



**DINÁMICAS SOCIO-TERRITORIALES Y TEMPERATURA SUPERFICIAL  
TERRESTRE EN EL ÁREA URBANA DE LORICA Y SU ZONA DE INFLUENCIA  
DURANTE EL PERÍODO 2013 – 2022.**

**Estudiante:  
DENILSON JOSÉ CORREA RAMOS**

**Proyecto de investigación presentado como requisito para optar el título de geógrafo**

**Director:  
Magíster. RICHARD MIGUEL HERNÁNDEZ SABIÉ**

**Universidad de Córdoba  
Facultad de Ciencias Básicas  
Departamento de Geografía y Medio Ambiente  
Instituto de Investigaciones Geográficas y Ambientales del Caribe - *GeoCaribe*  
*Programa de Pregrado en Geografía PPG***

**Santa Cruz de Lorica, abril de 2023**



Constancia de evaluación de jurados

## RESUMEN

### **DINÁMICAS SOCIO-TERRITORIALES Y TEMPERATURA SUPERFICIAL TERRESTRE EN EL ÁREA URBANA DE LORICA Y SU ZONA DE INFLUENCIA DURANTE EL PERÍODO 2013 – 2022.**

Por

Denilson José Correa Ramos

La (re)configuración espacio temporal de la zona de influencia del área urbana de Lorica, es el resultado de una acumulación en el tiempo de complejos procesos naturales y culturales que reflejan las realidades territoriales de las comunidades en términos económicos y socio-ambientales, y que son además un factor determinante en el comportamiento de la temperatura superficial terrestre y sus impactos en los distintos ámbitos del territorio.

A través de esta investigación, se identificaron elementos tangibles que muestran la transformación del territorio y su relación con factores climáticos como la temperatura. Se representó cartográficamente el comportamiento de las coberturas y usos de la tierra, utilizando técnicas de análisis espacial, y el cálculo de la temperatura superficial terrestre, para lo cual se emplearon procesos de teledetección, teniendo en cuenta la época seca del año. Posteriormente se analizaron las dinámicas socio-territoriales con relación a los cambios espacio-temporales de las coberturas y la variabilidad de la temperatura superficial terrestre entre los años 2013 y 2022, para elaborar un diagnóstico que permitió establecer la correlación de las dinámicas socio-territoriales y su grado de incidencia en la fluctuación de la temperatura superficial.

Los métodos empleados en esta investigación fueron el cartográfico, por medio del cual se representó gráficamente la temporalidad y comportamiento espacial de las coberturas y usos de la tierra, y la temperatura superficial terrestre durante el período de tiempo establecido. Además, se utilizó la crítica analítico-descriptiva y correlacional con la ayuda de técnicas de corte cualitativo y cuantitativo, para la realización de los cálculos estadísticos asociados a la variabilidad de superficies de coberturas y los valores de temperatura superficial terrestre.

Esta investigación se soportó en los postulados teórico-conceptuales de la geografía ambiental, urbana y los fundamentos de la crítica del paisaje, como elemento que permite comprender el territorio en sus diversos aspectos, además de teorías emergentes relacionadas con la transformación del entorno natural, la crisis climática y el desarrollo de los territorios conforme a los desafíos del cambio climático.

En definitiva, comprender las realidades territoriales y las dinámicas de las comunidades, requirió tener presente el enfoque geográfico, porque permite integrar y analizar el dinamismo natural y antrópico que ocurre en el territorio. No obstante, el uso de la teoría espacial, las nuevas técnicas, herramientas geo-tecnológicas y los nuevos enfoques del análisis territorial, son fundamentales para detallar la realidad del entorno y proponer soluciones a corto, mediano y largo plazo.

**Palabras claves:** Coberturas de la tierra, temperatura superficial terrestre, cambio climático, territorio y paisaje.

**ABSTRACT**  
**SOCIO-TERRITORIAL DYNAMICS AND TERRESTRIAL SURFACE**  
**TEMPERATURE IN THE URBAN AREA OF LORICA AND ITS AREA OF**  
**INFLUENCE DURING THE PERIOD 2013 – 2022**

By  
Denilson José Correa Ramos

The (re)temporal-spatial reconfiguration of the influence zone of the urban area of Lorica is the result of an accumulation over time of complex natural and cultural processes that reflect the territorial realities of the communities in economic and socio-environmental terms, and are also a determining factor in the behavior of land surface temperature and its impacts in different areas of the territory.

Through this research, tangible elements were identified that show the transformation of the territory and its relationship with climatic factors such as temperature. The behavior of land cover and land use was cartographically represented using spatial analysis techniques, along with the calculation of land surface temperature, employing remote sensing processes, taking into account the dry season of the year. Subsequently, socio-territorial dynamics were analyzed in relation to the spatial-temporal changes in land cover and the variability of land surface temperature between the years 2013 and 2022, in order to develop a diagnosis that allowed establishing the correlation between socio-territorial dynamics and their degree of incidence in the fluctuation of land surface temperature.

