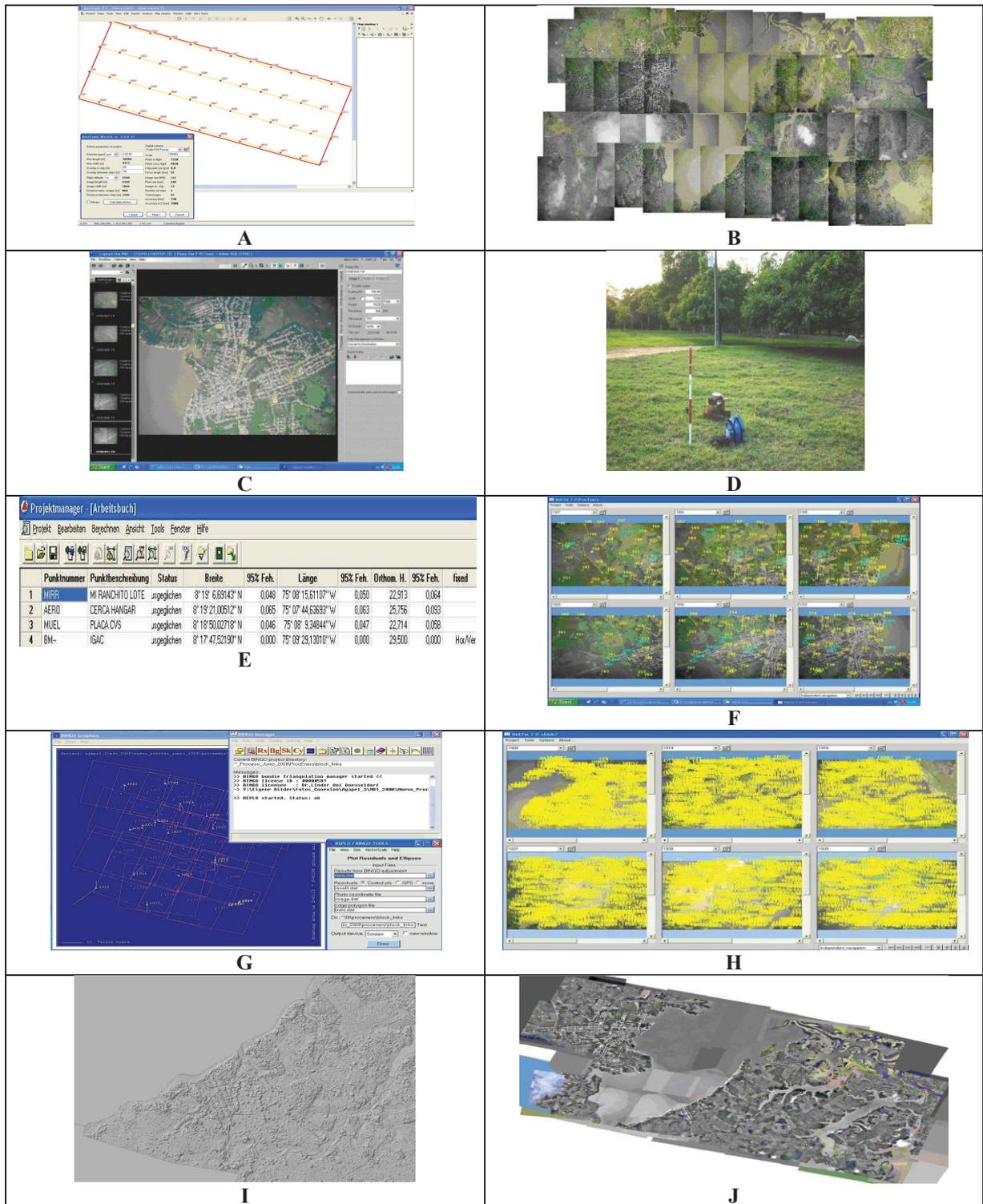


Figura 104. Imágenes de los pasos para el procesamiento de las fotos aéreas digitales: A) programación del vuelo en Aerotopol, B) montaje de las fotos en mosaico sin procesar, C) mejoramiento radiométrico de las imágenes en CaptureOne, D) obtención de puntos de control con GPS diferencial, E) posprocesamiento de las coordenadas en Astech Solution, F) asignación de puntos de control y de amarre con Imatier, G) proceso de aerotriangulación con Bingo, H) Paso intermedio entre LPS y Bingo con Imatier para aumentar la densidad de puntos de conexión y mejorar la aerotriangulación, I) y J) modelo digital de elevación y ortofotomapa con LPS. Ver ampliación de las imágenes con texto en la página 203.

Tabla 33. Material satelital de Landsat disponible para el análisis multitemporal. Fuente: elaboración propia.

MES	1973	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1996	1997	1998	1999
ENERO	1	1	2		2		1						
FEBRERO	1		1										
MARZO			1						2				
ABRIL													
MAYO						1						1	1
JUNIO						1	1						
JULIO				1			1	1		2			1
AGOSTO				1	1		1			2	1		1
SEPTIEMBRE				1									
OCTUBRE						1	2			1	1		
NOVIEMBRE				2									
DICIEMBRE		1		2		2							1
TOTAL	2	2	4	7	3	5	6	1	2	5	2	1	4

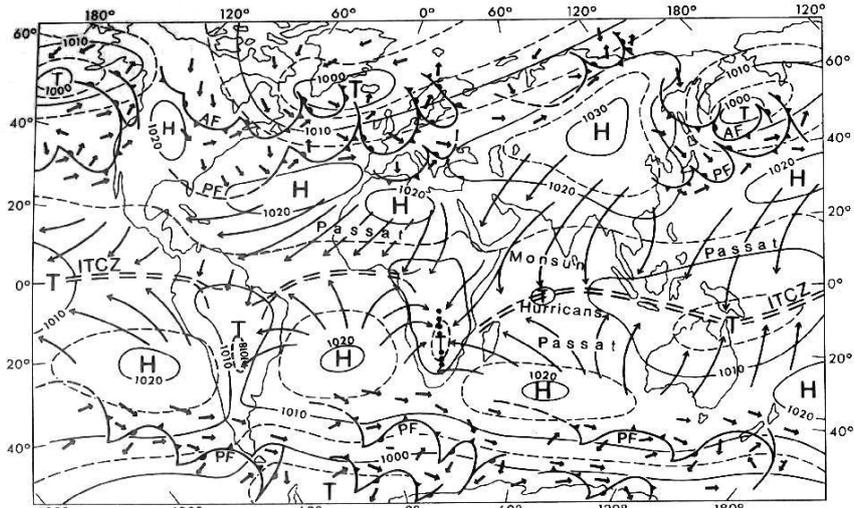
1954, 1985, 2007

: Jahre mit Luftbildern

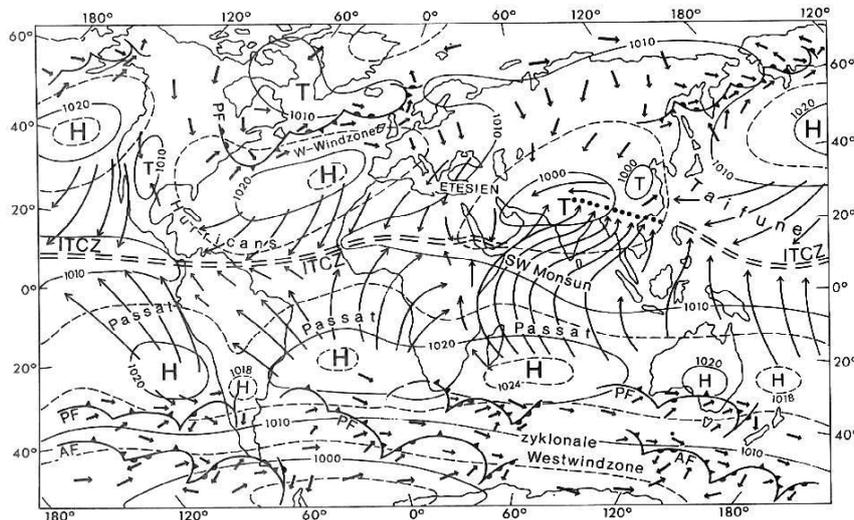
MES	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL
ENERO		1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	
FEBRERO		1	1	1	2			1	1			
MARZO			1	1	1	1	1		2			
ABRIL									1	1		
MAYO	1	1	1					2	1	1	2	
JUNIO	1		2		1			1				
JULIO	1	1	1		1	1	1			2		
AGOSTO			1		1	1	1		1	1		
SEPTIEMBRE							1	1	1			
OCTUBRE	1	1	1	1	1			2	1	2		
NOVIEMBRE				1		1		1	1	1		
DICIEMBRE			1		2	1	1	1		1		
TOTAL	4	5	10	5	10	7	6	9	10	10	3	123

Tabla 34. Coeficientes utilizados en la función *Tasseled Cap*. Fuente: (KAUTH & THOMAS, 1976).

	B1	B2	B3	B4	B5	B7
<b>Brillo</b>	0.3037	0.2793	0.4743	0.5585	0.5082	0.1863
<b>Verdor</b>	-0.2848	-0.2435	-0.5436	0.7243	0.0840	-0.1800
<b>Humedad</b>	0.1509	0.1973	0.3279	0.3406	-0.712	-0.4572



Luftdruckverteilung und Luftströmung im Mittel für die bodennahe Reibungszone im Januar (unter Verwendung der Karten von ESTIENNE et GODARD 1970, FLOHN 1960, BLÜTHGEN-WEISCHET 1980, SCHWERDTFEGER 1976, GRIFFITHS 1972, RAMAGE 1984 und NIEUWOLT 1981)



Mittlere Luftdruckverteilung und Luftströmung in der bodennahen Reibungszone im Juli (unter Verwendung der Karten von ESTIENNE et GODARD 1970, FLOHN 1960, BLÜTHGEN-WEISCHET 1980, SCHWERDTFEGER 1976, GRIFFITHS 1972, RAMAGE 1984 und NIEUWOLT 1981)

Figura 105. Situación de la ZCIT en enero –arriba–, y julio –abajo. Fuente: (WEISCHET, 2008).

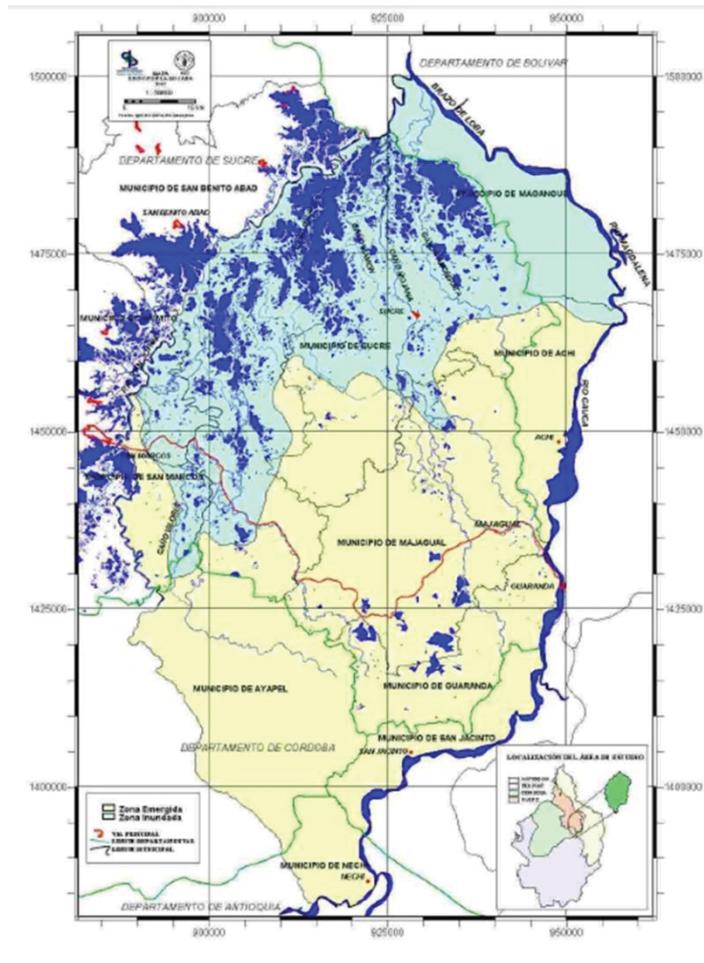


Figura 106. Región de La Mojana. Fuente: (DNP-FAO-DDT, 2002)

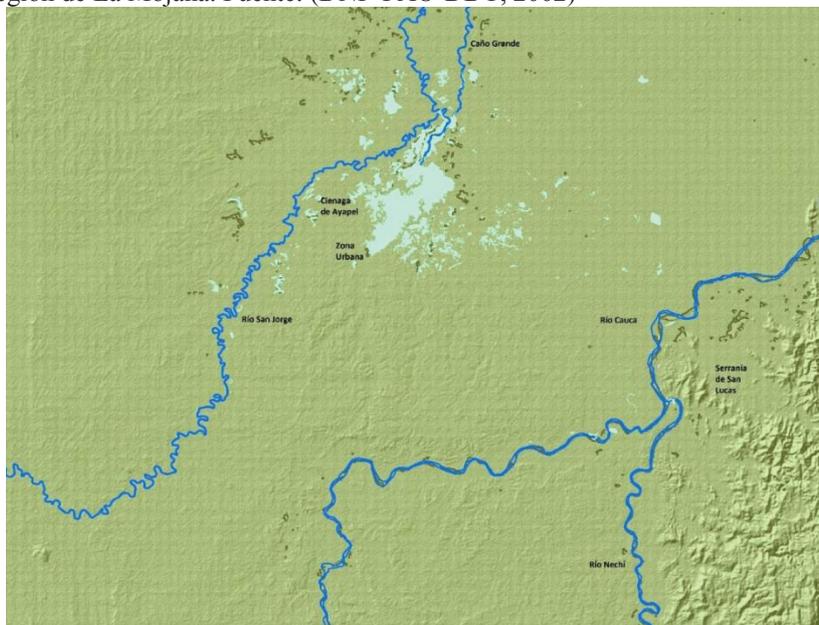
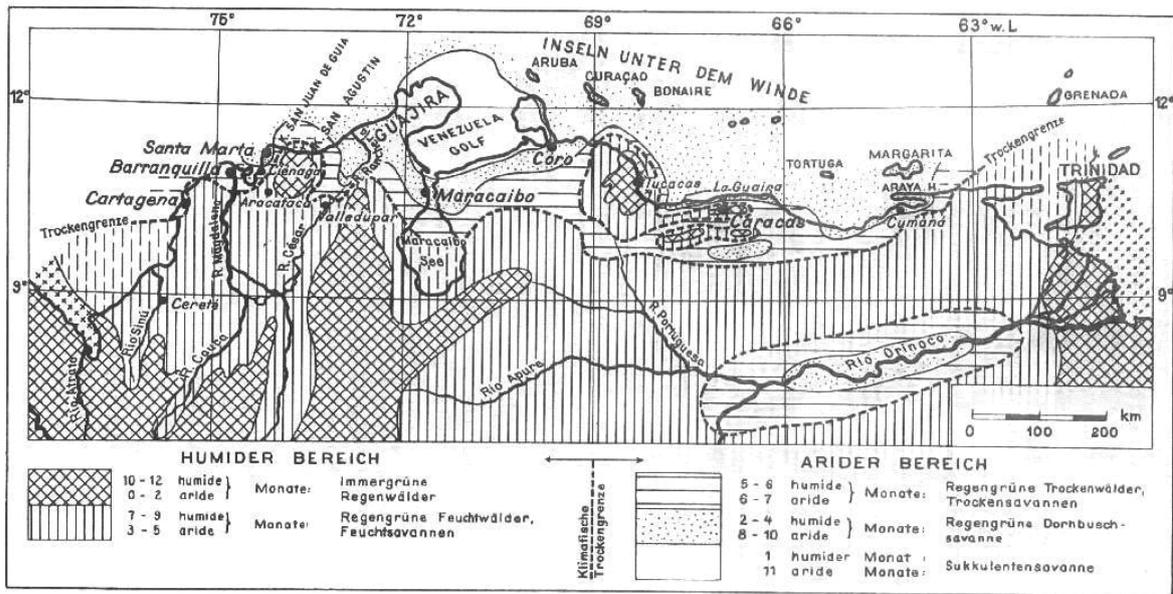


Figura 107. Sistema Cenagoso de Ayapel, en el norte de Colombia, dentro del marco local, con los ríos San Jorge y Cauca delimitando al oeste y al este respectivamente, el Caño Grande al norte y cerrando al sur el Nudo del Paramillo (más al sur, no mostrado en el mapa).



Das Trockengebiet am Nördrand Südamerikas (verändert nach W. Lauer)

Figura 108. Clasificación climática. Fuente: (WILHELMY, 1980, pág. 202)

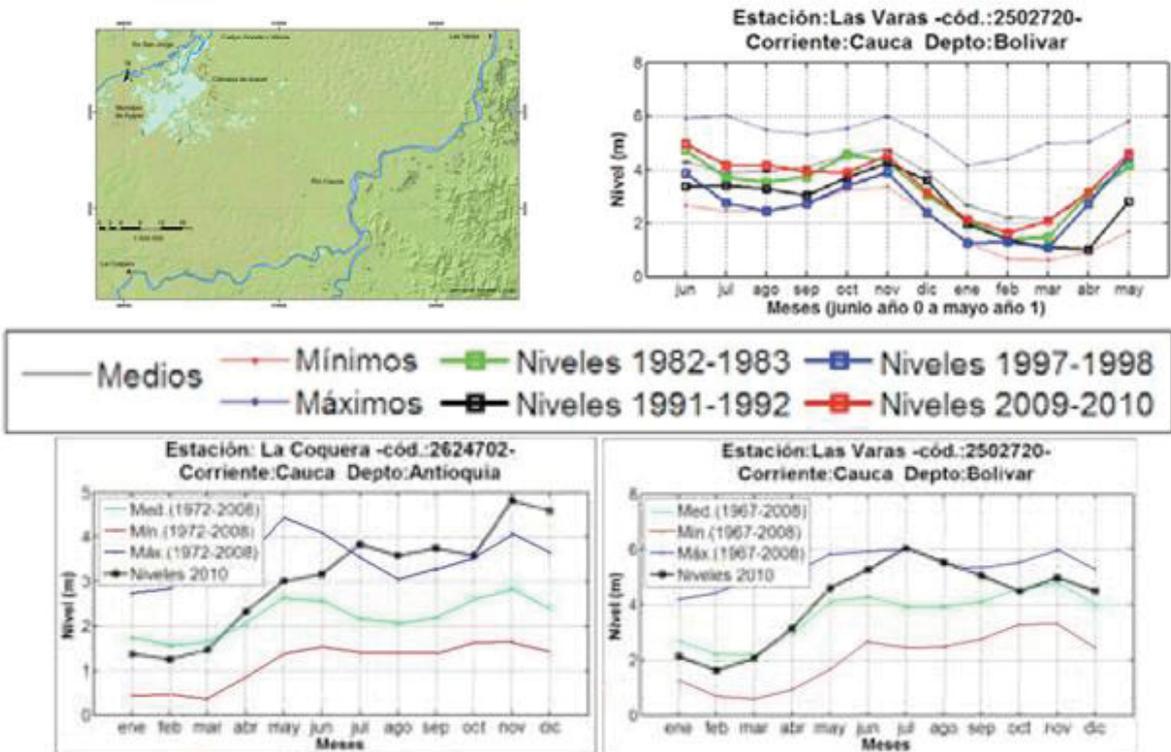


Figura 109. Comportamiento del río Cauca entre 2010 y 2011, año niña fuerte en el cual ocurrieron varias emergencias por inundación. En la gráfica se muestran las variaciones del nivel del río en dos estaciones: la Coquera y las Varas durante eventos de desborde lo que causó alertas por inundaciones en la región de la Mojana. Fuente: elaboración propia a partir de datos del IDEAM e imagen compuesta de Landsat y ASTER.

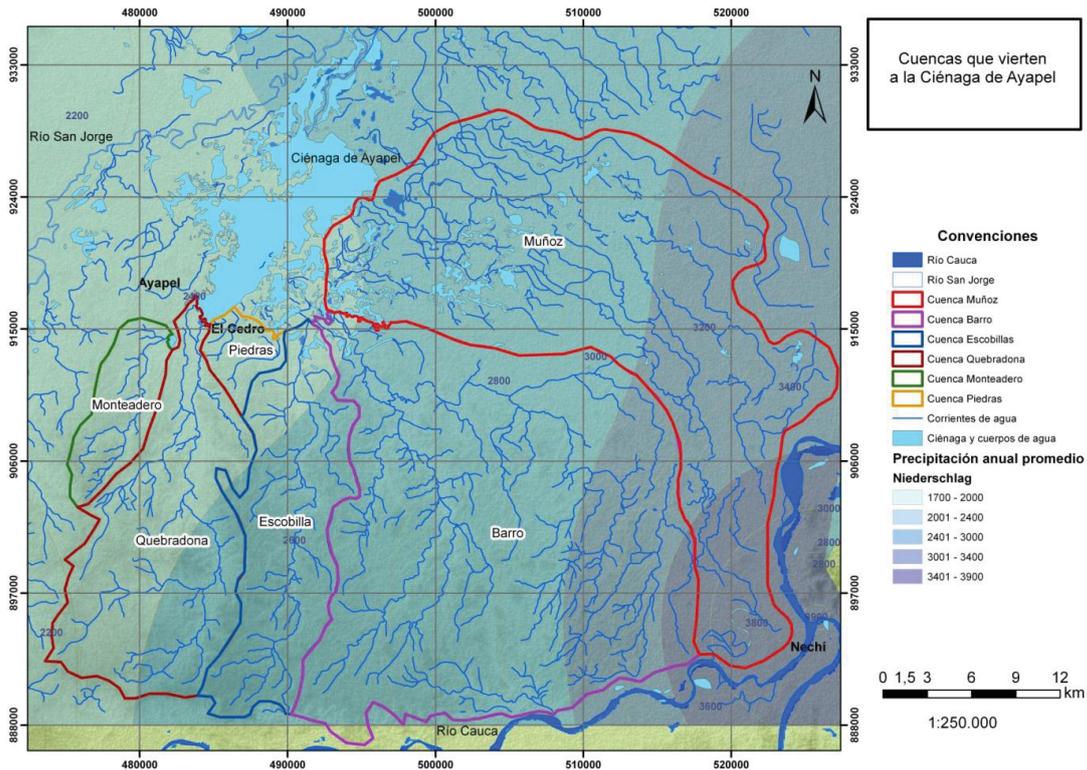


Figura 110. Mapa con las cuencas y las precipitaciones promedio multianuales. En la cabecera de la cuenca del caño Muñoz se reciben las mayores precipitaciones. También el caño Barro recibe una gran contribución de las lluvias, además porque dispone de una mayor área de captación. Fuente: elaboración propia con base en información del Municipio de Ayapel y del IDEAM.