The methods used in this research were cartographic, through which the temporality and spatial behavior of land cover and land use, as well as land surface temperature during the established time period, were graphically represented. Additionally, analytical-descriptive and correlational approaches were employed using qualitative and quantitative techniques to perform statistical calculations associated with the variability of land cover surfaces and land surface temperature values.

This research was supported by the theoretical-conceptual postulates of environmental geography, urban geography, and the foundations of landscape critique as elements that allow understanding the territory in its various aspects, as well as emerging theories related to the transformation of the natural environment, the climate crisis, and the development of territories in response to the challenges of climate change.

Ultimately, understanding territorial realities and community dynamics required a geographic approach, as it enables the integration and analysis of the natural and anthropic dynamism that occurs in the territory. However, the use of spatial theory, new techniques, geotechnological tools, and new approaches to territorial analysis are fundamental to accurately depict the reality of the environment and propose short, medium, and long-term solutions.

**Keywords:** Land cover, land surface temperature, climate change, territory and landscape.

DINÁMICAS SOCIO-TERRITORIALES Y TEMPERATURA SUPERFICIAL TERRESTRE  
EN EL ÁREA URBANA DE LORICA Y SU ZONA DE INFLUENCIA DURANTE EL  
PERÍODO 2013 – 2022.

DENILSON JOSÉ CORREA RAMOS

Universidad de Córdoba

Línea de investigación

Organización espacial y prospectiva territorial

## **DEDICATORIA**

*Al espíritu santo que va delante de mí. A ti madre que siempre estás conmigo desde cualquier lugar del universo donde te encuentres, porque fuiste y serás mi motivación, mi ejemplo de lucha.  
Esto también es para ti papá porque forjas en mí un hombre de éxitos...*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradezco a Dios y al universo por permitirme llegar a este punto del proceso.

Infinitamente agradezco a mis padres, porque fueron mis guías durante este tiempo.

A mi hermana Glady Luz Correa, porque una llamada tuya reactivaba mis fuerzas.

A mis hermanos por sus consejos.

A mi director, Richard Hernández Sabié, por su tiempo, disposición y sabiduría.

A José Miguel Pérez compañero y amigo del que siempre recibí apoyo en momentos difíciles, a Santiago Ávila compañero al que estimo mucho. A Sandra Causil, Ingrid Cabarcas y Omaira Muñoz, porque las admiro y recuerdo siempre sus mensajes de ánimo.

A todos aquellos compañeros que siempre tuvieron sus buenos deseos conmigo, los estimo mucho.

A todos mis profesores del pregrado, en especial a Teonila Aguilar, al profesor Juan Jiménez Caldera con quién inicié este proyecto, a José Luis Torres porque desde un principio confió en las bondades y el conocimiento que aportaría este proyecto a la diversificación del conocimiento geográfico y finalmente a Óscar Puerta Avilés, gracias por sus sabios consejos profe.

A todos ustedes mil gracias.

## TABLA DE CONTENIDO

N°	Contenido	Página
	INTRODUCCIÓN.	1
1.	Capítulo 1. ELEMENTOS TEÓRICOS, CONCEPTUALES Y METODOLÓGICOS: LA TEMPERATURA SUPERFICIAL TERRESTRE COMO HERRAMIENTA PARA EL ESTUDIO DE LAS DINÁMICAS Y REALIDADES SOCIO TERRITORIALES	7
1.1	Geografía Ambiental: orígenes, enfoques y retos	7
1.1.1	Sostenibilidad ambiental y cambio climático: Orígenes y perspectivas.	9
1.2	Ambiente y Paisaje	12
1.3	El paisaje como aspecto que permite entender la realidad del territorio	13
1.4	Desarrollo Territorial Integrado DTI en el marco de la crisis climática global	16
1.5	La Geografía Urbana: Una visión crítica para analizar la estructura organizativa de la ciudad	17
1.5.1	Confort y estrés urbano.	20
1.5.2	Temperatura Superficial Terrestre LST e Islas de Calor Urbano ICU	21
1.6	Fundamentos metodológicos	25
1.6.1	Fase 1. Levantamiento y clasificación de las coberturas de la tierra a partir de la metodología CORINE Land Cover	25
1.6.2	Fase 2. Procesamiento de parámetros necesarios para el cálculo de la temperatura superficial terrestre LST	28
1.6.3	Fase 3. Relación de los usos del suelo urbano con la LST	32
1.6.4	Fase 4. Redacción del informe final	32
2	Capítulo 2. DINÁMICAS SOCIO-ESPACIALES Y TRANSFORMACIÓN DEL PAISAJE NATURAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE LORICA	34
2.1	Contexto histórico de las dinámicas socio-territoriales que transformaron el paisaje natural de la subregión del valle del río Sinú	34
2.2	Las coberturas y usos de la tierra: representación de las realidades y dinámicas socio-territoriales del área de influencia del casco urbano de Lorica	40
3	Capítulo 3. CORRELACIÓN DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL TERRESTRE Y COBERTURAS DE LA TIERRA EN EL CASO URBANO DE LORICA Y SU ZONA DE INFLUENCIA EN LOS AÑOS 2013 A 2022	54
3.1	Aspectos climáticos generales y específicos del municipio de Lorica y su relación con el comportamiento de las coberturas de la tierra	54
3.2	Correlación de temperatura superficial terrestre y coberturas de la tierra	55
4	Capítulo 4. RELACIONES FUNCIONALES URBANO-RURALES EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE LORICA Y SU ÁREA DE INFLUENCIA	65
4.1	Gestión, planificación y organización territorial	65
4.2	Cambio climático y sostenibilidad ambiental	66
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76

## LISTA DE FIGURAS

N°	Nombre de la Figura	Página
1	Localización de la zona de influencia del área urbana de Lorica	5
2	Síntesis teórica	24
3	Síntesis metodológica	33
4	Ingeniería hidráulica del pueblo Zenú	35
5	Corredor vial Lorica y Montería que divide el flujo entre el Río Sinú y la Ciénaga Grande	37
6	Cercamiento del Caño del Jabón en la Ciénaga Grande del Bajo Sinú	38
7	Central hidroeléctrica URRÁ	38
8	Sedimentación del caño de Chimalito a su entrada a la ciénaga del Lucero	39
9	Proyectos productivos como obras de compensación de la hidroeléctrica URRÁ para los campesinos del Bajo Sinú	41
10	Distribución espacial de las clases de suelos presentes en la zona	42
11	Quemas de maleza en los campos de cultivos situados en la Ciénaga Grande del Bajo Sinú	43
12	Comportamiento multi-temporal de las coberturas de la tierra, caso de las tierras destinadas a las actividades agrícolas (pastos y mosaicos de cultivos)	45
13	Representación multi-temporal de las coberturas de la tierra en el área de influencia del casco urbano de Lorica 2013-2018	48
14	Representación multi-temporal de las coberturas de la tierra en el área de influencia del casco urbano de Lorica 2019-2022	49
15	Comportamiento multi-temporal de las coberturas de la tierra, caso de las tierras desnudas-degradadas y las zonas de extracción minera	51
16	Comportamiento multi-temporal de las coberturas de la tierra, caso de las tierras desnudas-degradadas y las zonas de extracción minera	52
17	Levantamiento de terraplenes en los planos de inundación de la CGBS	53
18	CuarTEAMIENTO de suelos en la CGBS asociados a los eventos extremos del fenómeno del niño	56
19	Precipitaciones anuales acumuladas en Colombia para los años 2013 a 2021	57
20	Comportamiento de coberturas de la tierra (tiempo en años) con respecto a la variabilidad de la superficie terrestre (en hectáreas)	58
21	Pérdida de vegetación ocasionada por la actividad ganadera y las temperaturas en los planos de inundación de la CGBS	59
22	Temperatura superficial terrestre en el área de influencia del casco urbano de Lorica durante los años 2013 a 2022	61
23	Matriz de correlación de temperatura superficial terrestre y coberturas de la tierra (años)	63
24	Comportamiento multi-temporal de focos de calor en el casco urbano de Lorica y su zona de influencia.	68
25	Propuesta de sostenibilidad ambiental en la zona de influencia del casco urbano de Lorica en el marco de los ODS el DTI.	71

## LISTA DE TABLAS

N°	Nombre de la Tabla	Página.
1	Temporalidad de imágenes satelitales empleadas para el análisis de LST.	27
2	Bandas espectrales empleadas para el cálculo de la temperatura superficial terrestre.	28
3	Variación anual de temperatura superficial terrestre y coberturas de la tierra.	71

## INTRODUCCIÓN

La rapidez con la que se está transformando y degradando el entorno natural, disminuye las posibilidades para que los seres vivos puedan adaptarse a los cambios emergentes; es por ello, que los grandes ecosistemas han sido históricamente los más afectados gracias al desbalance térmico que hasta el día de hoy produjo la revolución industrial y la nueva era tecnológica. Sin embargo, los esfuerzos por mantener la temperatura por debajo de dos grados centígrados aún siguen siendo una utopía, esta condición acrecienta y socava problemas ya existentes como la pobreza, el hambre, los desplazamientos humanos masivos, la seguridad alimentaria y la desigualdad social.

El mayor problema que atañe a la humanidad actualmente es la fluctuación promedio de la temperatura; aunque la problemática es global, las emisiones de gases contaminantes no son las mismas en todas las regiones del planeta, sin embargo, sus mayores consecuencias se ven reflejadas en las regiones más pobres y menos industrializadas. Según el informe de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL (2018) sobre la Economía del Cambio Climático en América Latina y el Caribe, reveló que la región contribuye con menos del 10% del total global de emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, aunque sus fuentes de emisiones son más limpias que el promedio global, establece que la mayor parte de las emisiones son ejercidas por el cambio de uso del suelo y la agricultura; esto representa en promedio el 42% comparado con el 18% del promedio mundial, de manera que, la deforestación y la degradación de biomasa, son dos de los principales aportantes de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) a la atmósfera en Latinoamérica (Bárcena, *et al.*, 2013).