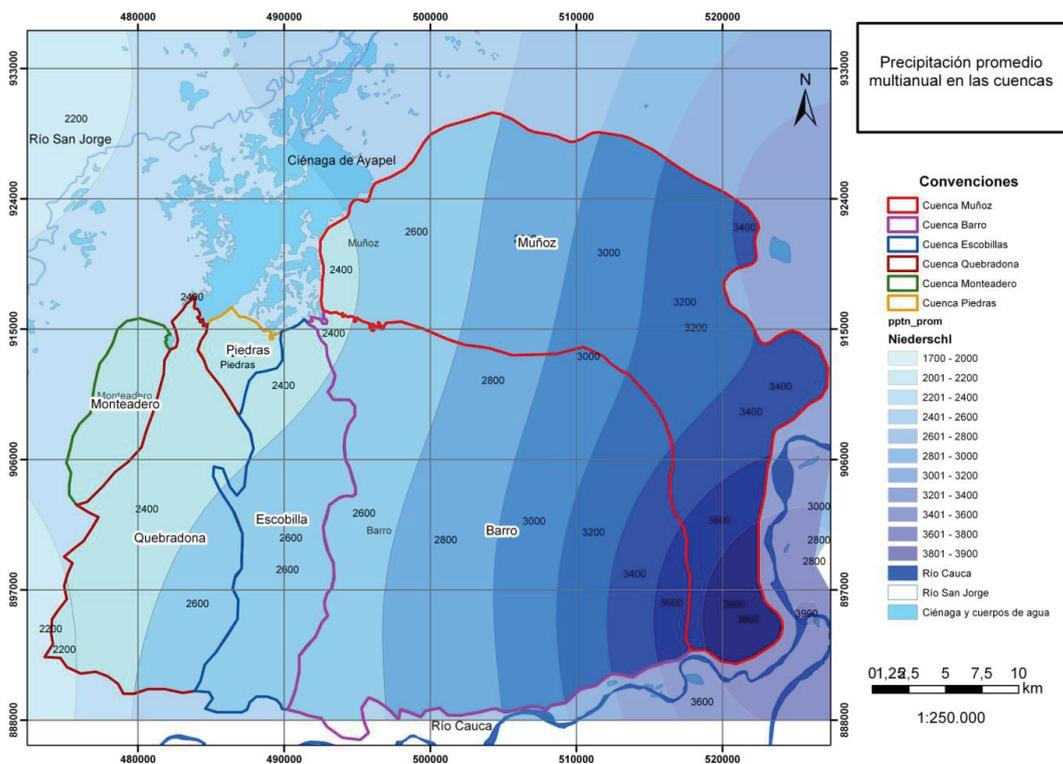


Figura 111. Distribución de la precipitación desde el punto de mayor concentración, cerca a la serranía de San Lucas, hacia el occidente y noroccidente. Fuente: elaboración propia con base en información del Municipio de Ayapel y del IDEAM

Tabla 35. Imágenes satelitales seleccionadas de una base de más de 100, obtenidas desde 1976, para la simulación de la variabilidad del espejo de agua de la ciénaga y particularidades de las condiciones en que fue tomada la imagen con datos de las condiciones hidrológicas y climáticas del momento. Los datos de precipitación promedio multianual se toman de la tabla 7. Fuente: elaboración propia.

Imágenes satelitales de Landsat, seleccionadas								
Mes analizado	Fecha de adquisición	Nivel (m)	Nivel mensual promedio (m)	Desviación estándar	Promedio mensual de la precipitación en el momento de la adquisición (mm)	Precipitación promedio mensual (mm)	Intensidad del ENSO	Calificación de la intensidad del ENSO
Enero	30.01.1987	3.15	3.99	0.52	79.6	16.06	Niño moderado	2
Febrero	05.02.2001	3.34	3.15	0.31	0.3	25.06	Niña moderado	6
Marzo	09.03.2004	2.91	2.63	0.27	No disponible	44.74	Año Normal	4
Abril	No disponible							
Mayo	23.05.1999	4.30	3.30	0.62	205.0	261.57	Niña moderado	6
Junio	13.06.2004	4.98	4.45	0.60	No disponible	275.14	Niño débil	3
Julio	07.07.2001	4.51	5.24	0.60	133.1	366.76	Año Normal	4
Agosto	19.08.2005	5.71	5.63	0.54	526.0	383.07	Año Normal	4
Septiembre	07.09.2006	5.45	5.68	0.47	378.5	312.52	Niño débil	3
Octubre	11.10.2001	5.67	5.74	0.39	112.0	264.97	Año Normal	4
Noviembre	07.11.2005	5.74	5.57	0.33	341.6	174.29	Año Normal	4
Diciembre	01.12.2002	5.28	4.90	0.49	1.0	45.08	Niño moderado	2

Escala adoptada para la valoración de la intensidad del ENSO						
1	2	3	4	5	6	7
Niño fuerte	Niño moderado	Niño débil	Año normal	Niña débil	Niña moderada	Niña fuerte

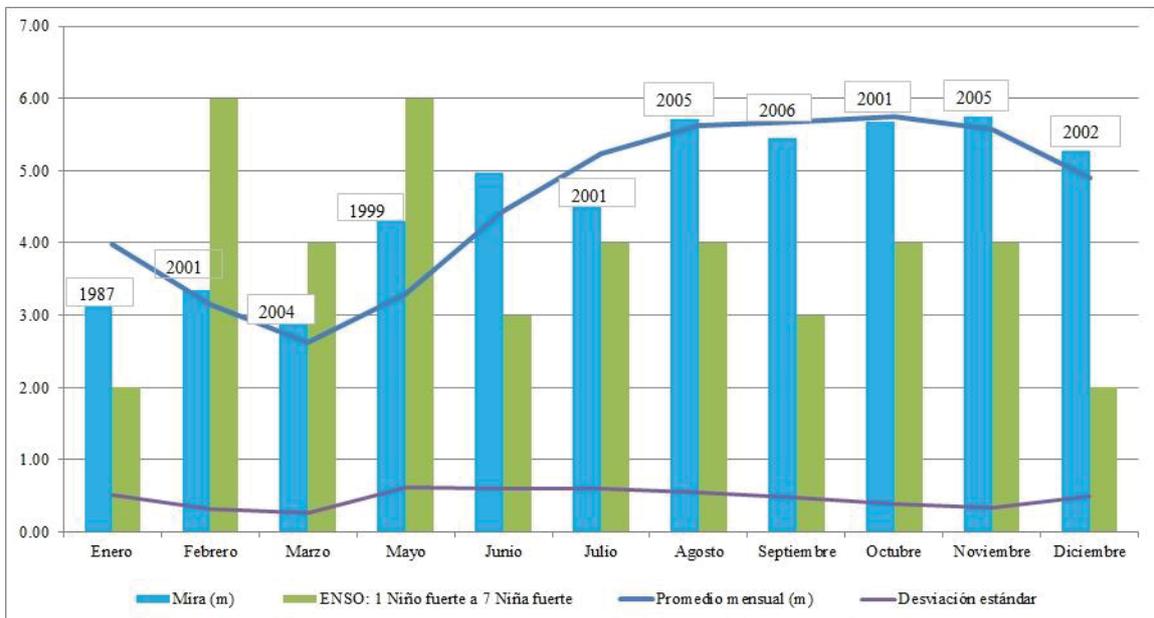


Figura 112. Gráfica de los niveles correspondientes de la ciénaga el día de la toma de la imagen satelital, influencia del ENSO, niveles mensuales históricos promedio de la ciénaga y sus desviaciones estándar. Se puede apreciar que se debieron hacer algunas concesiones en la selección, como por ejemplo para el caso de los meses de enero, junio y julio en donde hay desviación por exceso o por defecto de la línea del nivel promedio de la ciénaga, con el fin de poder contar con imágenes para el análisis. Si se compara con la Figura 24 y la Figura 28, se puede apreciar que el comportamiento del nivel de la ciénaga para los datos escogidos se correlaciona o ajusta bien al comportamiento promedio mensual multianual de la precipitación lo que apoya la sustentación para darle validez al modelo. Fuente: elaboración propia.

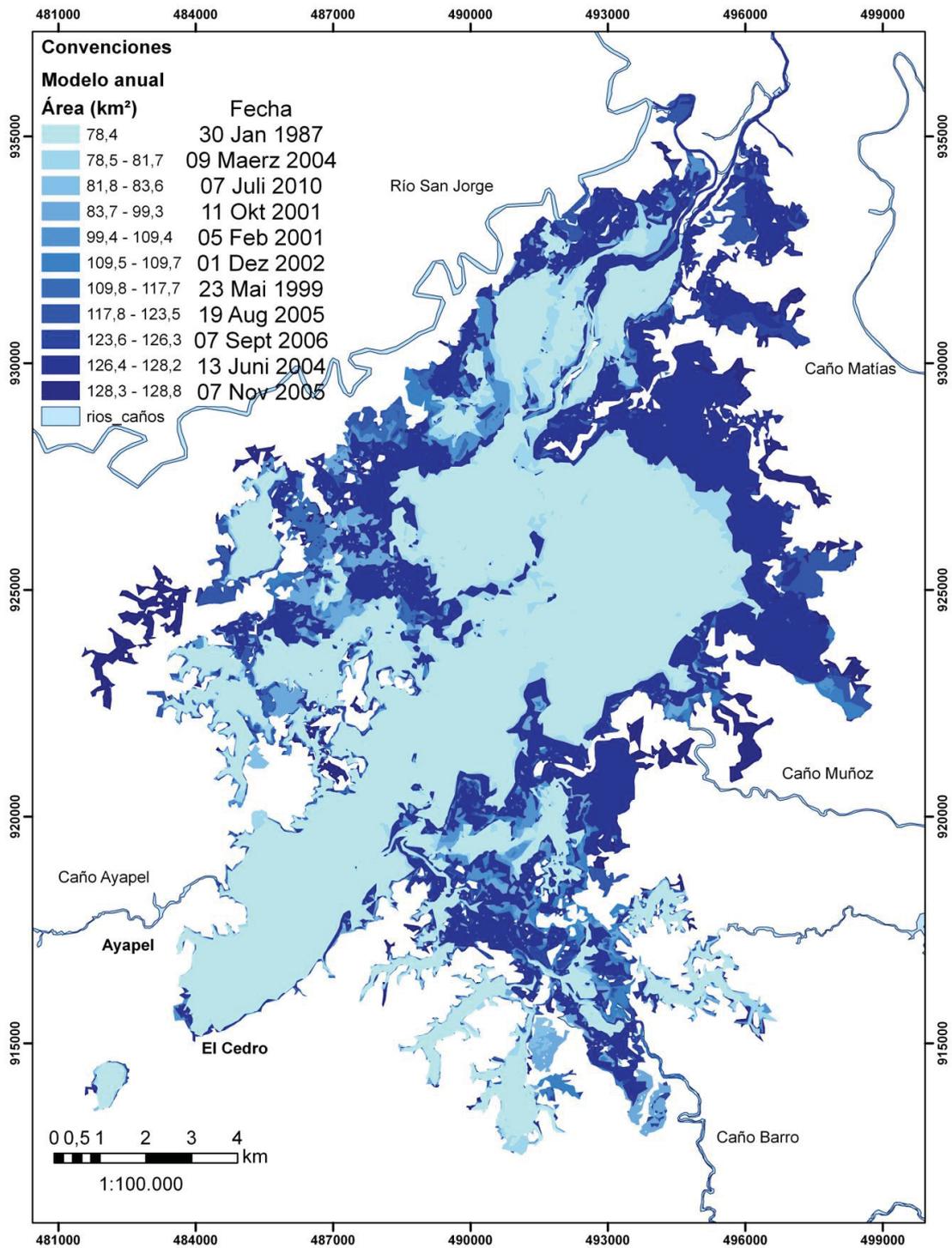


Figura 113 Imágenes superpuestas del área que ocupa la ciénaga y cuerpos de agua aledaños, para los meses escogidos, ordenadas de menor a mayor. Las fechas de la leyenda corresponden a la imagen de Landsat en que se basa cada perfil y allí mismo aparecen las áreas que ocupan mes a mes. Fuente: elaboración propia a partir de imágenes de Landsat de diferentes fechas.

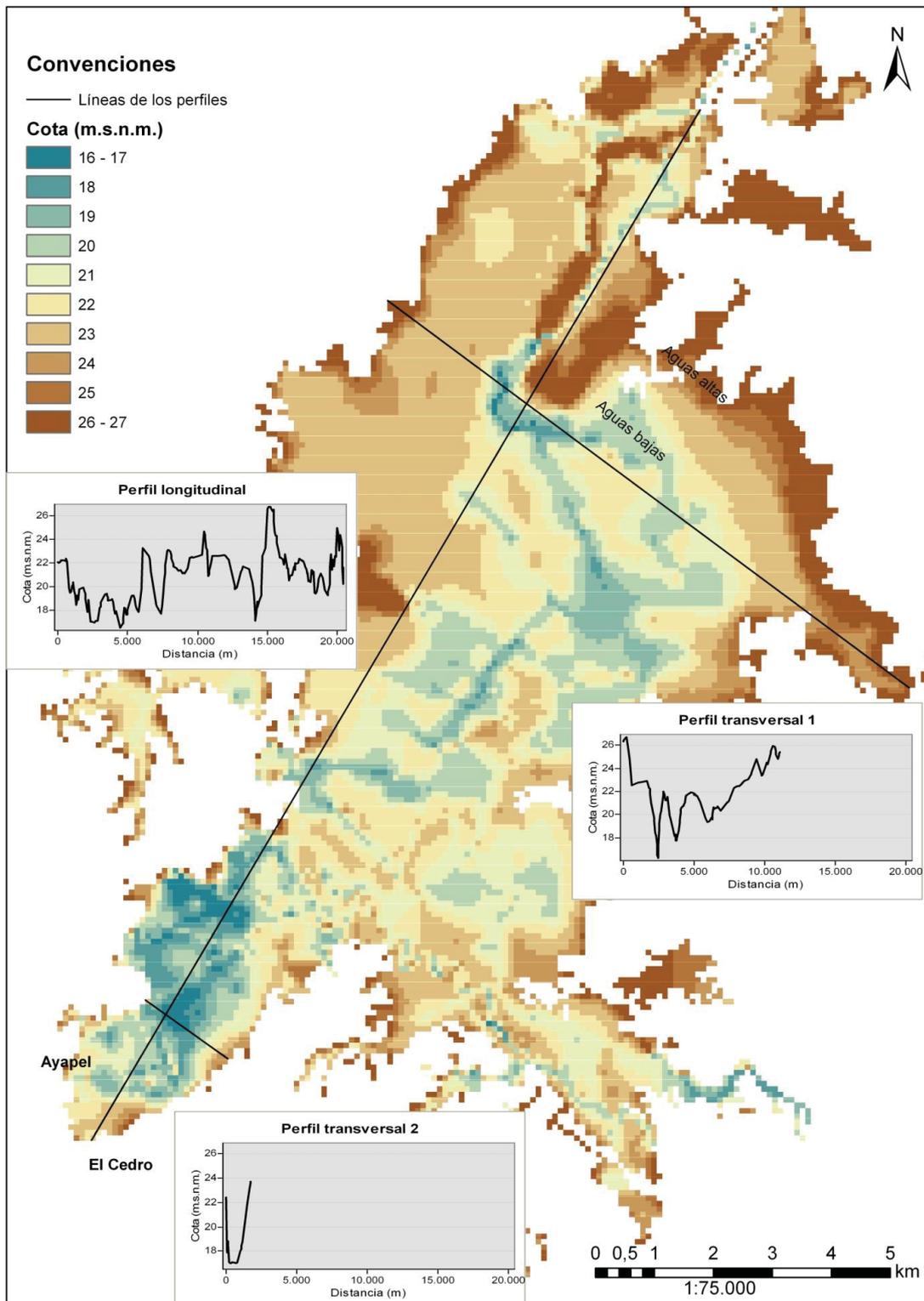


Figura 114. Perfiles hipsométricos de la Ciénaga de Ayapel. Fuente: elaboración propia en Arcgis. Se ratifica que las mayores profundidades de la ciénaga se encuentran en la zona sur y a lo largo del cauce sumergido en cercanías al caño Fístula.

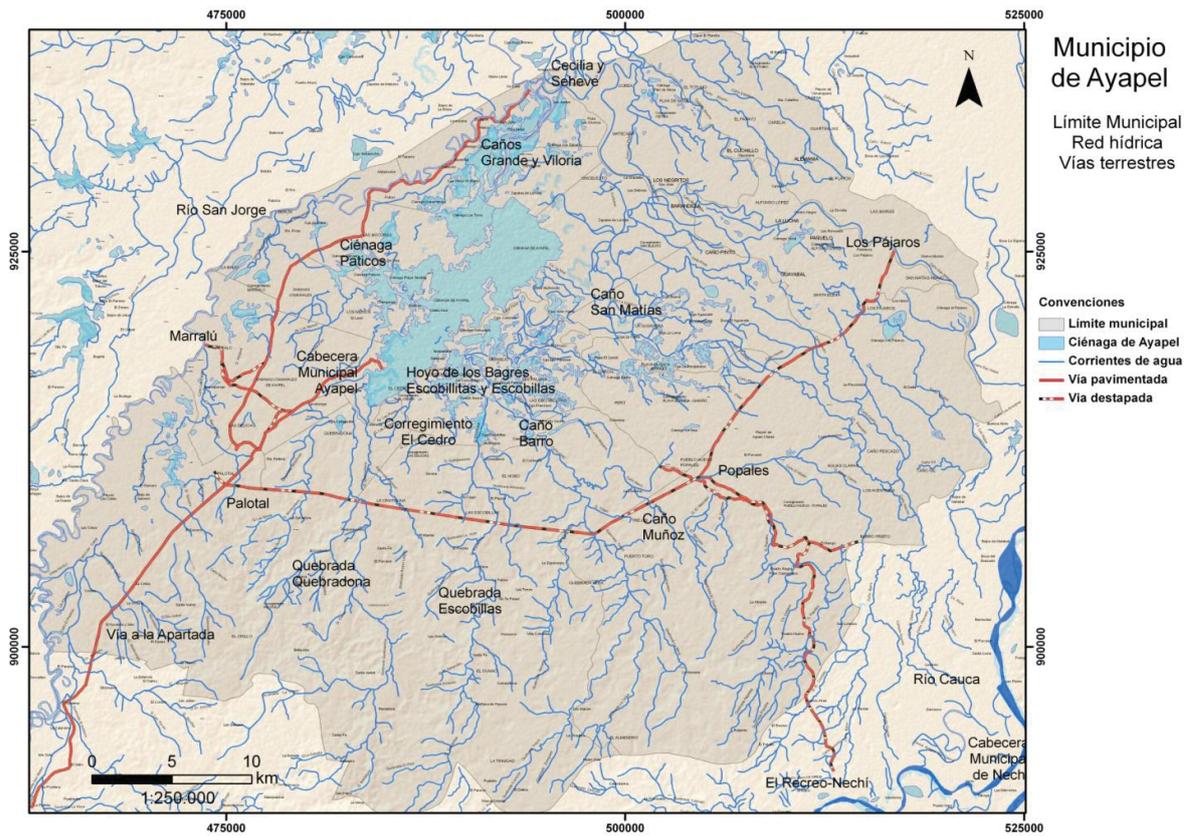


Figura 115. Vías terrestres y acuáticas principales del municipio de Ayapel. Las acuáticas se hacen por todas las ciénagas, caños y quebradas. No se muestran las llamadas vías secundarias ni terciarias. Fuente: adaptado de (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002).

## ANEXO II. ANÁLISIS DE LAS PRECIPITACIONES POR ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA

A continuación se presentan los climo-diagramas obtenidos con el programa KIWI, de las restantes 7 estaciones que se usaron para analizar el régimen de precipitaciones de la zona, con base en los datos suministrados por el IDEAM. Se han ordenado según la magnitud de las precipitaciones. Se reitera que los datos presentan numeroso vacíos de información y algunas inconsistencias que debieron ser depuradas. No existen valores para la temperatura, por tanto no se grafica dicho parámetro<sup>10</sup>.

### Estación Nechí

La estación que presenta el mayor promedio de precipitación anual es Nechí (Figura116) con 3675.5 mm.