En Colombia como en la mayoría de los países latinoamericanos, la economía está sustentada en el sector primario, destacando las actividades de agricultura y ganadería, y el sector industrial extractivo; de ellas el IDEAM (2015a) estima que el país arroja a la atmósfera aproximadamente el 0,57% de las emisiones globales, es decir, 236 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> eq/año. El sector de la agricultura, silvicultura y los usos de la tierra junto con la producción energética son los mayores emisores con un 43% y 44% respectivamente.

El departamento de Córdoba y el municipio de Santa Cruz de Lorica en particular, hacen parte de la región ganadera del país, por lo tanto, gran parte de sus tierras son dedicadas a la actividad ganadera de tipo extensivo. Esta característica ha desencadenado conflictos de uso del suelo relacionados con la desaparición de las fuentes hídricas por causa de la deforestación indiscriminada y la pérdida de ecosistemas de humedales por desecación de cuerpos de agua, especialmente los situados en el Distrito Regional de Manejo Integrado DMI Ciénaga Grande del Bajo Sinú. Estos problemas situaron al municipio de Lorica en el año 2012 con la mayor extensión de suelos degradados, representado el 82.5% de las tierras afectadas por esta condición a nivel departamental. Su principal causa estuvo asociada a la expansión de la frontera agropecuaria (IDEAM, 2015b).

Estas actividades antrópicas son la mayor causa de problemas relacionados a la desertificación y consecuentemente a la generación de islas de calor, la cuales tienden a formarse en lugares desprovistos de vegetación y son formadas por el intercambio de radiación de onda larga y flujos de calor entre superficie y atmósfera. Este parámetro ayuda a entender los procesos físicos del balance energético e hídrico de la superficie a escala local y global, porque proporciona información sobre las variaciones temporales y espaciales del estado y equilibrio de la superficie, y permite estudiar los graves problemas climáticos del mundo actual, por ejemplo, la alteración atmosférica y del ciclo hidrológico, el monitoreo de la vegetación y el clima urbano (Anderson *et al.*, 2008; Brunsell & Gillies, 2003; Kerr *et al.*, 2000; Arnfield, 2003; Bastiaanssen *et al.*, 1998; Hansen *et al.*, 2010).

En este sentido, la interacción que ocurre entre los complejos procesos antrópicos y el manejo de los recursos naturales, son actualmente los generadores de graves problemas ambientales en el área de estudio, los cuales condujeron a la siguiente pregunta de investigación, **¿Cuáles son las dinámicas socio-territoriales que inciden en el comportamiento de la temperatura superficial terrestre en el perímetro urbano de Santa Cruz de Lorica y su área de influencia para los años 2013 hasta 2022?**

Para estudiar la problemática del casco urbano de Lorica y su zona de influencia, se requirió revisar y estudiar en orden cronológico, el contexto histórico hasta la época actual, las conductas

de ocupación y poblamiento del territorio, con el propósito de comprender las dinámicas culturales de las comunidades, sus formas de vida y relaciones con el entorno natural, de manera que, se tuvieran elementos necesarios para analizar la relación de los cambios del paisaje con el estado multitemporal de la temperatura superficial terrestre.

En la elaboración de los resultados tendentes a dar respuesta a los objetivos planteados y resultados esperados, acerca de los cambios multi-temporales de las coberturas y uso de la tierra, el cálculo de la temperatura superficial terrestre, y sus impactos en las formas de vida de las comunidades urbano rurales, fue necesario la implementación de los métodos cartográficos, la crítica analítico-descriptiva y correlacional con la ayuda de técnicas de corte cualitativo y cuantitativo.

Este trabajo investigativo, rescató la importancia de conocer las dinámicas socio-culturales del área de estudio, desde un punto de vista retrospectivo, para entender las realidades y problemas del contexto territorial contemporáneo, de manera que permitió demostrar a través de un diagnóstico correlacional que las transformaciones del paisaje natural sugieren variaciones en el comportamiento del clima local y puede generar graves afectaciones a la economía local y regional sin los correctivos necesarios, los cuales deben partir de un (re)ordenamiento territorial con la visión de un desarrollo territorial integrado capaz de adaptarse a los nuevos desafíos del cambio climático global.

La hipótesis que orientó esta investigación planteó que las transformaciones en el entorno natural, ocasionados en su gran mayoría por la incidencia antrópica, demuestran una clara relación con el cambio en la temperatura superficial terrestre, estas a su vez representadas en islas de calor. Lo anterior sin duda, resultado de inadecuadas prácticas de planificación gestión y (re)ordenamiento territorial, principalmente desde el aprovechamiento de los recursos naturales en los espacios rurales y la disposición de áreas verdes dentro del casco urbano.

Por consiguiente, el objetivo general de esta investigación, se centró *en analizar las dinámicas socio-territoriales y su incidencia frente al comportamiento de la temperatura superficial terrestre en el perímetro urbano del municipio de Lorica y su área de influencia para*

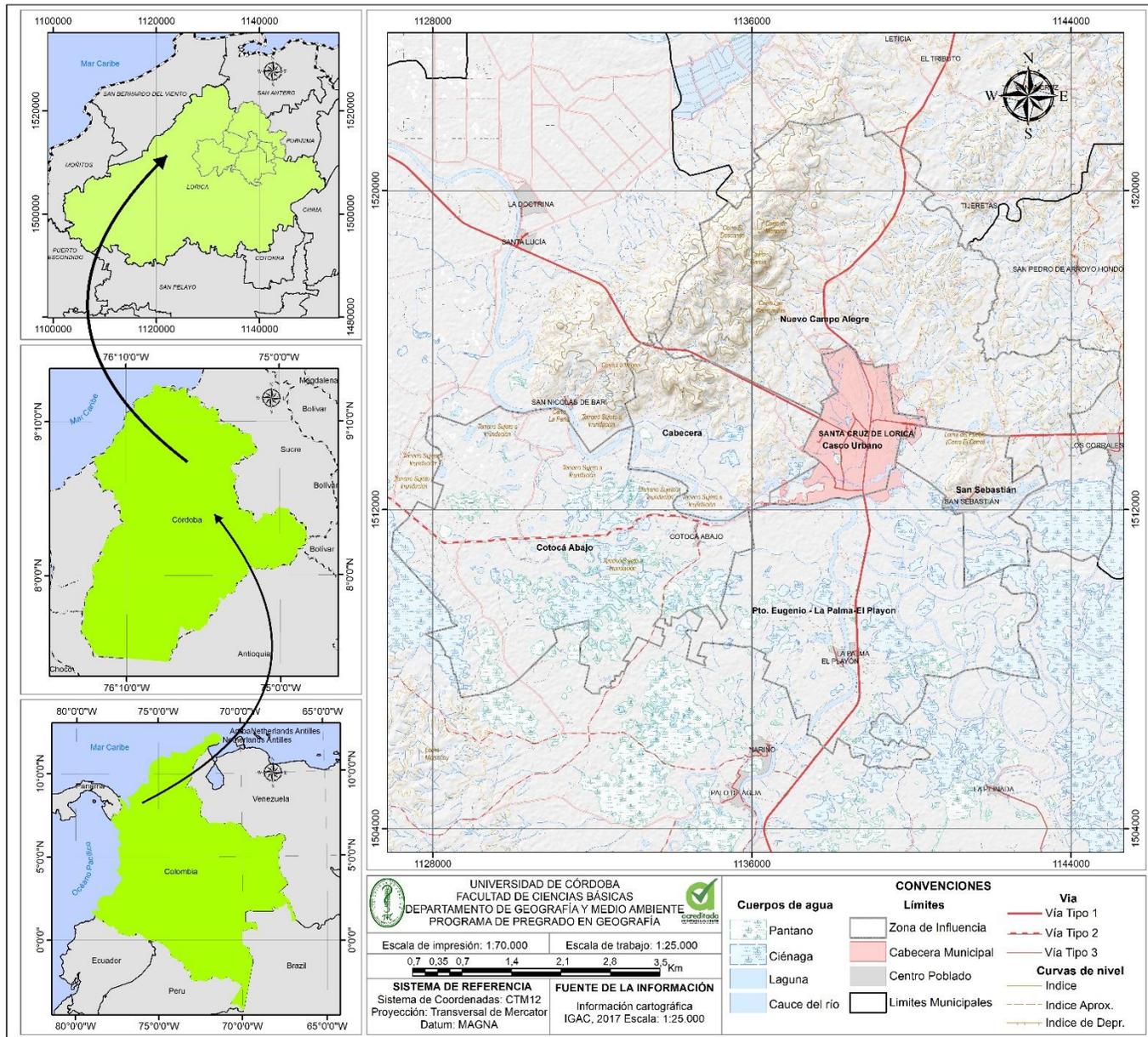
*los años 2013 hasta 2022.* Desarrollar este objetivo exhortó a un abordaje teórico metodológico que permitió realizar los siguientes objetivos específicos logrando su cumplimiento.

- Identificar las distintas coberturas de la tierra en el área de influencia del casco urbano del municipio de Lorica para los años 2013 hasta 2022.
- Calcular la temperatura superficial terrestre del casco urbano del municipio de Lorica y su área de influencia en el período de 2013 hasta 2022.
- Explicar las relaciones funcionales urbano-rurales que ocurren entre el casco urbano del municipio de Lorica y su área de influencia con la dinámica de la temperatura superficial terrestre.

El área de influencia del casco urbano de Lorica representa una muestra de la complejidad que generan los flujos e interacciones urbano-rurales en la construcción de dinamismos socioculturales que explican sus realidades territoriales, problemas y desafíos en términos socioeconómicos, políticos y sobre todo ambientales en un municipio de amplia extensión.