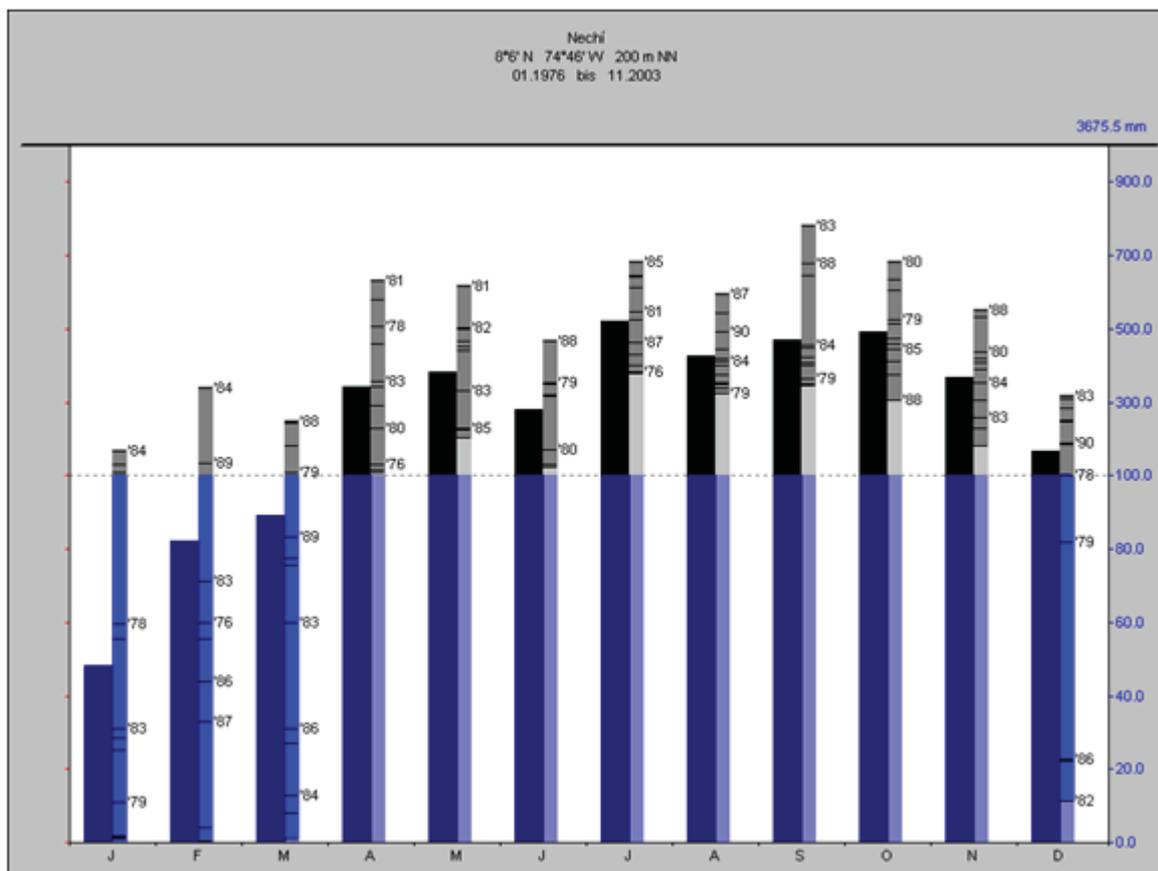


Figura116. Climo-diagrama de la estación Nechí

Desafortunadamente la cantidad de años con registros están sólo hasta el año 1991 con muchos vacíos de datos. Es una estación que está en el municipio de ese nombre, muy cerca a la Serranía de San Lucas. Tiene tres meses en donde las lluvias disminuyen (enero a marzo) y el resto, desde abril hasta diciembre es de “invierno”. Las mayores precipitaciones se presentan en el mes de julio. En junio se presenta una leve disminución en lo que podría llamarse un “veranillo de San Juan”. Presenta muy pocos años con comportamientos anómalos en las precipitaciones. Cerca de Nechí fluye el río Cauca. Esto, sumado a su posición de piedemonte crea las condiciones para que sea afectado por los fenómenos de condensación adiabática húmeda y reciba fuertes precipitaciones durante casi todo el año. De esta forma se produce el conocido fenómeno del barlovento (Luvphänomen), en el cual el aire caliente y húmedo recogido en el valle con múltiples cuerpos de agua que han recibido una gran cantidad de energía del sol canicular, asciende por la cara de la montaña que da al valle, enfriándose en la medida que sube, a una tasa de entre 0.5 y 0.6 °C/100 m. A una altura de unos 400 m, el aire alcanza su máximo contenido de agua (100% de humedad relativa). Entonces comienza el proceso de condensación y formación de nubes en ascenso(LAUER & BENDIX, 2006, pág. 133).

<sup>10</sup> Es sabido en Colombia por los investigadores las grandes falencias que tiene el sistema nacional de recolección de datos climatológicos por parte del IDEAM, ya que no existe la suficiente inversión, infraestructura ni personal idóneo para cumplir la labor. A parte de esto los datos son vendidos a precios altos y la obtención de información reciente se demora varios meses en ser procesada y puesta a disposición del público.

### Estación Villanueva

La Figura 126 corresponde a la estación Villanueva, situada al norte de la población de Nechí, cerca a la Serranía de San Lucas.

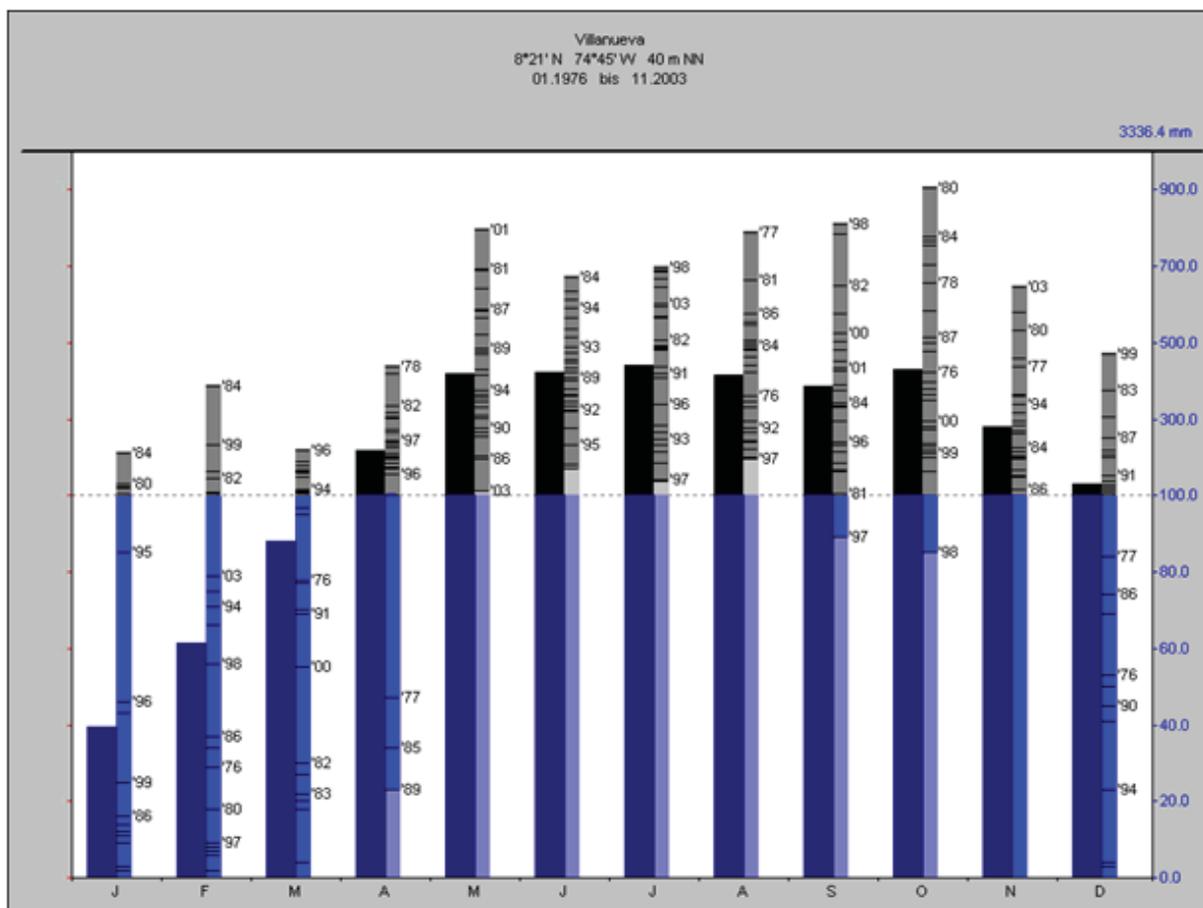


Figura117. Climo-diagrama de la estación Villanueva

La precipitación promedio es de 3336.4 mm por año. Su comportamiento es monomodal pero de mayor duración, más marcado ya que va de abril a diciembre. Entre mayo y octubre se insinúa una meseta en las precipitaciones promedio y el mes con menos lluvia es enero. El estar tan cerca de la Serranía es un factor que influye en forma sustancial a la mayor intensidad y duración de las precipitaciones. En los años 96 y 97 hubo presencia del fenómeno del Niño que alcanza a repercutir en las lluvias de los meses de septiembre y octubre al igual como influyó en abril del año 1977. Pero para ese mismo mes hubo influencia negativa en las lluvias en los años 85 y 89 que fueron Niña.

### Estación Cecilia

La estación Cecilia (Figura 118) se encuentra en cercanías del caño Grande, por donde desagua la Ciénaga de Ayapel hacia el río San Jorge y al nor-oeste de la estación Villanueva y exactamente al norte de la estación Ayapel.

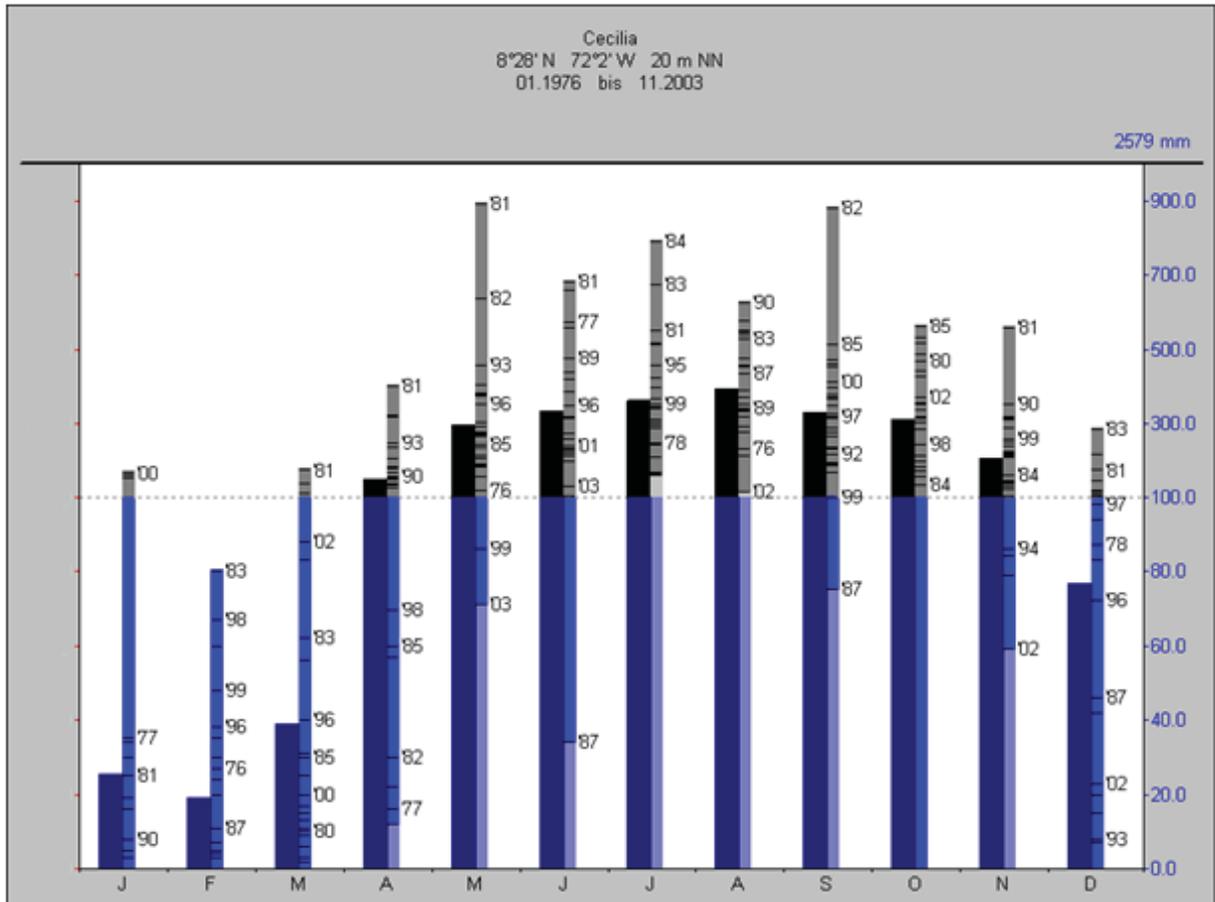


Figura118. Climo-diagrama para la estación Cecilia

Presenta una precipitación de 2579 mm/año en promedio y también muestra un ciclo monomodal de precipitación que va de abril a noviembre. A diferencia de los anteriores, el mes de menos precipitación es febrero mientras que el más lluvioso es agosto.

#### Estación La Ilusión

La Estación La Ilusión, situada al occidente de la población de Nechí presenta en el climo-diagrama un régimen monomodal de lluvias (Figura119) similar en su distribución al de Ayapel.

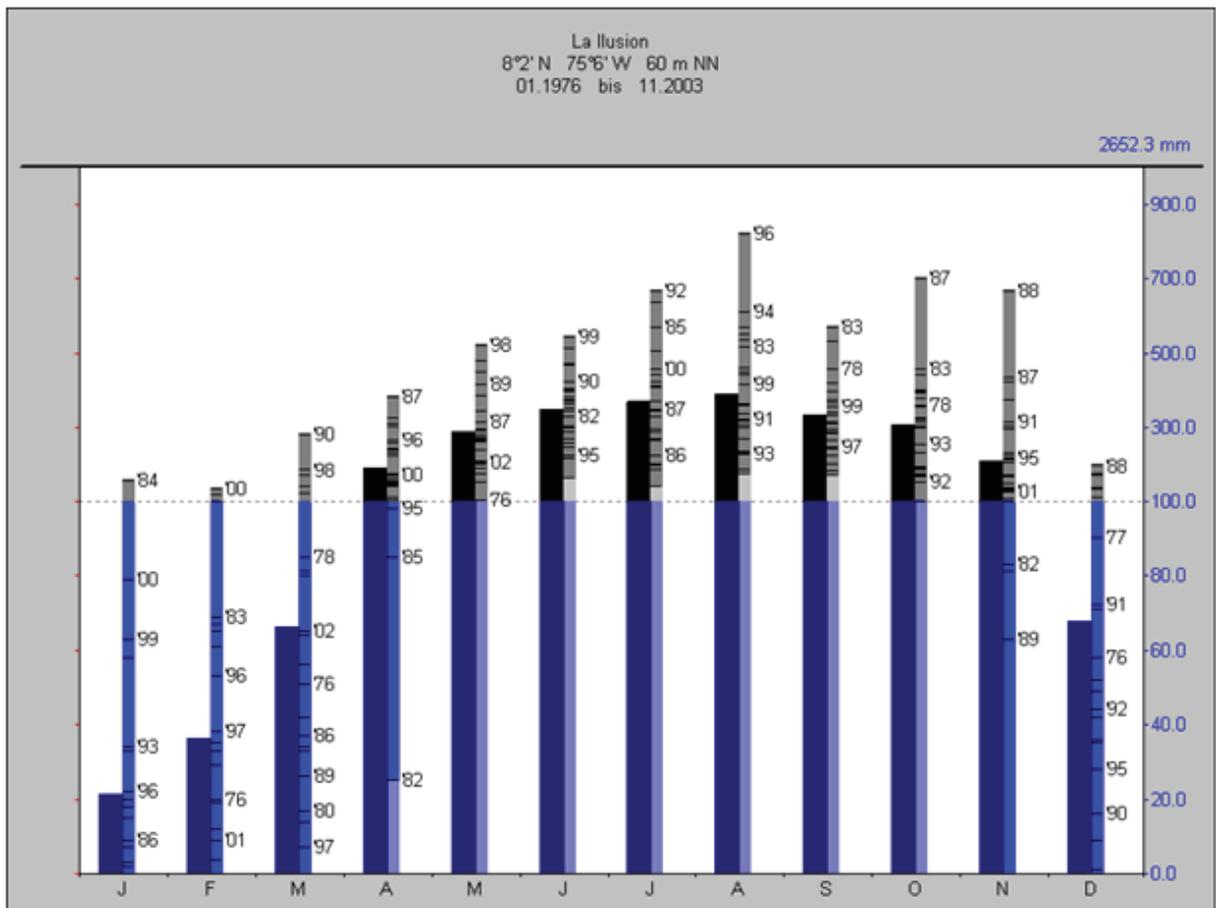


Figura119. Climo-diagrama Estación La Ilusión

Tiene una precipitación promedio anual de 2652.3 mm con enero y agosto como los meses que menos y más lluvias tienen, respectivamente. Los años que han presentado anomalías en el comportamiento de las lluvias han sido pocos.

Estación Buenavista

En la Figura120 se presenta la situación de la estación Buenavista situada en el costado más occidental de la zona de estudio.

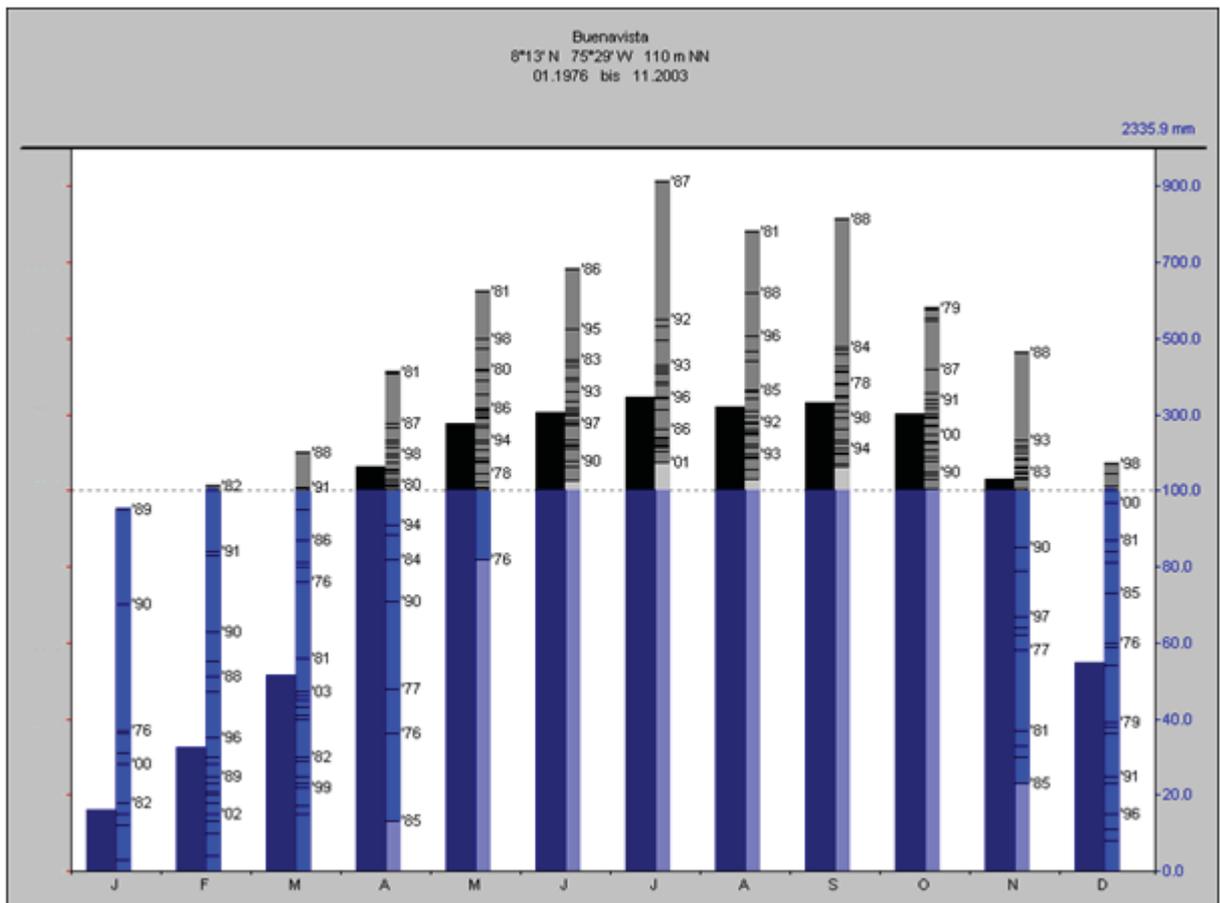


Figura120. Climo-diagrama de la estación Buenavista

Presenta una precipitación promedio anual de 2335.9 mm. El período de lluvias va de abril a noviembre, siendo julio el mes más lluvioso y enero el más seco. Presenta una anomalía en el mes de abril de 1985 que fue un año Niña y en mayo de 1976 que fue año Niño.

#### Estación Cintura

La estación Cintura en la Figura121 se encuentra cercana y al occidente de la estación Cecilia.

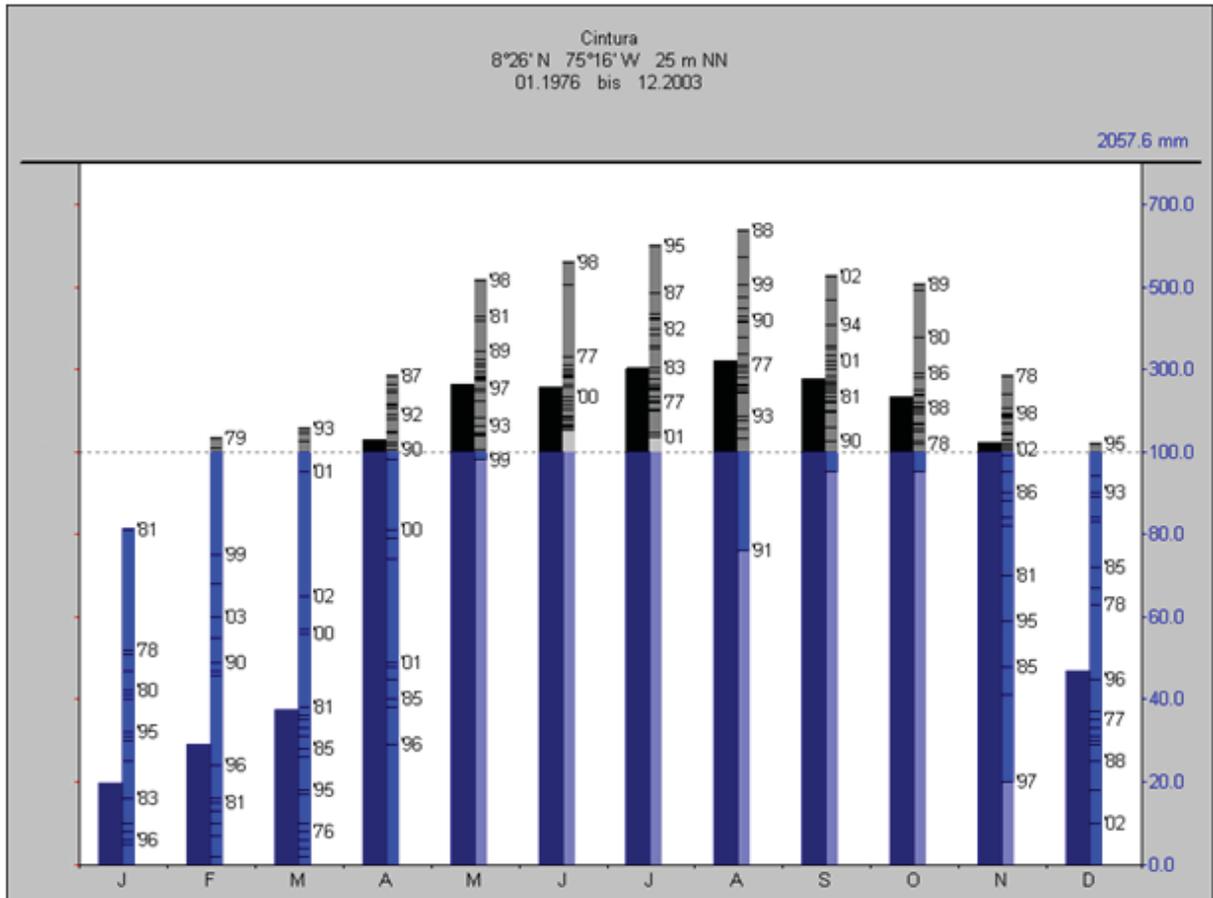


Figura121. Climo-diagrama de la estación Cintura

Su comportamiento es muy parecido al de Ayapel pero tiene una precipitación promedio anual de 2057.6 mm. Para agosto es visible una anomalía en las lluvias del año 91 que fue un año Niño. El mes más lluvioso es precisamente agosto y el menos enero.

#### Estación La Apartada

Finalmente está la Apartada (Figura122) al suroeste de la zona de estudio, alejada de las demás estaciones y menos afectada por los fenómenos advectivos.

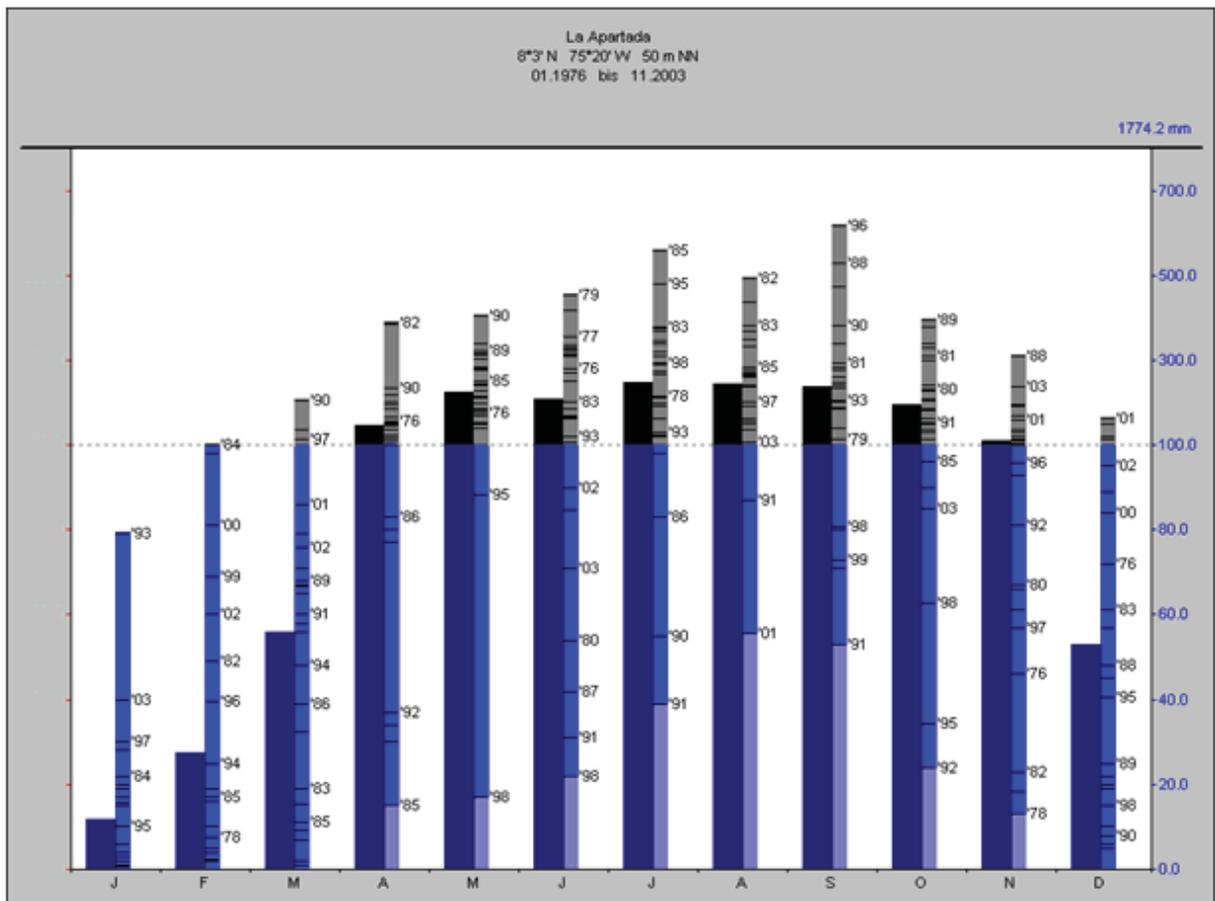


Figura122. Climo-diagrama de la estación La Apartada

Presenta una precipitación de 1774.2 mm por año y varios años en los que hubo anomalías en las lluvias, destacando los años con Niño 1991, 1992 y 1998. 1978 que fue un año normal también presentó una anomalía en el mes de noviembre. Enero es el mes con menos precipitaciones y entre marzo y septiembre se tiende a formar una meseta de altas precipitaciones. Cabe anotar que con la incertidumbre en la confiabilidad de los datos climatológicos del IDEAM, la variabilidad observada podría tener sus razones allí.

### ANEXO III. BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS DE LA PLANICIE FLUVIO-LACUSTRE.

En el municipio de Ayapel se encuentran los siguientes suelos:

- Asociación Fluvaquentic Endoaquepts - Vertic Fluvaquents – Aquic Udifluents (RVA): se encuentran a lo largo del río San Jorge a altitudes que no sobrepasan los 25 msnm y pendientes entre 1 y 3 %. Se forman a partir de aluviones finos y gruesos, son superficiales. Drenaje natural pobre a imperfecto y fertilidades altas a moderadas. Los cubren pastos, dormideras, altamisas. Se usan en ganadería con pastos mejorados y cultivos de arroz. Limitantes: nivel freático fluctuante, encharcamientos.
  - Suelos Fluvaquentic Endoaquepts (perfil modal PR-7): en áreas plano – convexas de los diques naturales del río, cercanas a los basines. Proviene de sedimentos finos. El drenaje natural es pobre y el nivel freático es fluctuante. La fertilidad es alta. Altamente ácidos, bases totales medias y contenidos de fósforo y carbón orgánico bajos. De baja evolución genética. Limitantes: encharcamientos y nivel freático superficial.
  - Suelos Vertic Fluvaquents (perfil modal PR-56): en las áreas plano–cóncavas, son inundados periódicamente y depositados en ellos material muy fino arcilloso. El nivel freático es superficial y los horizontes poco permeables, además el drenaje natural es pobre. La fertilidad es alta, fuertemente ácidos, bases totales altas, bajos contenidos de carbón orgánico y de fósforo. Limitantes: alto contenido de arcillas, inundaciones y procesos de reducción.
  - Suelos Aquic Udifluents (perfil modal CD-71): en la zona convexa de los diques naturales del río. Reciben las crecientes que van depositando sedimentos gruesos lo que le da como característica una baja retención de humedad. El drenaje natural es imperfecto. La fertilidad es moderada. Son suelos neutros a ligeramente alcalinos. Los contenidos de fósforo y carbón orgánico son bajos. De baja evolución genética. Limitantes: nivel freático fluctuante, baja retención de humedad.
- Complejo Aquic Udifluents - Vertic Endoaquepts (RVB): en áreas extensas de diques y basines que bordean la Ciénaga de Ayapel. El relieve se presenta tanto cóncavo como convexo con pendientes que no superan el 3%. Proceden de material aluvial actual y reciente fino a mediano y aún grueso que varía mucho espacialmente por lo que se hace difícil diferenciarlo. Con coberturas de pastos y altamisas, se usa en ganadería transhumante. Limitantes: se inundan en época de lluvias.
  - Suelos Aquic Udifluents (perfil modal PR-40): en zonas convexas de los diques naturales. Proviene de aluviones medianos y gruesos recientes. Drenaje natural imperfecto con fluctuaciones del nivel freático. De baja evolución genética, la fertilidad es alta, siendo de fuertemente ácidos a neutras desde la superficie hacia el fondo, alta saturación de bases, carbón orgánico alto en la superficie y fósforo bajo. Limitantes: baja capacidad de retención de la humedad e inundación en invierno.
  - Suelos Vertic Endoaquepts (perfil modal ED-09): en cubetas y zonas cóncavas. Proviene de aluviones muy finos recientes, son superficiales. De fertilidad baja, reacción muy fuertemente ácida, bases totales medias a bajas. Fósforo y carbono orgánico bajos. Densidad baja en superficie y alta en profundidad. Suelos de baja evolución genética. Limitantes: encharcamientos, drenaje pobre, nivel freático fluctuante, se agrietan en época de verano.
- Consociación Vertic Endoaquepts (RVC): en cercanías del río San Jorge, a lo largo de su cauce, basines y en la zona de transición acuático – terrestre de la ciénaga de Ayapel. Proviene de aluviones muy finos depositados en relieves plano–cóncavos con pendientes entre 0 y 1%. Drenaje natural malo y permanecen encharcadas o inundadas más de 6 meses al año. Se agrietan en el estío por el nivel freático fluctuante. Se hallan cubiertos de pastos, altamisa, dormideras, rastrojos que son usados por la ganadería transhumante.
  - Suelos Vertic Endoaquepts (perfil modal PR-38): en zonas cercanas al centro de los bajos, con concavidades. Encharcados casi continuamente. Proviene de sedimentos arcillosos muy finos, superficiales. De fertilidad alta, fuertemente ácidos, saturación de bases media en superficie. Carbón orgánico medio y fósforo bajo. Baja evolución

genética. Limitantes: nivel freático alto, drenaje natural pobre, agrietamientos en el estiaje e inversión de la relación calcio – magnesio a partir de los 40 cm de profundidad.

- Inclusiones: suelos Oxyaquic Udifluvents (perfil modal CO-96, réplica ED-18): en los basines cercanos a los diques naturales. Perfil con capas alternadas sin desarrollo genético. Arcillosos con dominio de caolinitas. De fertilidad muy baja, acidez variable entre extramadamente ácida y neutra. Bases totales muy bajas al igual que el fósforo y el carbono orgánico. Retención de humedad baja. Limitantes: nivel freático fluctuante, encharcamientos e inundaciones.

En las terrazas bajas formadas por depósitos de aluviones mixtos, localizadas en zonas aluviales recientes, afectadas por encharcamientos invernales:

- Asociación Vertic Fluvaquents – Fluvaquentic Eutrudepts Vertic Endoaquepts (RVD): en vegas del río San Jorge y sector de Los Pájaros, a una altura de 25 msnm y pendientes de entre 0 y 3%. Proviene de aluviones medios y finos recientes, superficiales a moderadamente profundos. Se utilizan en cultivos de arroz y ganadería con pastos mejorados tipo pará, angleton, alemán, janeiro, climacuna. Limitantes: fluctuación del nivel freático, drenaje natural imperfecto a pobre y encharcamientos en época de lluvias.
  - Suelos Vertic Fluvaquents (perfil modal PR-9): en zonas plano – cóncavas de las terrazas bajas del río San Jorge. Proviene de aluviones finos. De fertilidad alta, reacción muy fuertemente ácida y altas bases totales. También es alto el carbono orgánico en la superficie mientras que el fósforo es bajo. Limitantes: drenaje natural pobre y nivel freático fluctuante.
  - Suelos Fluvaquentic Eutrudepts (perfil modal PR-45): en el sector Los Pájaros que es un área bien drenada. Moderadamente profundos, están constituidos por sedimentos medianos a gruesos, tienen nivel freático fluctuante. Drenaje natural imperfecto. De fertilidad moderada, fuertemente ácidos en el primer horizonte. Bases totales bajas. Bajos contenidos de fósforo y carbono orgánico. Limitantes: inundaciones y encharcamientos.
  - Suelos Vertic Endoaquepts (perfil moda PR-47): en depresiones de las terrazas. Proceden de sedimentos finos que yacen sobre estratos arenosos superficiales. Drenaje natural pobre y nivel freático alto. Son de alta fertilidad, saturación alta de bases, carbono orgánico medio, fósforo bajo. Baja evolución genética. Limitante: nivel freático alto, drenaje natural pobre, agrietamiento en estiaje.

En terrazas altas disectadas, caracterizadas por ser de relieve ligeramente plano, ligera a moderadamente ondulado, con presencia de disecciones ligeras, moderadas y fuertes. Hay presencia de termiteros en zonas plano – cóncavas. Forman lo que se conoce como sabanas de Ayapel en donde el material geológico es de depósitos terciarios imtemperizados cubiertos con aluviones cuaternarios gruesos. Se presentan las siguientes unidades (p 191)

- Asociación Oxic Dystrudepts – Typic Dystrudepts – Typic Hapludox (RVG): en el municipio de Ayapel a alturas de entre 25 y 35 msnm, en paisaje plano con relieve ondulado, pendientes de hasta el 12%. Tiene presencia de abundantes termiteros en las partes bajas, erosión sectorizada de ligera a moderada. Proceden de aluviones finos lixiviados. Horizontes compactados por el nivel freático, con abundantes concreciones petroféricas. Drenaje natural bueno en los planos y malo en los bajos. Vegetación típica de sabana, principalmente gramíneas. Se usan en ganadería extensiva con pastos naturales y brachiaria. Hay plantaciones de Eucalipto y Acacio.
  - Suelos Oxic Dystrudepts (perfil modal ED-1): están en la mayor parte de las sabanas de Palotal, en el contacto del sustrato terciario con el paisaje de lomerío. Profundos con buen drenaje natural. De fertilidad muy baja, bases totales muy bajas, bajo contenido de fósforo, y medio en el primer horizonte de carbono orgánico. Saturación de aluminio del 70%. Densidad real alta, retención de humedad baja con porosidad total alta. Baja evolución genética. Limitantes: baja retención de nutrientes, altos contenidos de aluminio y compactación de los horizontes.
  - Suelos Typic Dystrudepts (perfil modal PR-51, réplica ED-7): en áreas de relieve ligeramente plano que forma las sabanas de Ayapel. Moderadamente profundos. Presentan abundante plintita endurecida. Son bien drenados con texturas medias y

moderadamente finas. Fertilidad muy baja, reacción fuertemente ácida, bases totales muy bajas. Bajo contenido de fósforo y carbono orgánico. Saturación de aluminio del 60%. Alta densidad superficial, retención de humedad baja, porosidad alta. Baja evolución genética. Limitantes: bajo contenido de nutrientes, alto contenido de aluminio de cambio.

- Suelos Typic Hapludox (perfil modal ED-101): en sectores planos de la terraza y de poca erosión. Proviene de arcillas hidromórficas, son profundos, bien drenados con texturas finas y muy finas. De muy baja fertilidad, ácidos, bases totales muy bajas, sin fósforo ni carbono orgánico. Densidad superficial alta, baja retención de humedad, porosidad alta. Suelos de muy alta evolución genética. Limitantes: bajo contenido de nutrientes, alta saturación de aluminio.
  - Inclusiones Suelos Fluvaquentic Endoaquepts (perfil modal PR-57): en zonas plano – cóncavas con microrrelieve ondulado, en las sabanas de Ayapel, Palotal y el Cedro. Proviene de aluviones finos, superficiales, textura arcillosa y nivel freático superficial lo que implica drenaje pobre y fuerte gleización. De fertilidad baja y reacción fuertemente ácida. Fósforo y carbón orgánico bajos. Baja evolución genética. Limitaciones: nivel freático muy alto y alta saturación de aluminio.
  - Suelos Fluventic Dystrudepts perfil modal PR-50, réplica ED-4): presentan sucesión de depósitos de diferente edad y grado de intemperismo, en contacto con recientes mal drenados. Contienen abundantes concreciones petroféricas. Drenaje natural bueno aunque de fertilidad muy baja. Bases totales bajas al igual que el contenido de fósforo y carbón orgánico. Retención de humedad muy baja. De baja evolución genética. Limitaciones: bajo contenido de nutrientes y alto de aluminio.

Vallecitos coluvio aluviales, tienen forma de U y se refieren a los formados por pequeñas corrientes de agua que escurren de las terrazas a muy poca velocidad prevaleciendo la erosión lateral. Se registraron las siguientes unidades de suelos:

- Asociación Aquic Dystrudepts – Vertic Endoaquepts (RVH): se halla en el municipio de Ayapel, en relieve plano con pendientes del 0-3%. Es de sedimentos finos que pueden estar mezclados con capas arenosas pobres en bases. Son superficiales. Limitantes: fluctuación del nivel freático, drenaje imperfecto a pobre. Vegetación natural formada por palmas, gramalote, yerba. Se dedica a ganadería extensiva.
  - Suelos Aquic Dystrudepts (perfil modal PR-53): están en la zona media de los valles con suelos moderadamente profundos limitados por nivel freático alto, inundaciones y encharcamiento (drenaje natural imperfecto). Sustrato grueso sobre fino, arcillas caolínicas muy pobres en nutrientes y con exceso de humedad. Fertilidad baja, fuertemente ácidos, bases totales muy bajas, fósforo y carbón orgánico bajo. Baja evolución genética.
  - Suelos Vertic Endoaquepts (perfil modal PR-52, réplica ED-19): en zonas que sufren frecuentes encharcamientos. Limitantes: nivel freático fluctuante, baja capacidad de retención de nutrientes. Baja evolución genética. Fertilidad baja, reacción muy fuerte a fuertemente ácida, bases totales bajas y muy bajas, bajos contenidos de fósforo y carbón orgánico. La retención de humedad es muy alta.
    - Inclusiones: Suelos Aeric Endoaquepts (perfil modal CD-72): en zonas de transición plano – lomerío. Reciben aportes coluviales. Moderadamente profundos. Limitantes: drenaje natural pobre, fluctuaciones del nivel freático, texturas finas a muy finas, susceptibilidad al encharcamiento. Fertilidad baja, suelos ácidos, bajos contenidos de fósforo y carbono orgánico. Baja evolución genética. Saturaciones de aluminio superan el 40%.

En los suelos de Lomerío erosional – estructural, los suelos provienen de lodolitas, arcillolitas y conglomerados. El relieve es de lomas que alcanzan en la zona de estudio, alturas cercanas a los 70 msnm.

- Asociación Typic Dystrudepts – Oxic Dystrudepts – Fluventic Dystrudepts (LVA): se puede encontrar en el municipio de Ayapel con pendientes entre el 3 y 50%. Son bien drenados y están

afectados por erosión laminar ligera a moderada. Posee texturas moderadamente finas. Son superficiales con fertilidades muy bajas. Se utilizan en ganadería extensiva con pastos naturales.

- Suelos Typic Dystrudepts (perfil modal PM-11, réplicas PM-9, 243, 245): en lomas bajas. Proviene de materiales finos con inclusiones gravilosas. Suelos superficiales, bien drenados, texturas moderadamente finas. Son de fertilidad baja, fuertemente ácidos, bases totales bajas. El contenido de carbón orgánico y el del fósforo son bajos. Son poco evolucionados y sus limitantes son los bajos contenidos de bases totales, alta saturación de aluminio y pendientes que inducen procesos de erosión (IGAC, 2009, p 301).
- Suelos Oxic Dystrudepts (perfil modal PM-31, réplica 260): también en lomas bajas. Proceden de materiales finos con inclusiones gravilosas pero son profundos, con texturas finas y bien drenados. De fertilidad baja, fuertemente ácidos, bases totales bajas, alta saturación de aluminio, bajo contenido de fósforo. Limitantes: baja fertilidad.
- Suelos Fluventic Dystrudepts (perfil modal PR-2, réplica 241): en superficies onduladas y lomas con pendientes entre 3 y 12%. Proviene de arcillas. Son bien drenados, de fertilidad baja, fuertemente ácidos, bases totales muy bajas, y bajo contenido de fósforo. De baja evolución, su principal limitante es la baja fertilidad.
  - Inclusiones: suelos Typic Fluvaquents (perfil modal PR-3, réplica PM-10): en depresiones entre las lomas. Proviene de arcillas sobre bancos de areniscas arcillosas. Son de texturas finas. Tienen fertilidad moderada, fuertemente ácidos, bases totales bajas, bajos contenidos de fósforo y carbón orgánico. Están limitados por el nivel freático, profundidad efectiva superficial y susceptibilidad de encharcamiento.
  - Suelos Typic Kanhapludults (perfil modal PR-58): en lomas aledañas a la vía Ayapel – La Apartada. Están sobre arcillas que cubren areniscas arcillosas. Superficiales, de textura fina, con capas de gravilla y cascajo en el primer horizonte. Son bien drenados, de fertilidad muy baja, fuertemente ácidos, bases totales bajas y bajo contenido de fósforo. Son de alta evolución genética. Limitantes: muy baja fertilidad, y contenido de gravillas. Horizontes endurecidos.

Suelos de lomerío estructural – erosional en clima cálido húmedo: provienen de sedimentos aluviales y coluviales, con pendientes del 3% en relieve ondulado que alcanza alturas de 60 msnm.