La delimitación espacial del área de influencia del casco urbano del municipio está conformada por un conjunto de 4 corregimientos denominados así: Nuevo Campo Alegre, San Sebastián, Puerto Eugenio, Cabecera y Cotocá abajo (**Figura 1**).

**Figura 1.**  
Localización de la zona de influencia del área urbana de Lórica.



**Nota:** Elaboración propia a partir de información cartográfica del IGAC, (2017).

El documento está estructurado en cuatro (4) capítulos. El primero recoge la fundamentación teórico conceptual relacionada con las temáticas de la geografía ambiental desde sus orígenes, enfoques y retos, dentro de los cuales se aborda la sostenibilidad ambiental y el cambio climático, además se analiza el desarrollo conceptual del término ambiente y paisaje; así como la discusión sobre el desarrollo territorial integrado. De la misma manera, se analizan los fundamentos teóricos de la geografía urbana, con miras a entender la organización de las ciudades y también la nueva discusión de temas emergentes como el confort y estrés urbano, y la temperatura superficial terrestre e islas de calor urbanas.

Para el desarrollo del segundo capítulo, se presentan los resultados relacionados con las dinámicas socio-espaciales y la transformación de espacios naturales en el área de influencia del casco urbano del municipio de Lórica, destacando sus orígenes hasta su situación actual, haciendo especial énfasis en su representación cartográfica como apoyo para su comprensión.

El tercer capítulo se caracterizó por exponer el análisis de la correlación de los valores de temperatura superficial terrestre con las coberturas y uso de la tierra. Y en el cuarto capítulo se realiza un análisis multicriterio que estudia los factores urbanos que inciden sobre el comportamiento y aparición de islas de calor urbana y su relación con los flujos e intercambios urbanos rurales.

Finalmente se presentan las conclusiones y algunas recomendaciones finales del proceso investigativo realizado. Es acertado indicar que a partir de los resultados obtenidos se pudo comprender las dinámicas socio-territoriales del área de estudio y su incidencia en los problemas climáticos actuales, especialmente en la fluctuación espacio-temporal de la temperatura superficial terrestre y sus consecuencias sobre diversos ámbitos del territorio.

## **CAPÍTULO 1**

### **1. ELEMENTOS TEÓRICOS, CONCEPTUALES Y METODOLÓGICOS: LA TEMPERATURA SUPERFICIAL TERRESTRE COMO HERRAMIENTA PARA EL ESTUDIO DE LAS DINÁMICAS Y REALIDADES SOCIO TERRITORIALES.**

El enfoque geográfico que sustenta esta investigación se enmarcó en la geografía física y humana, particularmente en la geografía ambiental y urbana. En este sentido, se consideraron temas de estas subdisciplinas geográficas para tratar algunas conceptualizaciones como: el ambiente, paisaje, desarrollo territorial integrado, confort y estrés urbano; temperatura superficial terrestre e islas de calor urbanas, los cuales constituyeron el eje temático de la investigación.

La revisión teórica y el abordaje temático planteado ofrecieron el carácter y rigurosidad a los planteamientos desarrollados, de tal manera que, se pudo brindar una visión holística a los distintos problemas y se enriquecieron de esta forma las estrategias que permitieron generar los resultados adquiridos.

#### **1.1. Geografía Ambiental: orígenes, enfoques y retos.**

Las relaciones del ser humano con la naturaleza responden a las lógicas funcionales de existencia y supervivencia, las cuales evocan unas transformaciones o adecuaciones del entorno natural como parte de unos procesos de adaptación y desenvolvimiento de la vida. En el plano geográfico, se ha prestado atención a esta dualidad histórica que surte efecto en el plano espacial desde el origen propio de la geografía como ciencia autónoma, de modo que, la adhesión del concepto de naturaleza siempre ha estado presente desde sus orígenes en los estudios descriptivos, pero como algo visualizado, es decir, “externo” al hombre. (Suertegaray 2001).

En sus inicios, la ciencia geográfica no hacía referencia al término ambiente, por el contrario, sus referencias estaban enmarcadas bajo el término de “medio”. Bertrand (1968) lo definió como la relación con alguna cosa, de manera que no solo demarca la naturaleza relacional y constitutiva, sino que también impregna un sentido ecológico. Otrora lo que hoy se entiende

como ambiente fue históricamente parte del interés emérito de la geografía, lo que la hace una de las primeras ciencias en tratar el ambiente de forma integral (Mendoza, 2004).