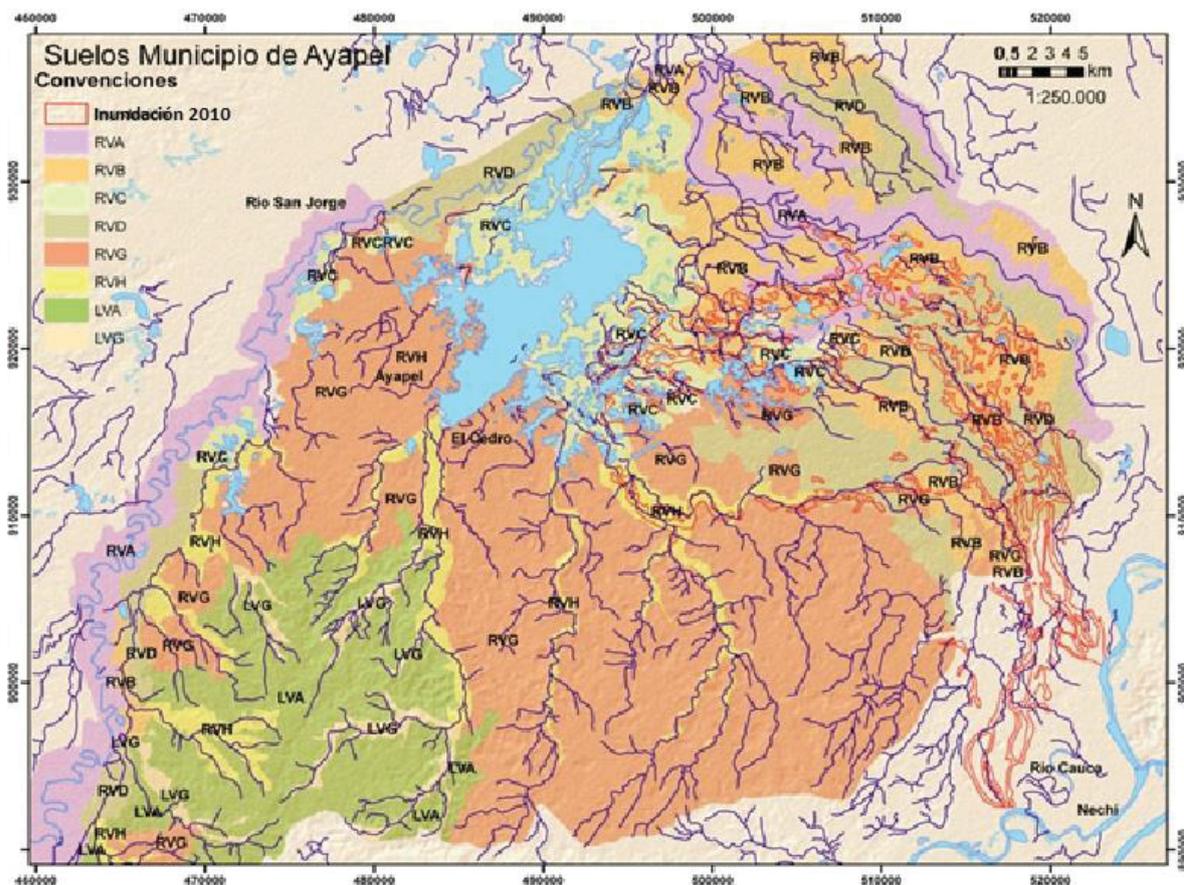
- Asociación Typic Udifluents – Aquic Udifluents – Fluventic Eutrudepts (LVG): son suelos de lomeríos fluvio-gravitacionales en vallecitos aluvio-coluviales de baja pendiente con encharcamientos en época de lluvias. Poseen drenaje natural bueno a imperfecto. Texturas muy finas a gruesas. Limitantes: fluctuación del nivel freático, posible presencia de gravillas a distinta profundidad.
  - Suelos Typic Udifluents (perfil modal CT-52): en relieve plano con pendientes menores del 1%. Proviene de depósitos antiguos recubiertos con sedimentos recientes. La acidez es moderada, la saturación de bases totales es alta, el carbón orgánico es moderado y el fósforo bajo. Limitados por fluctuación del nivel freático, facilidad de encharcamiento, baja capacidad de retención de nutrientes.
  - Suelos Aquic Udifluents (perfil modal CT-6): en los alrededores de las cubetas o basines. Proviene de sedimentos medianos. Son suelos mal drenados. La fertilidad es baja, la acidez moderada, bases totales medias, carbón orgánico medio y fósforo bajo. De baja evolución genética. Limitantes: nivel freático fluctuante, facilidad de encharcamiento.
  - Suelos Fluventic Eutrudepts (perfil modal CT-2, réplica C-30): en zonas planas y ligeramente convexas con pendientes del 2%. Proviene de sedimentos medianos, de moderado drenaje natural. Texturas moderadamente gruesas. De baja fertilidad, moderadamente ácidos, bases totales medias y bajos contenidos de fósforo y carbón orgánico. De baja evolución genética. Limitantes: nivel freático fluctuante, susceptibles de encharcarse.
    - Inclusiones: suelos Aquertic Eutrudepts (perfil modal CT-44): en zonas planas. Proviene de sedimentos finos. Drenaje imperfecto. Su fertilidad es moderada.

Fuertemente ácidos, bases totales medias y bajos contenidos de fósforo y carbón orgánico. Limitantes: fluctuaciones del nivel freático, agrietamientos del suelo en época seca.

- Suelos Fluventic Hapludiolls (perfil modal CT-24): en transiciones hacia las lomas. Proviene de sedimentos moderadamente finos. Son bien drenados. Tienen alta fertilidad, moderadamente ácidos, alta saturación de bases, fósforo no detectado y carbón orgánico decreciente. Retención de humedad baja. Moderada evolución genética. Limitantes: susceptibilidad de encharcamiento.
- Suelos Fluventic Eutrudepts (perfil modal C-44): en zonas onduladas y transiciones a cóncavas. Proviene de sedimentos moderadamente finos. El drenaje natural es imperfecto. La fertilidad es moderada, fuertemente ácidos, bases totales medias. Bajos contenidos de fósforo y carbón orgánico. Baja evolución genética. Limitantes: fluctuación del nivel freático.

Tabla 36. Codificación de las unidades cartográficas de los suelos correspondientes a planicies fluvio-lacustres en el Departamento de Córdoba, que se encuentran en Ayapel. Fuente: adaptado de (IGAC, 2009, **pág. 148**).

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima ambiental	Tipo de relieve	Litología y sedimentos	Características de los suelos	Símbolo Unidades Cartográficas	Fases	Componentes Taxonómicos Taxonomía 2006
Planicie fluvio lacustre	Cálido húmedo	Plano de Inundación	Sedimentos mixtos	Muy superficiales a moderadamente profundos. Texturas moderadamente gruesas y finas. Susceptibles a inundaciones y encharcamientos. Pobre a imperfectamente drenados. Fertilidad de alta a moderada	Asociación RVA	a	Fluvaquentic Enoaquepts Vertic Fluvaquents Aquic Udfluvents
			Sedimentos finos y medios	Superficiales a moderadamente profundos. Texturas medias a finas. Drenaje natural pobre a imperfecto. Fertilidad alta a baja	Complejo RVB	a	Aquic Udfluvents Vertic Endoaquepts
			Sedimentos muy finos y medios	Superficiales. Texturas finas. Drenaje natural pobre. Fertilidad alta a baja	Consociación RVC	a	Vertic Endoaquepts Oxyaquic Udfluvents
		Terrazas	Sedimentos mixtos	Superficiales a moderadamente profundos. Texturas moderadamente finas a finas. Drenaje natural pobre a imperfecto. Fertilidad alta a moderada	Asociación RVD	a	Vertic Fluvaquents Fluvaquentic Eutrudepts Vertic Endoaquepts
Planicie fluvio lacustre	Cálido húmedo	Terrazas	Sedimentos medianos con substrato de arcillas hidromórficas antiguas	Superficiales a profundos. Texturas moderadamente gruesas a moderadamente finas a muy finas. Pobres a bien drenados. Fertilidad muy baja	Asociación RVG	a, b, b1, b2, c1	Oxic Dystrudepts Typic Dystrudepts Typic Hapludox Fluventic Dystrudepts Fluvaquentic Endoaquepts
		Vallecitos aluvial - coluviales	Sedimentos medios a finos	Superficiales y moderadamente profundos. Susceptibles a inundaciones y encharcamientos. Texturas moderadamente finas a muy finas. Pobre a imperfectamente drenados. Fertilidad baja	Asociación RVH	a	Aquic Dystrudepts Vertic Endoaquepts Aeric Endoaquepts
Lomerío erosional estructural	Cálido húmedo	Lomas y colinas	Lodolitas, areniscas y conglomerados	Moderadamente profundos a profundos. Texturas moderadamente finas a finas. Bien a moderadamente bien drenados. Erosión ligera a moderada. Fertilidad baja a moderada	Asociación LVA	b, b1, c, c1, c2, d, d1, d2, e1, e2	Typic Dystrudepts Oxic Dystrudepts Fluventic Dystrudepts Typic Fluvaquents Typic Kanhapludults
Lomerío fluvio gravitacional	Cálido húmedo	Vallecitos aluviales coluviales	Sedimentos heterogéneos	Moderadamente profundos. Drenaje natural moderado a imperfecto. Texturas medias y finas. Fertilidad alta a baja	Asociación LVG	a, b	Typic Udi- fluvents Aquic Udi- fluvents Fluventic Eutrudepts Aqueritic Eutrudepts Fluventic Hapludolls Fluvaquentic Eutrudepts



Símbolo Unidades Cartográficas	Asociación RVA	Complejo RVB	Consociación RVC	Asociación RVD	Asociación RVG	Asociación RVH	Asociación LVA	Asociación LVG
Características de los suelos	Muy superficiales a moderadamente profundos. Texturas moderadamente gruesas y finas. Susceptibles a inundaciones y encharcamientos. Pobres a imperfectamente drenados. Fertilidad de alta a moderada	Superficiales a moderadamente profundos. Texturas medias a finas. Drenaje natural pobre a imperfecto. Fertilidad alta a baja	Superficiales. Texturas finas. Drenaje natural pobre. Fertilidad alta a baja	Superficiales a moderadamente profundos. Texturas moderadamente finas a finas. Drenaje natural pobre a imperfecto. Fertilidad alta a moderada	Superficiales a profundos. Texturas moderadamente gruesas a moderadamente finas a muy finas. Pobres a bien drenados. Fertilidad muy baja	Superficiales y moderadamente profundos. Susceptibles a inundaciones y encharcamientos. Texturas moderadamente finas a muy finas. Pobres a imperfectamente drenados. Fertilidad baja	Moderadamente profundos a profundos. Texturas moderadamente finas a finas. Bien a moderadamente bien drenados. Erosión ligera a moderada. Fertilidad baja a moderada	Moderadamente profundos. Drenaje natural moderado a imperfecto. Texturas medias y finas. Fertilidad alta a baja

Figura 123. Unidades cartográficas de la clasificación de suelos del municipio de Ayapel según la Tabla 2, contiene también las zonas inundadas por el río Cauca desde 2010 en líneas rojas. Elaboración propia a partir de información de (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002), (IGAC, 2009, pág. anexos) e imagen de Landsat de 2010.



Clases	Unidades cartográficas de suelo	Principales características del suelo	Principales limitantes de uso	Uso recomendado	Prácticas generales de manejo
3-2: 3hs-2	RVaA, RVDa	En el plano de inundación y terrazas. Poseen relieve plano o ligeramente pendiente (3%). Proviene de sedimentos aluviales y fluvio-lacustres con texturas finas	Son susceptibles de encharcarse e inundarse. Su drenaje natural es pobre e imperfecto y el nivel freático es alto con profundidad efectiva superficial	En ganadería semi-intensiva con pastos mejorados (climacuna – <i>Dichanthium annulatum</i> , y admirable – <i>Brachiaria mutica</i> ) y para agricultura comercial de arroz. Con mejor drenaje se pueden utilizar en cultivos de plátano, maíz, caña de azúcar y palma africana	control de las inundaciones, fertilización técnica, uso de maquinaria de mediano peso, rotación de cultivos y potreros, reforestación con especies naturales en riberas de cuerpos de agua
4-2: 4hs-2	LVGa, LVGb	En terrazas y vallecitos de la planicie fluvio-lacustre, plano de inundación de la planicie aluvial y vallecitos de piedemonte, con relieve plano a ligeramente inclinado con pendientes menores al 7%. Proviene de sedimentos finos, medianos y mixtos de origen fluvio-lacustre	Limitantes de encharcamiento e inundación, drenaje pobre, fluctuación y nivel freático alto. La fertilidad varía de moderada a muy baja y las texturas de finas a gruesas con capas de gravilla sectorizadas. Para el uso agropecuario existen, presencia de gravillas y nutrientes muy limitados	Se usan en ganadería extensiva y cultivos de arroz y maíz, pero la aptitud es para ganadería semi-intensiva con pastos mejorados: admirable y alemán – <i>Echinochloa polystachya</i> en las áreas mal drenadas, angleton – <i>Dichanthium aristatum</i> y climacuna en las zonas bien drenadas, lo mismo que la siembra comercial de maíz, sorgo y soya	uso técnico de fertilizantes nitrogenados y abonos orgánicos, drenaje con canales para abatir el nivel freático, rotación de potreros y usar cercas vivas
5-1, 2: 5hs	RVBa, RVCa	En relieves plano-concavos con pendientes entre 0 y 1%. Los suelos son superficiales y provienen de aluviones finos, las texturas son finas	Son encharcados e inundados en época de lluvias ya que el drenaje natural es pobre pero la fertilidad es alta. Sus limitantes son el drenaje pobre, los encharcamientos e inundaciones periódicas y el bajo contenido de fósforo	En estiaje, las tierras se utilizan para ganadería extensiva con pastos naturales como panameña – <i>Ischaemum Indicum</i> , y mejorados como admirable, alemán y brachiaria dulce – <i>Brachiaria humidicola</i>	Con los suelos así, además de la ganadería se podría sembrar arroz seco, pero para producción agropecuaria habría que realizar obras de ingeniería regional que controlen las inundaciones combinadas con labores técnicas de fertilización, selección de cultivos, preparación de la tierra
6-2, 1: 6s-2	RVGa, RVGb1, RVGb2, RVGe1, LVAb, LVAa1, LVAa2, LVAe1, LVAe2, LVAd, LVAd1, LVAd2	En terrazas de planicie y planos de inundación y en lomeríos con relieve plano a ligeramente ondulado, con pendientes menores del 25%. Se encharcan ocasionalmente y presentan erosión ligera a moderada. Pueden presentar movimientos de masa del tipo terrazo y pata de vaca. Proviene de sedimentos mixtos fluviales, rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas) y de aluviones de diferente granulometría. Las texturas con suelos superficiales de texturas variadas a finas, bien drenados. Contienen fragmentos de rocas y gravillas, tienen reacción fuertemente ácida y son de fertilidad baja	profundidad efectiva superficial, erosión ligera, nivel freático alto, horizontes compactados, drenaje imperfecto, reacción fuertemente ácida y fertilidad baja a muy baja	Se usan en ganadería extensiva con pastos naturales como el colosuana – <i>Bothriocloa pertusa</i> , mejorados como faragua – <i>Hyparrhenia rufa</i> brachiaria y cultivos de subsistencia de maíz, yuca y plátano. No tienen opción para practicar agricultura comercial	La aptitud es para ganadería semi-intensiva con pastos mejorados resistentes a la humedad como pará, alemán, brachiaria dulce, faragua, angleton, colosuana y practicando la rotación de potreros. Sembrar cercas vivas. Dedicarlas a actividades silvopastoriles con especies comerciales (pino, teca, acacio, melina, ocobo). Si se va a sembrar, se debe hacer en curvas de nivel y con aplicación técnica de fertilizantes
6-2: 6hs 6es-2	RVHa, RVHb1, LVHa LVHb	en vallecitos del paisaje plano de inundación. El relieve es plano y las pendientes son menores al 3%. Proceden de sedimentos finos y medianos coluvio-aluviales	por el nivel freático fluctuante, inundaciones y encharcamientos ocasionales, baja disponibilidad de oxígeno y profundidad efectiva superficial. Son pobremente drenados, de fertilidad baja y texturas medias a finas	Se usan en ganadería extensiva con pastos mejorados (panameña, pará – <i>Brachiaria mutica</i> , pasto negro – <i>Paspalum plicatulum</i> ). Se puede sembrar arroz seco con variedades de período corto	Los proyectos silvo-pastoriles ayudarían a los suelos a conservarse, recuperarse y protegerse de la erosión

Figura 124. Unidades cartográficas de capacidad de uso del suelo en el municipio de Ayapel. Fuente: elaboración propia adaptado de IGAC (2009, pág. anexos).

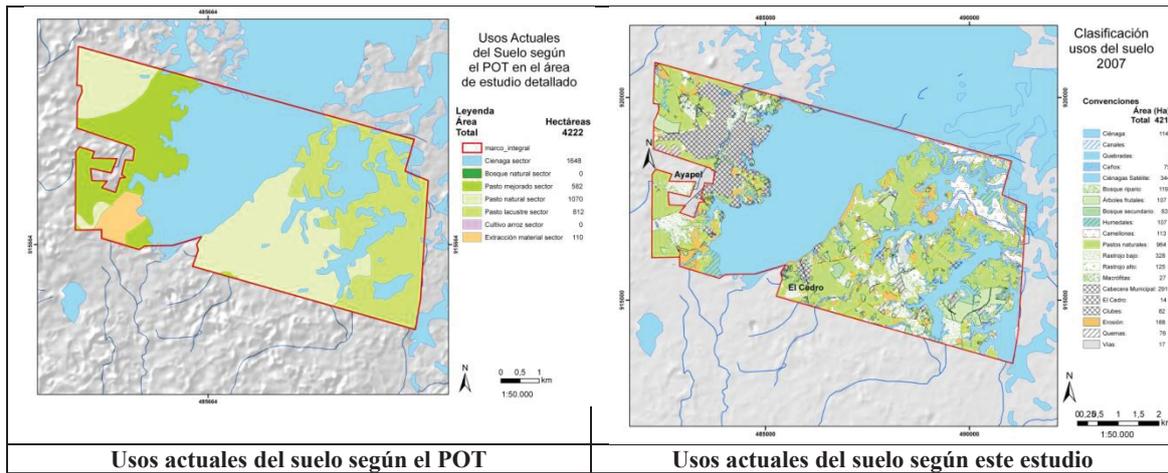


Figura 125. Comparación de los resultados de este estudio y la información del POT del municipio pudiéndose observar la diferencia de detalle alcanzada en este trabajo. Fuente: elaboración propia.

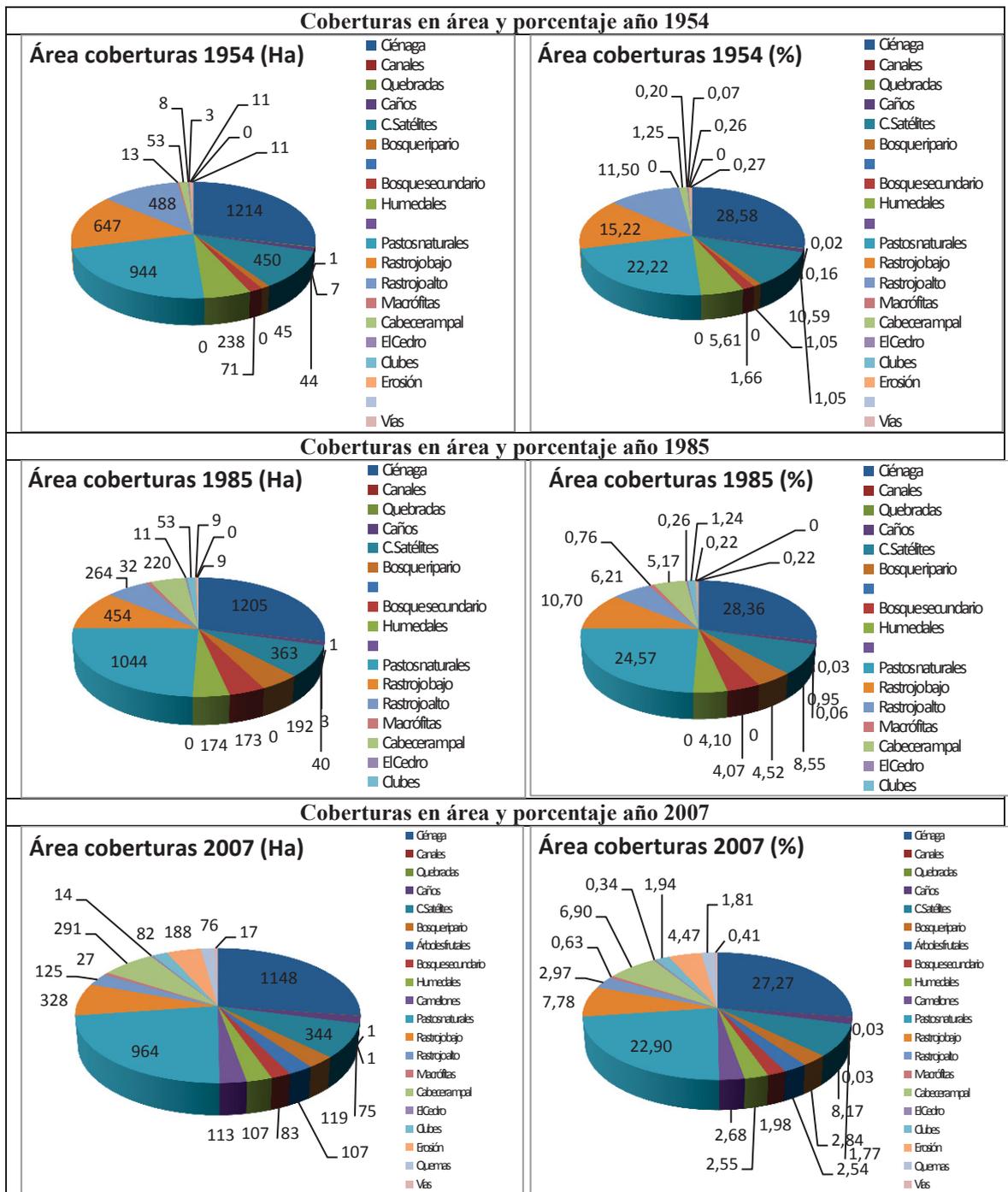


Figura 126. Gráficas tipo torta de la distribución de las coberturas en área y en porcentaje para los años analizados.  
Fuente: elaboración propia con datos de este trabajo.

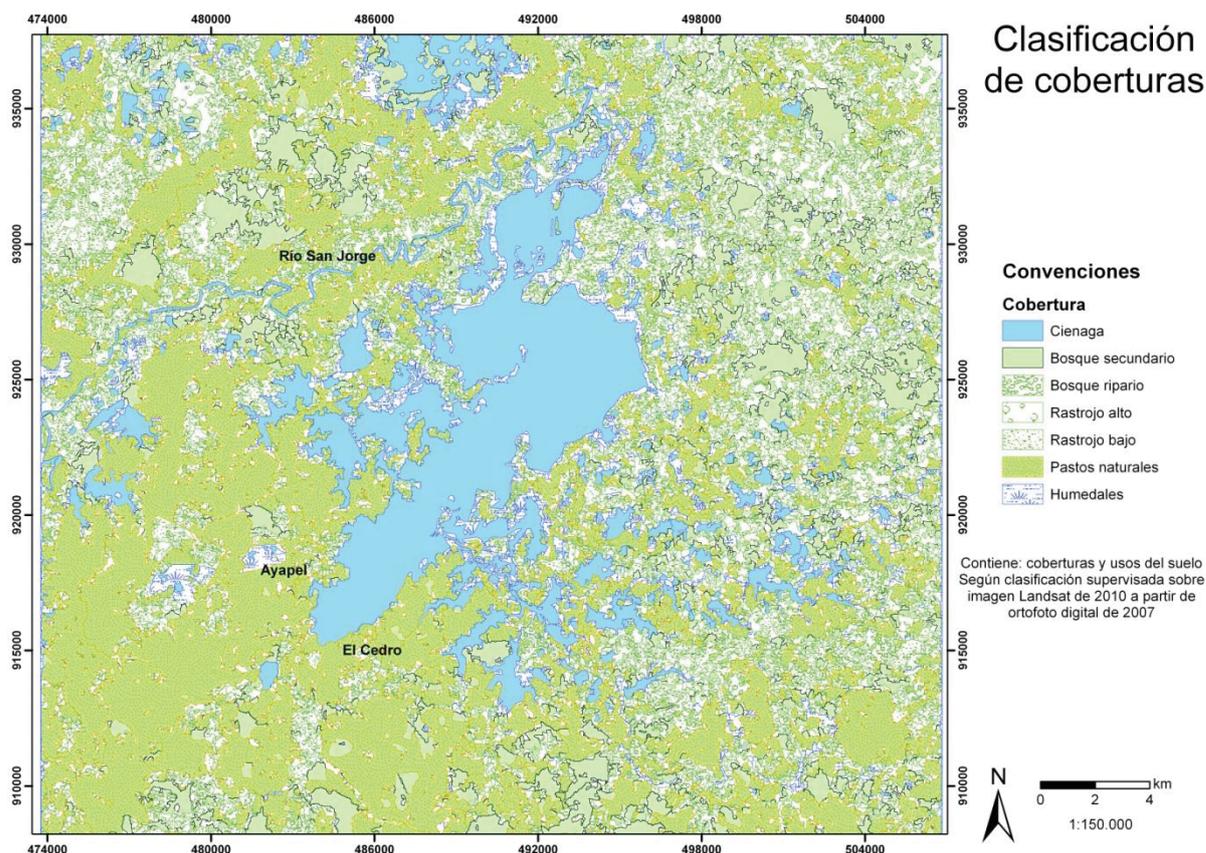


Figura 127. Imagen Landsat de 2010 clasificada teniendo la aerofotografía de 2007 como referencia. Fuente: elaboración propia.

Tabla 37. Cuantificación de las áreas correspondientes a cada cobertura, Fuente: elaboración propia.

Clasificación manual		Clasificación no supervisada	
Coberturas/1985	Área (hectáreas)	Coberturas/1986	Área (hectáreas)
Cuerpos de Agua	1612	Cuerpos de Agua	1529
Pastos	1115	Pastos	1431
Humedales/macrófitas	206	Humedales/macrófitas	413
Rastrojo bajo	454	Rastrojo bajo	26
Rastrojo alto	264	Rastrojo alto	208
Bosque ripario	192	Bosque ripario	83
Bosque secundario	173	Bosque secundario	330
Zonas urbanas	231	Zonas urbanas	231
<b>Total</b>	<b>4247</b>	<b>Total</b>	<b>4251</b>
Clasificación manual		Clasificación no supervisada	
Coberturas/2007	Área (hectáreas)	Coberturas/2010	Área (hectáreas)
Cuerpos de Agua	1569	Cuerpos de agua	1659
Pastos	1252	Pastos	1392
Humedales/macrófitas	134	Humedales/macrófitas	163
Rastrojo bajo	328	Rastrojo bajo	125
Rastrojo alto	125	Rastrojo alto	43
Bosque ripario	307	Bosque ripario	318
Bosque secundario	190	Bosque secundario	247
Zonas urbanas	305	Zonas urbanas	305
<b>Total</b>	<b>4210</b>	<b>Total</b>	<b>4252</b>

## ANEXO IV. UNIDADES CARTOGRÁFICAS DE CAPACIDAD DE USO DEL SUELO.

Tierras de clase 3: pertenecen a terrenos planos y ligeramente ondulados, con drenaje moderado a pobre, suelos superficiales a profundos y limitados moderadamente para uso y manejo por el nivel freático fluctuante y susceptibilidad de encharcamiento (IGAC, 2009, p 440).

Subclase 3hs-2: corresponde a los suelos de las asociaciones RVAa, RVDa que se presentan en el plano de inundación y terrazas. Poseen relieve plano o ligeramente pendiente (3%). Proviene de sedimentos aluviales y fluvio-lacustres con texturas finas. Son susceptibles de encharcarse e inundarse. Su drenaje natural es pobre a imperfecto y el nivel freático es alto con profundidad efectiva superficial. Su uso recomendado es en ganadería semi-intensiva con pastos mejorados (climacuna –*Dichanthium annulatum*, y admirable –*Brachiaria mutica*) y para agricultura comercial de arroz. Con mejor drenaje se pueden utilizar en cultivos de plátano, maíz, caña de azúcar y palma africana. Las prácticas agrícolas recomendadas son: control de las inundaciones, fertilización técnica, uso de maquinaria de mediano peso, rotación de cultivos y potreros, reforestación con especies naturales en riberas de cuerpos de agua (ibid p 442).

Tierras de clase 4: se encuentran en terrenos de relieve plano a moderadamente ondulado con pendientes menores al 12%. El drenaje natural va de bien a pobremente drenado. Las limitaciones de uso son moderadamente severas, bien sea por profundidad efectiva superficial, erosión ligera, nivel freático superficial, o susceptibilidad a inundación y encharcamientos (ibid, p 443).

Subclase 4hs-2: compuesta por las asociaciones LVGa y LVGb. Se localizan en terrazas y vallecitos de la planicie fluvio-lacustre, plano de inundación de la planicie aluvial y vallecitos de piedemonte, con relieve plano a ligeramente inclinado con pendientes menores al 7%. Proviene de sedimentos finos, medianos y mixtos de origen fluvio-lacustre. Tienen limitantes por fluctuación del nivel freático y capas de gravilla sectorizadas. El drenaje natural varía de moderado a pobre, la fertilidad de moderada a muy baja y las texturas de finas a gruesas. Para el uso agropecuario existen limitantes de encharcamiento e inundación, drenaje pobre, nivel freático alto, presencia de gravillas y nutrientes muy limitados. Actualmente se usan estas tierras en ganadería extensiva y cultivos de arroz y maíz, pero la aptitud es para ganadería semi-intensiva con pastos mejorados: admirable y alemán –*Echinochloa polystachya* en las áreas mal drenadas, angleton –*Dichanthium aristatum* y climacuna en las zonas bien drenadas, lo mismo que la siembra comercial de maíz, sorgo y soya. Las prácticas de manejo que se aconsejan son el uso técnico de fertilizantes nitrogenados y abonos orgánicos, drenaje con canales para abatir el nivel freático, rotación de potreros y usar cercas vivas.

Tierras de clase 5: se encuentran en el plano de inundación y terrazas de relieve plano con pendientes menores al 3%. Están sometidos a encharcamiento e inundaciones frecuentes y en sectores la pedregosidad es alta. Proviene de sedimentos finos a medianos de origen fluvial. El drenaje natural es pobre y la fertilidad varía de moderada a muy baja. Los limitantes son entonces el nivel freático superficial, la susceptibilidad a inundaciones, pedregosidad superficial, drenaje imperfecto. Actualmente se utilizan los suelos para ganadería extensiva en verano con pastos admirable y alemán. Con obras de ingeniería que controlen los desbordes de agua, se pueden adecuar para producción agrícola comercial (ibid, p 447).

Subclase 5hs: en suelos RVBa y RVCa localizados en relieves plano-concavos con pendientes entre 0 y 1%. Los suelos son superficiales y provienen de aluviones finos, las texturas son finas. Son encharcados e inundados en época de lluvias ya que el drenaje natural es pobre pero la fertilidad es alta. Sus limitantes son el drenaje pobre, los encharcamientos e inundaciones periódicas y el bajo contenido de fósforo. En estiaje, las tierras se utilizan para ganadería extensiva con pastos naturales como panameña –*Ischaemum Indicum*, y mejorados como admirable, alemán y brachiaria dulce –*Brachiaria humidicola*. Con los suelos así, además de la ganadería se podría sembrar arroz seco, pero para producción agropecuaria habría que realizar obras de ingeniería regional que controlen las inundaciones combinadas con labores técnicas de fertilización, selección de cultivos, preparación de la tierra.

Tierras de clase 6: se encuentran en vallecitos de paisaje de lomerío y en terrazas del plano de inundación. Pueden provenir de aluviones o de rocas sedimentarias o metamórficas. La textura es fina, de reacción ácida fuerte y fertilidad muy baja. El drenaje natural es pobre y las pendientes son bajas. Pueden presentar erosión hídrica. Está afectado por movimientos en masa como el terrazo o pata de vaca y en áreas presenta pedregosidad superficial. Pueden presentar concentraciones altas de aluminio. Esto hace que las limitaciones sean muchas y en combinaciones variadas (ibid, p 449).

Subclase 6s-2: corresponde a suelos RVGa, RVGb1, RVHb1, LVAb, LVAb1, LVAc. Se localizan en terrazas de planicie de inundación y en lomeríos con relieve plano a ligeramente ondulado, con pendientes entre 1 y 7%. Se encharcan ocasionalmente y presentan erosión y terraceo. Proviene de aluviones de diferente granulometría. Las texturas son finas. Están limitados por el nivel freático alto, horizontes compactados, drenaje imperfecto, reacción fuertemente ácida y fertilidad baja. Las tierras son utilizadas actualmente en ganadería extensiva con pastos naturales como el colosuana –*Bothriocloa pertusa*, y mejorados como faragua –*Hyparrhenia rufa* y *brachiaria*. No tienen opción para practicar agricultura comercial por tanto lo recomendable es dedicarlas a actividades silvopastoriles con especies comerciales (pino, teca, acacio, melina, ocobo), pastos mejorados como *brachiaria*, faragua, angleton. Si se va a sembrar, se debe hacer en curvas de nivel y con aplicación técnica de fertilizantes (ibid p 451).

Subclase 6hs: corresponde a suelos RVHa, LVHa y LVHb. Se encuentran en vallecitos del paisaje plano de inundación. El relieve es plano y las pendientes son menores al 3%. Proceden de sedimentos finos y medianos coluvio-aluviales. Están limitados por el nivel freático fluctuante, inundaciones y encharcamientos ocasionales, baja disponibilidad de oxígeno y profundidad efectiva superficial. Son pobremente drenados, de fertilidad baja y texturas medias a finas. El uso actual es en ganadería extensiva con pastos mejorados (panameña, pará –*Brachiaria mutica*, pasto negro –*Paspalum plicatulum*). Se puede sembrar arroz seco con variedades de período corto. Para la ganadería se recomiendan pastos resistentes a la humedad como pará, alemán, *brachiaria dulce* (ibid p 451).

Subclase 6es-2: corresponde a los suelos RVGb2, RVGc1, LVAc1, LVAc2, LVAd, LVAd1, LVAd2 que ocupan planos de inundación y terrazas en relieve plano y levemente inclinado, con pendientes menores del 25%. Pueden presentar erosión ligera a moderada y movimientos de masa del tipo terraceo y pata de vaca. Proviene de sedimentos mixtos fluviales y rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas), con suelos superficiales de texturas variadas, bien drenados. Contienen fragmentos de rocas y gravillas, tienen reacción fuertemente ácida y son de fertilidad baja. Los limitantes principales son: profundidad efectiva superficial, erosión ligera, fertilidad muy baja. Se utilizan en la actualidad en ganadería extensiva y cultivos de subsistencia de maíz, yuca y plátano. La aptitud es para ganadería semi-intensiva con pastos mejorados faragua, angleton, colosuana y practicando la rotación de potreros. Sembrar cercas vivas. Los proyectos silvo-pastoriles ayudarían a los suelos a conservarse, recuperarse y protegerse de la erosión (ibid 454).

## ANEXO V. INVENTARIO DE LAS VÍAS DEL MUNICIPIO DE AYAPEL.

Fuente: (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002)

VÍAS TERRESTRES							
VÍAS TERRESTRES PRINCIPALES							
TRAYECTO	LONGITUD km	TIPO DE PAVIMENTO	ESTADO ACTUAL				
			VERANO	INVIERNO			
Ayapel – La Apartada (Tramo en jurisdicción de Ayapel)	27	Carretera asfaltada 10 km	Bueno	Bueno			
		Carretera destapada 17 km					
Las Delicias – Pueblo Nuevo Popales	35	Carreteras Sin Pavimentar	Regulares	Malas			
Pueblo Nuevo Popales – Los Pájaros – Alfonso López	20						
Las Delicias – Marralú	10						
Las Delicias – Las Mucuras – Bocas de Sehebe	5	Carreteable Sin Pavimentar					
Pueblo Nuevo Popales – El Mango – Puerto Alegre – Potosí – Colorado (Nechí)	25	Carreteable Sin Pavimentar					
<b>TOTAL VÍAS TERRESTRES PRINCIPALES</b>	<b>122</b>						
VÍAS TERRESTRES SECUNDARIAS							
TRAYECTO	LONGITUD km	TIPO DE PAVIMENTO	ESTADO ACTUAL				
			VERANO	INVIERNO			
Palotal – Las Catas – Corinto	15	Carreteables Sin Pavimentar	Regulares	Malas			
Palotal – El Socorro – El Grillo	16						
Las Delicias – La Salvadora – El Grillo – (A Caucasia)	22						
La Colombia – Pueblo Nuevo Popales – Barropropio	25						
Loma La Esmeralda – El Almendro – (A Nechí, Ant.)	20						
Ayapel – El Cedro (Vía Quebradona)	8						
Quebrada Seca – Potosí – (A Nechí, Ant.)	24						
Playa Blanca Nariño – Vía a Los Pájaros – Playón de Aguas Claras – El Cariño	16						
Los Pájaros – Boca El Aguacate – El Oriente – Playa Blanca Nariño	19						
Pueblo Nuevo Popales – Caño Pescado – Caño Gil – Bajos de Malabel (Nechí)	28						
Cecilia – Matecaña	11						
Ayapel – Santa Rosa – Berlín	13						
El Cedro – La Cristalina – Quebradona Abajo	19						
<b>TOTAL VÍAS TERRESTRES SECUNDARIAS</b>	<b>236</b>						
VÍAS TERRESTRES TERCARIAS							
TRAYECTO	LONGITUD km	TIPO DE PAVIMENTO	ESTADO ACTUAL				
			VERANO	INVIERNO			
El Grillo – Santa Isabel – Las Ánimas – El Guamo – La Trinidad – (A Caucasia)	29	Carreteables Sin Pavimentar	Regulares	Malas			
El Noventa y Seis – Puerto Corinto	5						
Las Delicias – San Pablo	5						

El Grillo – El Humo – La Apartada	5			
El Cedro – Mermejo	4			
Barro Prieto – Los Aventinos – Caño Pescado	12			
La Lucha – El Cuchillo – El Papayo – El Brillante	16			
El Papayo – Guartinajas	4			
El Totumo – Zapal El Planeta	3			
El Garzal – Playa Blanca Nariño	2			
<b>CAMINOS RURALES Y/O TERRAPLENES PRINCIPALES</b>				
Cecilia – Bocas de Sehebe	2	Terraplén	Transitable	Intransitable
Cecilia – Sincelejito – Alfonso López	22	Terraplén y Camino Rural		
Alfonso López – El Totumo	12	Terraplén y Camino Rural		
<b>TOTAL CAMINOS RURALES y/o TERRAPLENES PPALES.</b>	<b>36</b>			
<b>VÍAS FLUVIALES</b>				
<b>VÍAS FLUVIALES PRINCIPALES</b>				
NOMBRE	TRAYECTO	LONGITUD km	ESTADO ACTUAL	
			VERANO	INVIERNO
Río San Jorge	(San Marcos, Sucre) – Bocas de Sehebe – Marralú – Puerto Corinto – (La Apartada)	90	Navegable	Navegable
Caño San Matías	Cecilia – Sincelejito – Alfonso López – San Matías Abajo – (A San Jacinto del Cauca, Bolívar)	40	Navegables Parcialm.	Navegables
Caño Grande	Cecilia – Bocas de Sehebe – (A San Marcos)	5		
Caño Barro	Cga. Ayapel – Hoyo de Los Bagres – Mermejo – Las Palmas	8		
Caño Pescado	El Oriente – Aguas Claras – Caño Pescado – Los Aventinos – (San Jacinto, Bolívar)	19		
<b>TOTAL VÍAS FLUVIALES PRINCIPALES</b>		<b>72</b>		
<b>VÍAS FLUVIALES SECUNDARIAS</b>				
NOMBRE	TRAYECTO	LONGITUD km	ESTADO ACTUAL	
			VERANO	INVIERNO
Caño La Junta	Cecilia – Corea – (A San Marcos, Sucre)	11	Navegables Parcialmente	Navegables
Caño El Totumo	Las Pozas – El Totumo – El Cuchillo	15		
Caño Atasco:	La Lucha – Guayabal	5		
Caño Guayabal:	Los Pájaros – Guayabal – El Oriente – Playa Blanca Nariño	18		
Caño Muerto	El Totumo – Alemania – El Playón	13		
Caño Sampusano	El Playón – Guartinajas – La Mina – (A San Marcos, Sucre)	10		
Caño Gramajo	Ciénaga de Ayapel – Sincelejito	6		
Caño Cucharal:	Sincelejito – La Gusanera	7		
<b>TOTAL VÍAS FLUVIALES SECUNDARIAS</b>		<b>85</b>		
<b>VÍAS LACUSTRES PRINCIPALES</b>				
NOMBRE	TRAYECTO	ESTADO ACTUAL		
		VERANO	INVIERNO	
Ciénaga de Ayapel	Ayapel – Cecilia Ayapel – El Cedro Ayapel – (Otros)	Navegables Parcialmente	Navegable	

Ciénaga Las Escobillitas	El Cedro – Las Palmas		
Ciénaga Las Palmas	El Cedro – Las Palmas		
Ciénaga Danta	Playa Blanca Nariño – El Garzal – Perú		
Ciénaga Las Palomas	El Cedro – El Garzal		
Ciénaga Las Escobillas	El Cedro – Perú		
Ciénaga La Ceiba	La Gusanera – Playa Blanca Nariño		

## ANEXO VI. PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.

1998 / 2001 – Proyección 2002. Fuente: Anuario Estadístico Departamento de Córdoba 2000-2001 en Municipio de Ayapel, POT 2002-2012

CULTIVO: ARROZ SECANO TECNIFICADO		SEM. 2/98	SEM. 1/99	SEM. 2/99	AÑO 2000	AÑO 2001	PROYEC. 2002
ÁREA (ha)	SEBRADA	400	1977	0	2328	2561	2817
	COSECHADA	400	1936	0	1609	1770	2817
PRODUCCIÓN OBTENIDA (ton)		1600	7744	0	4276	7080	11268
RENDIM. / ÁREA COSECHADA ((kg/ha)		4000	4000	0	4000	4000	4000
PRECIO PAGADO AL PRODUCTOR (\$/ton)		\$ 400.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 450.000
COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$/ha)		\$ 1.100.000	\$ 1.100.000	\$ 1.100.000	\$ 1.169.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
CULTIVO: MAIZ TRADICIONAL		SEM. 2/98	SEM. 1/99	SEM. 2/99	AÑO 2000	AÑO 2001	PROYEC. 2002
ÁREA (Has)	SEBRADA	30	300	180	1029	600	600
	COSECHADA	30	300	180	300	600	600
PRODUCCIÓN OBTENIDA (ton)		60	600	360	600	1200	1200
RENDIM. / ÁREA COSECHADA ((kg/ha)		2000	2000	2000	1300	2000	2000
PRECIO PAGADO AL PRODUCTOR (\$/ton)		\$ 300.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 320.000	\$ 400.000	\$ 400.000
COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$/ha)		\$ 520.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 500.000	\$ 550.000
CULTIVO: PATILLA		SEM. 2/98	SEM. 1/99	SEM. 2/99	AÑO 2000	AÑO 2001	PROYEC. 2002
ÁREA (Has)	SEBRADA	40	92	45	160	200	200
	COSECHADA	40	92	45	160	200	200
PRODUCCIÓN OBTENIDA (Ton)		360	828	360	1440	1800	1800
RENDIM. / ÁREA COSECHADA ((Kg/Ha)		9000	9000	8000	9000	9000	9000
PRECIO PAGADO AL PRODUCTOR (\$/ton)		\$ 200.000	\$ 250.000	\$ 300.000	\$ 250.000	\$ 300.000	\$ 300.000
COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$/Ha)		\$ 900.000	\$ 900.000	\$ 900.000	\$ 950.000	\$ 950.000	\$ 950.000
CULTIVO: ÑAME			AÑO 1999	SEM. 2/99	SEM. 1/2000	AÑO 2001	PROYEC. 2002
ÁREA (Has)	SEBRADA		248		250	250	300
	COSECHADA		248		250	250	300
PRODUCCIÓN OBTENIDA (Ton)			2604		2625	2625	2625
RENDIM. / ÁREA COSECHADA ((Kg/Ha)			10500		10500	10500	12600
PRECIO PAGADO AL PRODUCTOR (\$/ton)			\$ 180.000	\$ -	\$ -		
COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$/Ha)			\$ 785.000	\$ -	\$ -		
CULTIVO: PLÁTANO		AÑO 1998	AÑO 1999		AÑO 2000	AÑO 2001	PROYEC. 2002
ÁREA (Has)	SEBRADA	10	-		-		
	COSECHADA	-	10		10		
PRODUCCIÓN OBTENIDA (Ton)		-	550		550		
RENDIM. / ÁREA COSECHADA ((Kg/Ha)		-	5500		5500		
PRECIO PAGADO AL PRODUCTOR (\$/ton)		\$ -	\$ 350.000	\$ -	\$ 350.000		
COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$/Ha)		\$ 3.200.000	\$ 1.230.000	\$ -	\$ 1.230.000		
CULTIVO: YUCA		AÑO 1998	AÑO 1999		AÑO 2000	AÑO 2001	PROYEC. 2002
ÁREA (Has)	SEBRADA		248		167	250	250