La historia de la geografía muestra que su origen como ciencia y sus pasos epistemológicos han transitado en el marco del carácter inminentemente ambientalista. En comparación con otras ciencias como la biología, su análisis siempre ha excluido al hombre en cuanto ser social, en esta corriente también se encuentra la ecología que parte del estudio y la comprensión de las relaciones naturales de los seres vivos disociando al hombre, dado que su visión metodológica es de corte meramente naturalista. Teniendo en cuenta esas disociaciones entre naturaleza-hombre, la geografía ha tenido la enorme tarea de estudiarlas, más en una época donde privilegiaban el divisionismo de las ciencias sociales y naturales y, surgir como la ciencia articuladora (Suertegaray y Rodríguez, 2001; Aguilar y Contreras, 2017).

De acuerdo a lo anterior, Figueiredo (2003) sostiene que el interés propio de la geografía en el estudio y comprensión de las relaciones del hombre-naturaleza no deriva de una necesidad reciente, mejor aún, parte de una preocupación de antaño por comprender los lugares donde el hombre recrea y desarrolla sus necesidades en una relación conjunta con el entorno natural en su evolución histórica. Por todo esto, los orígenes remotos de la geografía ambiental se deben buscar a partir de la tradición geográfica que ha favorecido el estudio de las relaciones sociedad-naturaleza, referida también como “medio”, “medio natural” o “entorno natural” en la que ha sido únicamente la geografía la ciencia que desde su formación puso el interés en las relaciones que establecen los hombres con el medio natural del planeta tierra (Mendoza, 2004).

Así, la geografía ambiental debe su participación epistemológica dentro de las ciencias geográficas a la antigua tradición ambientalista, bien sea en la connotación Vidaliana de la región o en la geografía alemana y estadounidense del paisaje, por hacer mención a algunas viejas escuelas que sostenían esta visión que luego pasó a llamarse “ambiente”. Aunque Aguilar y Contreras (2017) señalan que algunos antecesores remotos se pueden rastrear hasta los inicios de nuestra era.

(...) desde finales del siglo XVIII un nutrido contingente de geógrafos europeos puso especial atención a las interrelaciones entre la sociedad y la naturaleza. Esta interacción fue

suscitada en los estudios de la Región, el paisaje o el lugar, realizado por pensadores como, A. Humboldt, K. Ritter, A. Hettner, F. Ratzel, S. Passarge, E. Lavissee, P. Vidal de la Blache, C. Sauer, R. Hartshorne, A. Demangeon, P. George, etcétera. (p. 265).

Con el transcurso del tiempo y las reiteradas afectaciones y problemáticas socioambientales producto de las actividades humanas sobre el planeta, la geografía ambiental fue tomando más fuerza en el campo teórico metodológico de la geografía como parte de una necesidad y responsabilidad social de la ciencia, por ello, el estudio de las relaciones sociedad-naturaleza fue también soportado con la colaboración de geólogos, biólogos, botánicos, climatólogos, silviculturistas, etcétera, que han hecho de ésta una disciplina híbrida con un fuerte enfoque naturalista arraigado desde los postulados de la geografía humana y la geografía física.

Así pues, la geografía resulta ser una ciencia integral e idónea para la comprensión de los problemas socio-espaciales de carácter ambiental “puesto que se ocupa del funcionamiento de todos los componentes biofísicos de la naturaleza y del papel que en la misma han jugado -y están jugando- los seres humanos afirma Mongil (2005 p. 13) citado en Aguilar y Contreras (2017). Por lo tanto, es menester destacar el papel que pueda jugar entre y durante las siguientes décadas frente a los nuevos desafíos y retos que ha suscitado la crisis ambiental y climática para entender “(...) los procesos socio-espaciales, incluidas las transformaciones de la sociedad, hacia una geografía aplicada, práctica, prescriptiva y normativa, involucrada en la resolución de los problemas medioambientales” Cidade (2001 p. 101). Además del papel que juega dentro de la comprensión teórico-conceptual de nuevas metodologías aplicadas tales como el desarrollo sostenible y sustentable.

### **1.1.1. Sostenibilidad ambiental y cambio climático: orígenes y perspectivas.**

El medio ambiente y el cambio climático global ocuparon un lugar importante en la agenda mundial de la década de los años sesenta. La atención de los gobiernos mundiales, los organismos internacionales y la divulgación científica suscitó al llamado de protección y conservación de la naturaleza como método de prevención ante los prematuros cambios ambientales. Para esta época surgen movimientos ecologistas y ambientalistas contemporáneos con proposiciones transversales al tema ambiental (política, economía y cultura), entre las cuales destacan la Organización de

Naciones Unidas ONU y el Club de Roma, estas grandes instituciones trasladan el debate ambiental de proteccionismo al de crisis ambiental como agenda de interés político local, nacional e internacional. (Zarta, 2018).

La primera congregación de la ONU se celebró en París, Francia en el año 1968 con motivos de la conferencia sobre la conservación y el uso racional de los recursos de la biósfera, el propósito era exhortar a los gobiernos a asumir la responsabilidad con el medio ambiente del planeta y la promoción de un encuentro mundial sobre el medio ambiente humano, que se concretaría en el año 1972.