	COSECHADA		248		163	250	250
PRODUCCIÓN OBTENIDA (Ton)			2604		1711	2625	2625
RENDIM. / ÁREA COSECHADA ((Kg/Ha)			10500		10500	10500	10500
PRECIO PAGADO AL PRODUCTOR (\$/ton)			\$ 180.000	\$ -	\$ 180.000	\$ 180.000	\$ 180.000
COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$/Ha)			\$ 785.000	\$ -	\$ 790.000	\$ 790.000	\$ 800.000
CULTIVO: OTROS (MANGO)		AÑO 1998	AÑO 1999		AÑO 2000	AÑO 2001	PROYEC. 2002
ÁREA (Has)	SEMBRADA	286	286		244	250	250
	COSECHADA	286	286		244	250	250
PRODUCCIÓN OBTENIDA (Ton)		1716	1716		1220	1500	1500
RENDIM. / ÁREA COSECHADA ((Kg/Ha)		6000	6000		5000	5000	5000
PRECIO PAGADO AL PRODUCTOR (\$/ton)		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$/Ha)		\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ -	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000

#### PRINCIPALES CULTIVOS DE LA REGIÓN DE LA MOJANA.

Registrados en el censo de 2003 por parte del Ministerio de Agricultura. Principales cultivos en La Mojana. Fuente: Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente, Censo de producción agropecuaria, 2003

PRODUCTO	ÁREA (ha)	PRODUCCIÓN (ton/ha)
Arroz tradicional	45436	2 - 2.5
Arroz tecnificado	20752	3.5 - 4
Maíz tradicional	14461	2 - 2.5
Maíz tecnificado	5643	3.5 - 4
Yuca	9936	10 - 14
Ñame	13002	8
Plátano	2435	4 - 5
Sorgo	1740	2 - 3
Patilla	1191	8 - 10

## ANEXO VII. INVENTARIO DE LA GANADERÍA PRACTICADA EN AYAPEL.

Comparando los años 1999 y 2000. Fuente: Umata de Ayapel, en (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002, pág. 185)

Conceptos	1.999	2.000
A. Pastos		
Superficie Has.	140.895	140.745
Pastos de Corte (caña Forrajera)	10	10
Pradera Tradicional (Colosvana)	81.430	81.400
Pradera mejorada (Brachiaria)	55.155	55.155
Pastos Naturales – zona humedales	4.000	4.000
Participación en el departamento	10.3%	10.2%
B. Inventario ganadero Bovino	117.205	112.758
Bovinos machos 0-12 meses	10.574	12.817
Machos 13-24 meses	25.059	11.985
Machos > 25 meses	2.681	2.211
Bovinos hembras 0-12 meses	11.923	13.885
Hembras 13-24 meses	23.827	15.216
Hembras > 24 meses	43.141	56.654
Bovinos vacas en Ordeño	19.572	12.550
Participación en el departamento	5.4%	5.3%
C. Tipo de explotación ganadera		
Ceba integral	5%	10%
Cría con ordeño o doble propósito	95%	90%
Lechería especializada		
D. producción Leche – precios		
Vacas en ordeño	19.572	12.550
Promedio días de ordeño	125	130
Producción por vaca/ días/ litro	2.6	2.2
Producción diaria/ litros	50.887	27.610
Precio promedio productor	\$400	\$500
Participación en el departamento	5.4%	5.3%
E. Producción Porcina total	8.977	10.059
Porcinos machos 0-6 meses	2.018	2.829
Machos > 6 meses	1.349	1.450
Porcinos hembras 0-6 meses	2.469	3.880
Hembras > 6 meses	3.141	2.150
Participación en el departamento %	2.91%	3%
F. Otras especies Pecuarias		
Caballar	1.542	5.250
Mular	933	720
Asnal	747	855
Bufalina	1.163	1.344
Ovina	731	891
G. Producción Avícola		
Aves de Postura	14.880	Patio 12.650 Galpón 6.250
Aves de engorde	15.065	Patio 7.430 Galpón 1.250

Aguilera (2009, p 40) publica datos del municipio de Ayapel y del Ministerio de agricultura y desarrollo rural sobre el inventario ganadero entre 1999 y 2007.

Censo de ganado bovino en Ayapel, para los años 1999 y 2007. Fuentes: Municipio de Ayapel (1999) y Ministerio de agricultura (2007) en Aguilera (2009, p 40)

	No de animales		Participación %	
	1999	2007	1999	2007
Machos < 12 meses	10574	11869	9,02	8,73
Machos 12-24 m	25059	13666	21,38	10,06
Machos > 24 m	2681	9700	2,29	7,14
Subtotal	38314	35235	32,69	25,93
Hembras < 12 m	11923	17804	10,17	13,10
Hembras 12-24 m	23827	17452	20,33	12,84
Hembras > 24 m	43141	65402	36,81	48,13
Subtotal	78891	100658	67,31	74,07
Total	117205	135893		
Partic Depto	5,40%	5,40%		

## ANEXO VIII. DATOS SOCIO – ECONÓMICOS DEL MUNICIPIO

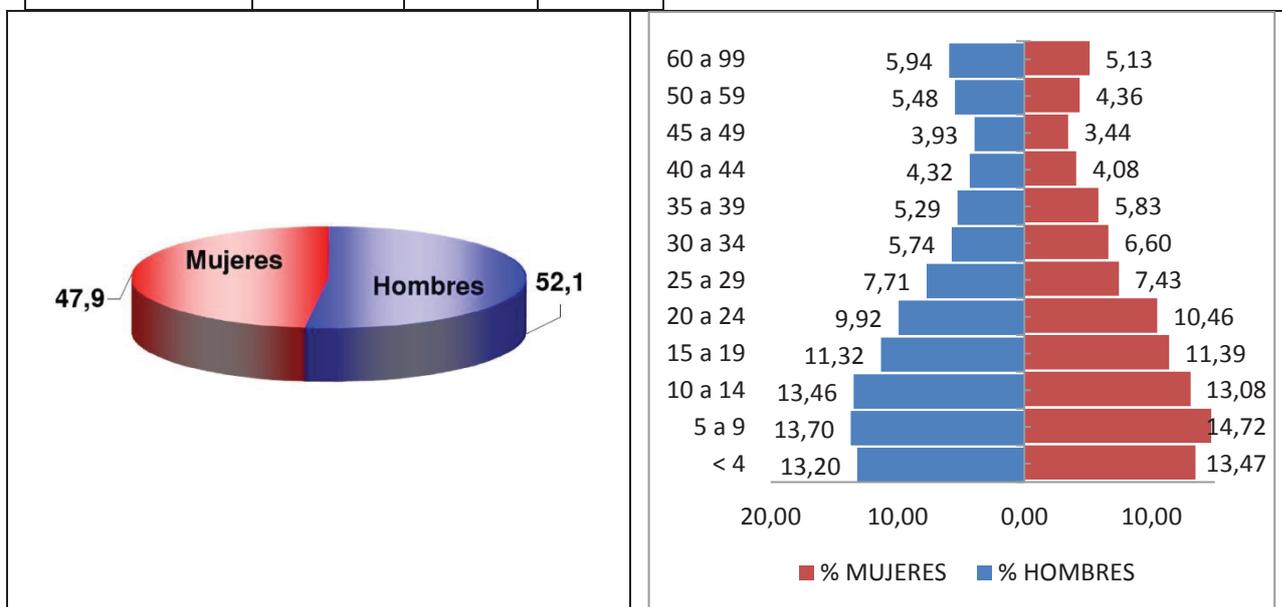
### VARIABLES DEMOGRÁFICAS

Población de Ayapel para los censos 1964, 1973, 1985 comparada con la del país y la del departamento de Córdoba. Fuentes: (ECOESTUDIOS, 1989).

CENSO	PAÍS			CÓRDOBA			AYAPEL		
	URBANA	RESTO	TOTAL	URBANA	RESTO	TOTAL	URBANA	RESTO	TOTAL
1964	9093094	8391414	17484508	183967	401747	585714	5610	15794	21404
1973	13548183	9313935	22862118	273425	470999	744424	7952	16024	23976
1985	18726843	9140483	27867326	397432	516204	913636	14075	26198	40273
SUPERFICIE	1138914 km <sup>2</sup>			25058 km <sup>2</sup>			1973 km <sup>2</sup>		
AÑO	1964	1973	1985	1964	1973	1985	1964	1973	1985
DENSIDAD	15.35	20.07	24.47	23.37	29.71	36.46	10.85	12.15	20.41

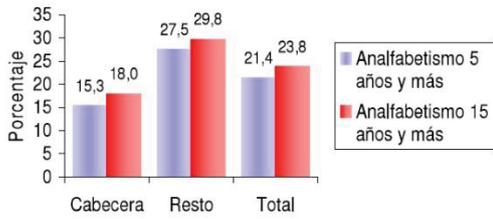
Datos censales de Ayapel de 2005. Fuente: DANE y cálculos de área de este estudio.

Año	Habitantes			Tasas de crecimiento promedio anual			Tasa de urbanización
	Total	Cabecera	Resto	total	cabecera	resto	
2005	42629	20923	21706	-2,4	1,2	-4,83	49,08
Area km <sup>2</sup>	1973	2.1	1970.9				
Densidad hab/km <sup>2</sup>	21.6	7190	11				

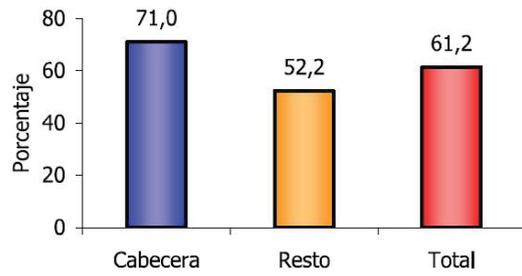


Distribución de la población por sexo y grupo de edad. Puede apreciarse que en la pirámide poblacional cerca de un 30% de la población tiene menos de 20 años. De allí en adelante hay un cambio apreciable de la población en edad laboral, posiblemente debido a la migración en busca de trabajo. Principalmente las mujeres se desplazan a las grandes ciudades para trabajar como empleadas del servicio. Según (HAGGET, 1994, pág. 153), se podría hablar de una población progresiva con migraciones de la población de edad media. Fuente: adaptado de (DANE, 2010).

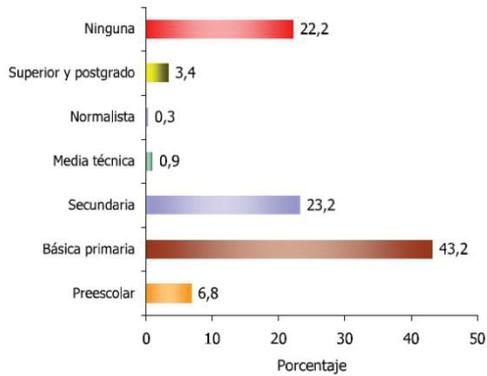
**Tasa de Analfabetismo, población de 5 años y más y 15 años y más, cabecera resto**



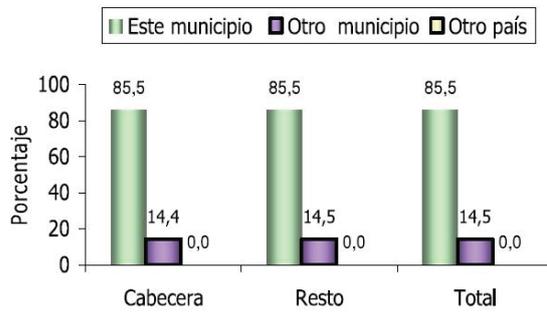
**Asistencia escolar, población de 3 a 24 años**



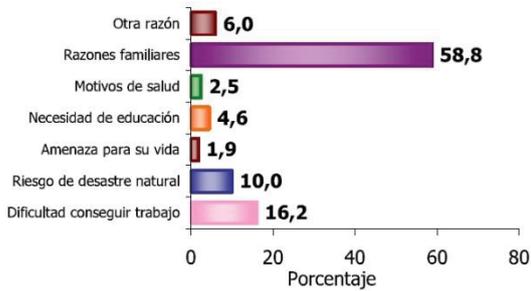
**Nivel educativo**



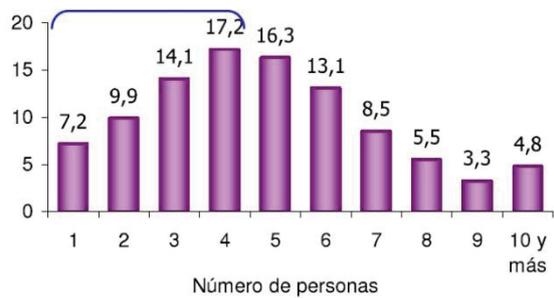
**Distribución de la población según lugar de nacimiento**



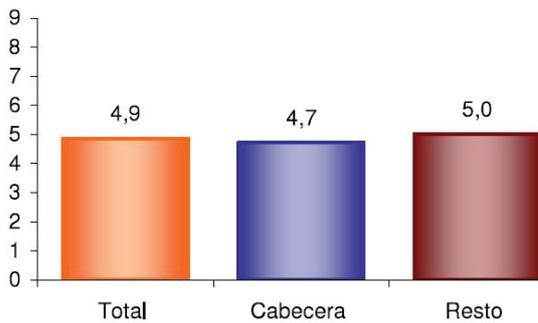
**Causa cambio de residencia durante los últimos cinco años**



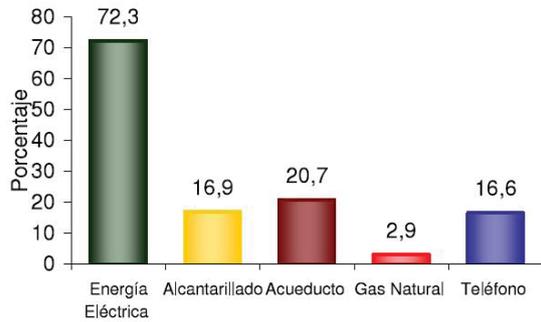
**Hogares según número de personas**

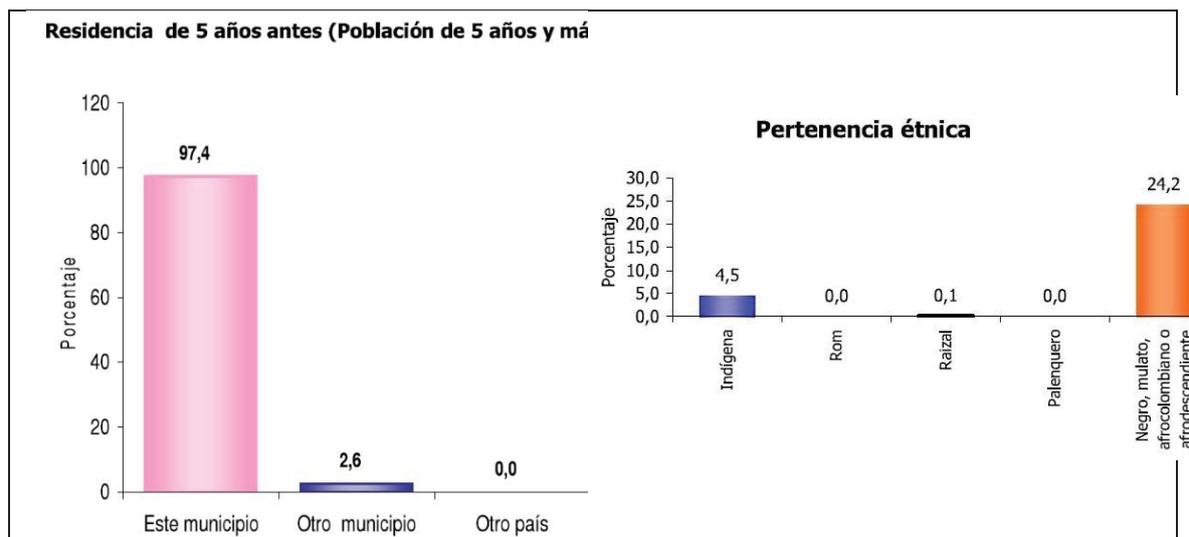


**Promedio de personas por hogar**



**Servicios con que cuenta la vivienda**





Algunos resultados demográficos del municipio de Ayapel, del censo de 2005. Se puede apreciar en algunos datos, como el analfabetismo es alto, principalmente en la zona rural. En general el nivel educativo es bajo y la mayoría de la población educada sólo ha recibido educación primaria. Los habitantes son en su mayoría del municipio y viven desde hace 5 años en él. El número de habitantes promedio por hogar es de 5 y el servicio de energía eléctrica llega a un porcentaje alto de las viviendas. Fuente: (DANE, 2010).

#### TENENCIA DE LA TIERRA

Titulación de 296,274 ha de baldíos a 4,732 familias en La Mojana.

DEPTO Municipio	LEY 135/61		LEY 160/94		TOTAL		
ANTIOQUIA	Títulos	Hectáreas	Títulos	Hectáreas	Títulos	Hectáreas	UAF <sup>11</sup>
Nechí	181	10302.50	15	756.5	196	11059	56
<b>Subtotal</b>	181	10302.50	15	756.5	196	11059	56
BOLIVAR							
Achí	1410	35596.00			1410	37596	27
Magangué	184	30873.90	14	134.1	198	31008	157
<b>Subtotal</b>	1594	68469.90	14	134.1	1608	68604	184
CÓRDOBA							
Ayapel	1083	169914.70	6	511.3	1089	170426	156
<b>Subtotal</b>	1083	169914.70	6	511.3	1089	170426	156
SUCRE							
Caimito	269	2325.10	146	129.9	415	2455	6
Guaranda	89	4041.90	37	466.1	126	4508	36
Majagual	72	18209.70	65	1252.3	137	19462	142
San Benito Abad			81	8153.00	81	8153	101
San Marcos	632	9633.70	428	278.30	1060	9912	9
Sucre	13	1560.10	7	134.90	20	1695	85
<b>Subtotal</b>	1075	35770.50	764	10414.50	1839	46185	379
<b>TOTALES</b>	3933	282457	799	11816	4732	296274	775

<sup>11</sup> UAF: unidad agraria familiar calculada entre 10 y 20 hectáreas para la zona de La Mojana con potencial productivo, consideradas suficientes para el sostenimiento de una familia

Predios ordenados por rango de tamaño en hectáreas para el año 1988, Fuente: **(ECOESTUDIOS, 1989)**.

RANGO	Nro PREDIOS	ÁREA (Ha)	AVALÚO
hasta 1	69	32,0979	3.761.411,5000
1,1 a 2	59	199,3512	5.673.500,0000
2,1 a 5	40	169,6000	5.087.500,0000
5,1 a 10	75	595,2678	17.240.891,5000
11 a 15	37	465,4000	9.140.000,0000
16 a 20	51	940,1965	18.712.000,0000
21 a 50	131	4.520,6879	88.620.000,0000
51 a 100	89	6.047,2959	94.629.000,0000
101 a 200	67	9.847,4384	202.961.000,0000
201 a 500	40	11.681,5168	181.281.000,0000
501 a 1000	10	6.681,2147	83.962.000,0000
1001 a 5000	4	5.523,4000	111.126.000,0000
5001 a 10000	2	1.876,1086	94.760.000,0000
<b>TOTALES</b>	674	48.579,5757	916.954.303,0000

Predios ordenados por avalúo para el año 1988. Fuente: **(ECOESTUDIOS, 1989)**

RANGO	Nro PREDIOS	ÁREA (Ha)	AVALÚO
hasta 20000	26	17,4992	283.503,0000
20001 a 50000	49	67,5481	1.618.300,0000
50001 a 100000	67	225,8550	5.034.500,0000
100001 a 200000	92	1.051,0575	13.528.000,0000
200001 a 500000	155	18.051,0065	50.885.000,0000
500001 a 1000000	133	5.526,5636	79.644.000,0000
1000001 a 2000000	87	8.006,2233	116.970.000,0000
2000001 a 3000000	37	5.573,2970	91.367.000,0000
3000001 a 5000000	26	8.861,2791	99.017.000,0000
más de 5000000	2	1.199,2723	458.607.000,0000
<b>TOTALES</b>	674	48.579,6016	916.954.303,0000

En las siguientes Tablas se hace la comparación de las formas de tenencia y área de la explotación entre el municipio de Ayapel y el departamento de Córdoba.

Áreas utilizadas según tipo de tenencia. Fuente: **(ECOESTUDIOS, 1989)**.

FORMAS DE TENENCIA	MUNICIPIO DE AYAPEL		DEPTO. DE CÓRDOBA	
	ÁREA (Ha)	%	ÁREA (Ha)	%
PROPIEDAD	167527	86,63	1593767	87,37
ARRENDAMIENTO	200	0,10	24901	1,37
COLONATO	10	0,01	30751	1,69
APARCERÍA	14	0,01	15647	0,86
OTRAS FORMAS	25641	13,26	159165	8,73
<b>TOTAL</b>	193392	100	1824231	100

Áreas según el tipo de cultivo existente. Fuente: (ECOESTUDIOS, 1989).

FORMAS DE APROVECHAMIENTO	MUNICIPIO DE AYAPEL		DEPTO. DE CÓRDOBA	
	ÁREA (Ha)	%	ÁREA (Ha)	%
CULTIVOS PERMANENTES	140	0,07	28625	1,14
CULTIVOS TEMPORALES	6770	3,49	170040	6,80
PASTOS	156005	80,33	1611063	64,41
OTROS USOS	31285	16,11	691672	27,65
<b>TOTAL</b>	<b>194200</b>	<b>100</b>	<b>2501400</b>	<b>100</b>

Número de explotaciones según tipo de tenencia. Fuente: (ECOESTUDIOS, 1989).

FORMAS DE TENENCIA	MUNICIPIO DE AYAPEL		DEPTO. DE CÓRDOBA	
	Nro. EXPLOT	%	Nro. EXPLOT	%
PROPIEDAD	719	95,48	42713	78,16
ARRENDAMIENTO	1	0,13	2270	4,15
COLONATO	5	0,66	1560	2,85
APARCERÍA	6	0,80	1631	2,98
OTRAS FORMAS	22	2,92	6474	11,85
<b>TOTAL</b>	<b>753</b>	<b>100</b>	<b>54648</b>	<b>100</b>

Comparación del número y área de las explotaciones entre Ayapel y el total del Departamento. Fuente: (ECOESTUDIOS, 1989).

TAMAÑO (Ha)	MUNICIPIO DE AYAPEL				DEPTO. DE CÓRDOBA			
	Nro. EXPLOT	%	SUPERFICIE	%	Nro. EXPLOT	%	SUPERFICIE	%
MENOS DE 1	53	7,04	9	0,00	20058	38,79	4526	0,24
DE 1.1 a 5	116	15,41	246	0,13	11979	23,16	24599	1,28
DE 5.1 a 10	18	2,39	117	0,06	4028	7,79	27925	1,46
DE 10.1 a 20	28	3,72	384	0,20	4074	7,88	56312	2,94
DE 20.1 a 50	70	9,30	2265	1,17	4748	9,18	149905	7,83
DE 50.1 a 100	90	11,95	6187	3,20	2995	5,79	207085	10,82
DE 100.1 a 500	287	38,11	58171	30,08	3175	6,14	637377	33,29
DE 500.1 A 1000	54	7,17	36293	18,77	413	0,80	272830	14,25
MÁS DE 1000	37	4,91	89719	46,39	242	0,47	534152	27,90
<b>TOTAL</b>	<b>753</b>	<b>100</b>	<b>193391</b>	<b>100</b>	<b>51712</b>	<b>100</b>	<b>1914711</b>	<b>100</b>

## PRODUCCIÓN DE CULTIVOS TRANSITORIOS

Cultivos transitorios y anuales, 2006 en Colombia, Córdoba y Ayapel.. Fuente: (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, 2006).

Cultivos	Colombia		Córdoba		Ayapel		Colombia	Córdoba	Ayapel
	Área (Hectáreas)	Producción (Tonelada)	Área (Hectáreas)	Producción (Tonelada)	Área (Hectáreas)	Producción (Tonelada)	Rendimiento (toneladas/hectárea)		
Arroz manual	62.283	97.810	15.759	27.640	820	1.219	1,57	1,75	1,49
Arroz secano mecanizado	164.595	788.812	11.896	47.679	2.850	9.214	4,79	4,01	3,23
<b>Total Arroz</b>	<b>455.412</b>	<b>2.361.579</b>	<b>32.404</b>	<b>104.258</b>	<b>3.670</b>	<b>10.433</b>	<b>5,19</b>	<b>3,22</b>	<b>2,84</b>
Maíz tradicional	450.846	785.706	33.120	63.580	685	1.370	1,74	1,92	2,00
Maíz tecnificado	148.302	576.806	9.410	40.088			3,89	4,26	
<b>Total Maíz</b>	<b>599.148</b>	<b>1.362.512</b>	<b>70.833</b>	<b>206.657</b>	<b>685</b>	<b>1.370</b>	<b>2,27</b>	<b>2,92</b>	<b>2,00</b>
<b>Total cultivos transitorios</b>	<b>1.639.959</b>	<b>8.684.779</b>	<b>127.646</b>	<b>384.155</b>	<b>4.360</b>	<b>11.803</b>	<b>5,30</b>	<b>3,01</b>	<b>2,71</b>
<b>Cultivos anuales y permanentes</b>									
Yuca	198.991	1.962.442	16.647	187.509	350	3.150	9,86	11,26	9,00
Mango	13.569	58.800	696	5.667	240	1.200	4,33	8,14	5,00
<b>Total general</b>	<b>2.418.511</b>	<b>16.170.519</b>	<b>26.682</b>	<b>279.118</b>	<b>350</b>	<b>4.350</b>	<b>6,69</b>	<b>10,46</b>	<b>12,43</b>

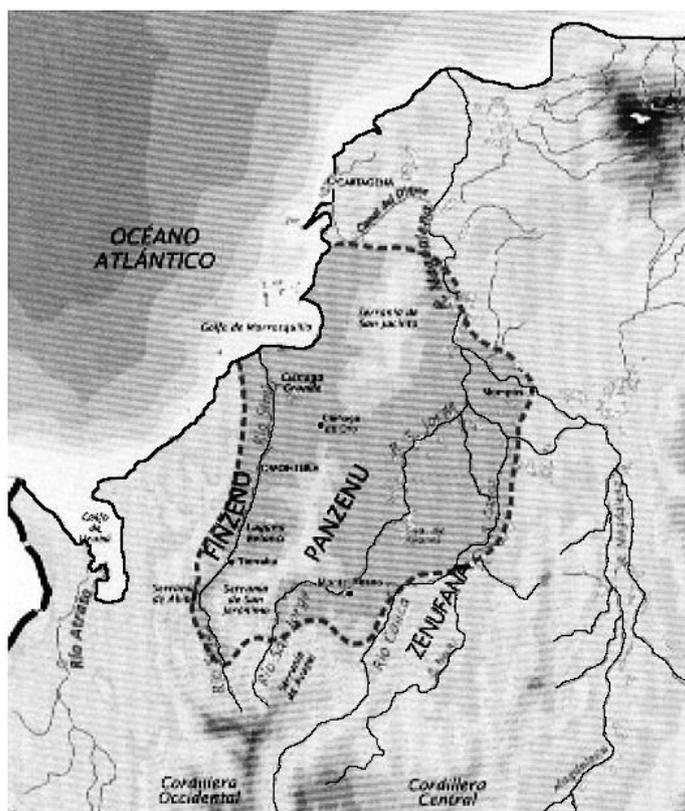


Figura 128. Localización de los tres cacicazgos Zenúes. Fuentes: Banco de la República, Museo del Oro.

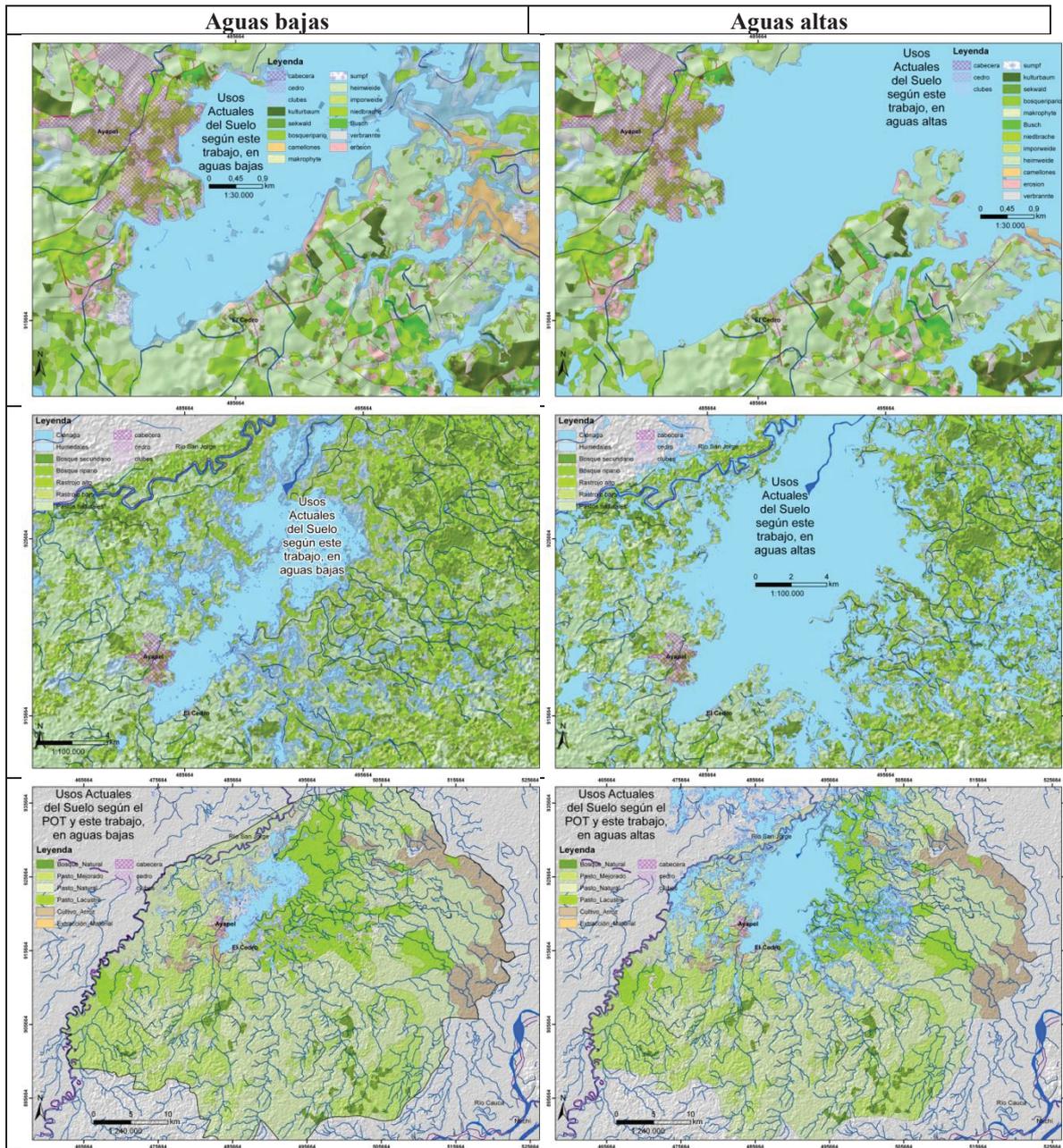


Figura 129. Aspecto de la región durante los escenarios de aguas bajas –a la izquierda- y aguas altas –a la derecha- mostrada en tres escalas. Elaboración propia a partir de datos de este estudio y del POT del municipio.

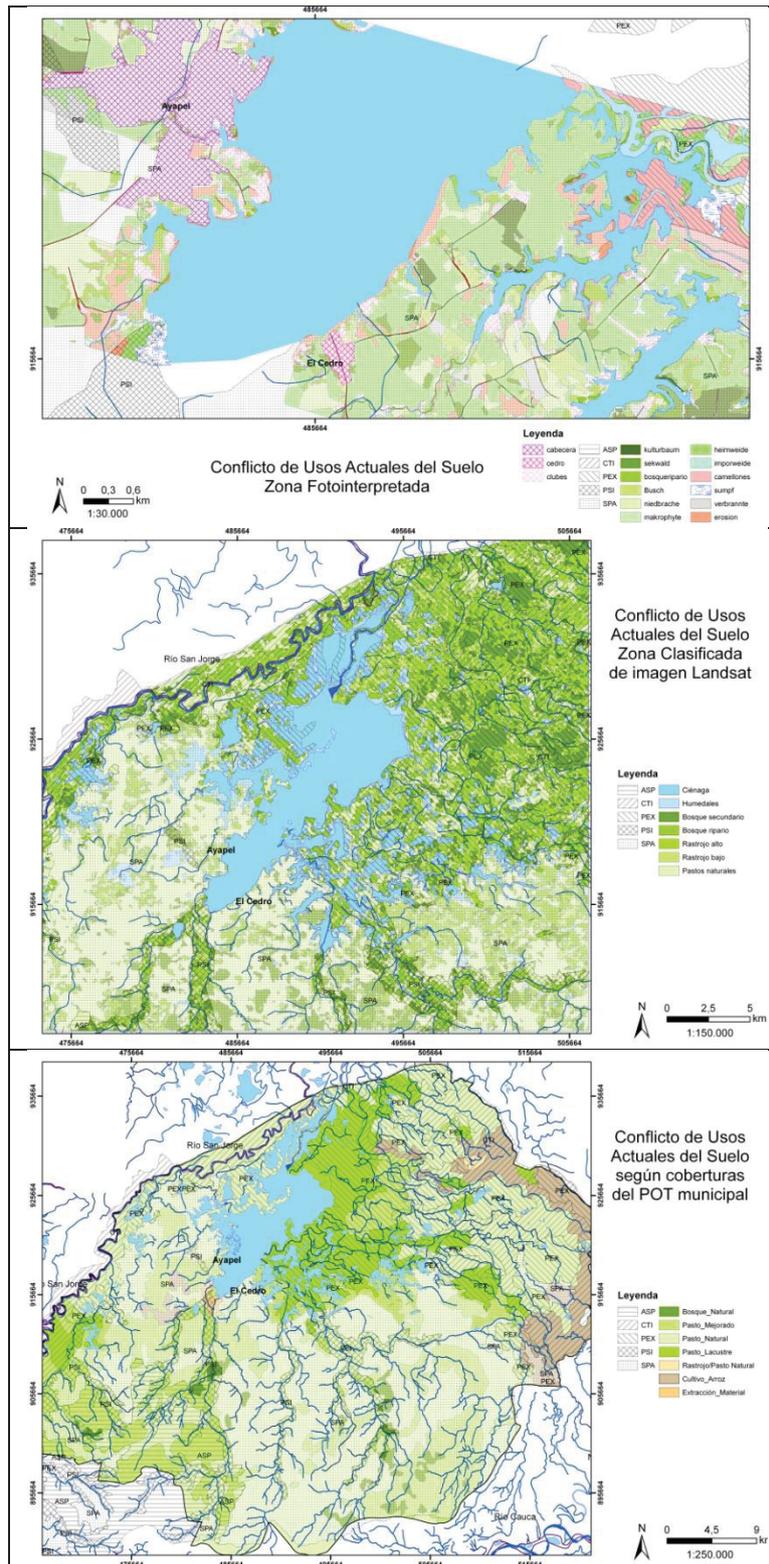


Figura 130. Coberturas del suelo, según este estudio, mediante fotointerpretación y clasificación de imagen Landsat, y según el POT (MUNICIPIO DE AYAPEL, 2002) en contraste con la zonificación de tierras según el IGAC (2009), que permite deducir las áreas en donde se está ejerciendo un uso con suelos no aptos y con limitantes para dicho uso.

# HOJA DE VIDA

## LEBENS LAUF

### **Persönliche Daten:**

Name: Fabio de Jesus Velez Macias

Geboren am: 13.12.60 in Medellin, Kolumbien

Staatsangehörigkeit: kolumbianisch

Adresse: Calle 6753-108 Of. 20-403, Medellín, Kolumbien

Telefonnummer: 0057 – 4 - 2198600 / 0057 – 4 - 2195571

E-mail: fabio.velez@udea.edu.co

### **Schulbildung:** seit 1973 bis 1978

Art der Schulen: Gymnasium

Name der Schule: Liceo Nacional Marco Fidel  
Suarez - Medellin

Abschluß: Abitur

### **Studium:** seit 1979 bis 1992

Name der Universität: Universität von Antioquia

Hauptfach: Abwasserwissenschaften

Nebenfach: Wasser und Umweltverwaltung

Abschluß: Diplom

seit 1998 bis 2002

Name der Universität: Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia (pädagogische und technologische Universität von Kolumbien)

Hauptfach: Geographie

Abschluß: Magister (Master)

### **Fortbildung:**

Wasseraufberatungsanlagen. AINSA. 1991.

Grundkonzepte für Design und Aufbau Gasleitungsnetzungen von. AINSA, ACIEM, SOTEC; 1995.

Geoinformatik für Kataster- und Territorialverwaltung. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá. Sept. bis Nov. de 1995.

### **Berufstätigkeit:**

seit 1992 bis 1995

Institution: Universität von Antioquia

Funktion: Angestellter für Beratung bei verschiedenen Umweltstudien und Problemlösungen für den öffentliche Bereich und Privatfirmen auf dem Gebiet der Umweltverschmutzung

seit 1995 bis derzeit

Institution: Universität von Antioquia

Funktion: Profesor asociado (Assistenz-Professor)

Durchgeführte Lehrveranstaltungen: Geomatik, Kartenlehre, Umweltverschmutzung, Seminar zur Einführung in Abwasserbewirtschaftung, Praktika zu Prozessen der Abwasseraufbereitung

### **Verwaltung Tätigkeiten:**

Leiter der Abteilung für Abwasserwesen und Umwelt, Universität von Antioquia, ab März 2014 bis Februar 2017

Prodekan der Ingenieur fakultät der Universität von Antioquia, von April 2001 bis May 2004.

Leiter der Abteilung für Abwasserwesen und Umwelt, Universität von Antioquia, ab Juni 2004 bis Juni 2005.

Ab August 2005, Vorbereitung und Beginn des Promotionsstudiums zunächst an der Universität von Antioquia und danach an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.

### **Publikationen:**

MOLINA F., RENGIFO O. y VÉLEZ F. (1993) "Modelo Gaussiano de Dispersión de Contaminantes Atmosféricos". (Gaußsches Modell für die Verteilung der Atmosphärenverschmutzung). Revista AINSA, Nro. 24, año XIII. Pag. 33.

VÉLEZ F. (1996) "Introducción a los sistemas de información geográfica" (Einführung in geographische Informationssysteme). Revista Facultad De Ingeniería. ISSN: 0120-6230 Editorial Universidad de Antioquia v.8 fasc. p.121 - 125.

VÉLEZ F. (1997) "Industria y medio ambiente" (Industrie und Umwelt). En: Revista Facultad De Ingeniería. ISSN: 0120-6230 Editorial Universidad de Antioquia v.9 fasc. p.72 - 82, 1997.

VELEZ, F. (2002) "Factores, patrones y tendencias del crecimiento vertical en el área urbana de Medellín". Perspectiva Geográfica ISSN: 0123-3769 Editorial Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia v. N/A fasc.7 p.61 - 110.

VELEZ F. (2005) "Convergencia de las racionalidades en el ordenamiento del espacio". Perspectiva Geográfica ISSN: 0123-3769 Editorial Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia v.1 fasc.11 p.11 - 19.

JORDAN E., GONZALEZ J., CASTILLO K., TORRES J., UNGERECHTS L., VELEZ F., BLANCO D., CRUZ M. (2010) "Ortofotomapa del Chimborazo y su valor como diagnóstico para cambios climáticos en relación con otros glaciares tropicales" Colección Glaciares, Nevados Y Medio Ambiente: Glaciares, Nieves Y Hielos De América Latina. Cambio Climático Y Amenazas. ISBN: 978-958-97896-9-8 Imprenta Nacional de Colombia p.239 - 260.

JORDAN E., GONZALEZ J., CASTILLO K., TORRES J., VELEZ F., BLANCO D., CRUZ M. (2010) "Desaparición de los glaciares en el parque nacional de los nevados en Colombia. caso santa Isabel y su investigación glaciocfotogramétrica" Colección Glaciares, Nevados Y Medio Ambiente: Glaciares, Nieves Y Hielos De América Latina. Cambio Climático Y Amenazas. ISBN: 978-958-97896-9-8 Imprenta Nacional de Colombia, p.181 - 192.

VELEZ F., JORDAN E., (2011) "Sensoramiento remoto en el sistema cenagos de Ayapel, Córdoba, Colombia" Memorias Del I Workshop En Inteligencia Bioinspirada. ISBN: -978-958-8748-56-6, p.23 - 33.

MONTOYA Y., VÉLEZ F., AGUIRRE N. (2011) "Características morfométricas de un lago de plano inundable tropical ciénaga Hoyo los Bagres, Colombia". Revista Facultad De Ingenieria ISSN: 0120-6230 Editorial Universidad de Antioquia v.1 fasc. 59 p.203 - 214.

RAMOS D., MEJIA R., VELEZ F., AGUIRRE N. (2012) "Diagnóstico de las condiciones sanitarias del corregimiento El Cedro, en Ayapel, Córdoba". Revista Acodal ISSN: 0120-0798 Editorial Gente Nueva v.231 fasc. N/A p.14 - 24.

VELEZ F., AGUIRRE N., GONZALEZ E., OSORIO Y., ATEHORTUA E., MARIN N. (2013) "Desarrollo de un biocombustible a partir de materiales vegetales". Imprenta Departamental De Antioquia ISBN: 9789588848075 2013.

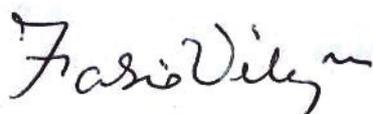
VELEZ F., AGUIRRE N., GONZALEZ E., OSORIO Y., ATEHORTUA E., MARIN N. (2014) "Caracterización de plantas acuáticas y material vegetal para el desarrollo de un biocombustible sólido". Revista Colombiana de Materiales. ISSN: 2256-1013 p.152 - 157 v.5.

RUIZ, J., et.al. (2016) "Modelación espacial de la calidad del agua en el río Tapartó". Revista Mutis. ISSN 2256-1498. Vol. 6, No. 1. P 16-27.

MURILLO, M. et.al. (2016) "Aplicación de tres índices bióticos en el río San Juan, Andes, Colombia". Revista Mutis. ISSN 2256-1498. Vol 6, No. 2. P 59-73. <http://dx.doi.org/10.21789/22561498.1151>.

PUERTA, T., AGUIRRE, N., VELEZ, F. (2016) "Sistema cenagoso de Ayapel como posible sitio Ramsar en Colombia". Gestión y Ambiente. Vol 19, No. 1. P 110-122.

VÉLEZ, F., MONTOYA, Y., AGUIRRE, N., JORDAN, E. (2016) "Biological diversity in the Ayapel (Colombia) floodplain system". GeoÖko. Vol 37. P. 60-78. Uni-Göttingen.



**FABIO DE JESUS VELEZ MACIAS**

Medellín, 29.06.18