En junio de este año, las Naciones Unidas celebran en Estocolmo, Suecia, la conferencia de Estocolmo cuyo tema central fue instruir a las comunidades del planeta a preservar y mejorar el medio ambiente humano, a través de la reflexión sobre las necesidades sociales y culturales en pro de planificar la protección de los recursos naturales y la construcción de estrategias de organización en favor de la lucha contra la contaminación. De esta manera, periódicamente la ONU realiza este tipo de conferencias para evaluar e informar los avances de los compromisos internacionales y la divulgación sobre la situación del planeta en materia ambiental, social, económica y política.

El término de sostenibilidad ambiental nace como parte del proceso de unificación y comprensión de las problemáticas sociales y sus efectos sobre el medio ambiente global, fue originalmente definido en el “Informe de Brundtland” donde su mención gana reconocimiento internacional por la célebre frase “(...) está en manos de la humanidad hacer que el desarrollo sea sostenible, es decir, asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias” (ONU, 1987, p. 29).

Esta conceptualización hace un llamado a que el objetivo de sostenibilidad es la satisfacción de las necesidades humanas, así como:

(...) la consecución de las aspiraciones humanas entendidas como «mejorar la calidad de vida para tener una vida mejor», para lo cual se requerirá una mayor redistribución equitativa de los recursos, mayores niveles de productividad y un cambio sustancial a nivel tecnológico, con la implantación de tecnologías limpias en los diversos sectores económicos, sin explotar en exceso

los recursos naturales y sin afectar el medio ambiente o afectándolo de manera moderada, manejable. (Zarta, 2018 p.419).

Teniendo en cuenta que el desarrollo económico tiene graves consecuencias en los ecosistemas, este informe también llama la atención sobre la importancia de la subsistencia de los recursos naturales, por lo cual, insta a que su explotación debe mantenerse dentro de los límites de la regeneración y el crecimiento natural, a partir de la planificación en la exploración y explotación, y de precisar los efectos que estas acciones traerán sobre el conjunto de ecosistemas.

Como parte de las medidas para contrarrestar la degradación ambiental y la proliferación de la crisis climática, la ONU adoptó en el año 2015 la agenda 2030, una estrategia para lograr a través de 17 objetivos de desarrollo un futuro sostenible para la humanidad y las generaciones futuras. Esta medida hace un llamado internacional para poner fin a problemas estructurales como la pobreza, la protección del planeta tierra y garantizar que para el año 2030 la sociedad a nivel mundial pueda gozar de paz y prosperidad.

En el marco de la estrategia se destacan tres objetivos que demarcan la hoja de ruta para lograr el equilibrio de la sociedad con la naturaleza y garantizar las bases para resolver los graves inconvenientes que afronta la humanidad.

- El primer objetivo procura atender la Vida de los ecosistemas terrestres mediante herramientas jurídicas y políticas internacionales que garanticen la protección de la biodiversidad, el sustento y subsistencia de la vida en el planeta. Esta apuesta busca responder a la necesidad urgente para reducir la pérdida de hábitats naturales y biodiversidad que forman parte del patrimonio común y apoyar la seguridad alimentaria y del agua a nivel mundial, la mitigación y adaptación al cambio climático, la paz y la seguridad.

- La construcción de Ciudades y comunidades sostenibles tiene como finalidad mejorar la seguridad y la sostenibilidad de las ciudades a través de la apuesta por la movilidad sostenible, la ampliación de áreas verdes públicas y el mejoramiento de la planificación y gestión urbana participativa e inclusiva.

- La Acción por el clima es un objetivo transversal a todas las metas propuestas por la agenda 2030 porque su cumplimiento contribuye a la ejecución de los demás propósitos. La acción por el clima ofrece un paquete de herramientas destinadas a integrar las medidas de mitigación del riesgo de desastres en las políticas y estrategias nacionales. Asimismo, acomete la implementación de la tecnología para estudiar, controlar y reducir los impactos del cambio climático y fortalecer las medidas para lograr la adaptación.

## **1.2. Ambiente y Paisaje**

La conceptualización que se le atribuye al término de ambiente parte de la ecología como disciplina recientemente nueva y desapegada de la biología, que estudia las relaciones de los seres vivos y su entorno. Conjunto, al que esta disciplina le atribuye el concepto de ambiente según Ruboratti (2000). Sin embargo por fuera de ella, resulta una definición con una connotación compleja, dado que su construcción suele estar asociada a elementos que definen otro concepto como el de naturaleza, de acuerdo a ello, Folch y Bru (2017) sostienen que el ambiente es algo intangible sin elementos reconocidos que lo constituyan “más allá de considerar los vectores aire, agua y suelo, y de evaluar el estado de la vegetación o de la fauna (...) distinto es que en la percepción común de la sociedad se identifique ambiente con naturaleza” (p.43). Esto supone que se suele atribuir al concepto de ambiente el de medio natural. De esta manera, se entiende que cuando se asocia con paisajes preponderantemente naturales se identifica como ambientes relativamente sanos.

Si a todo lo anterior se agregan las actividades humanas producto de las relaciones de la sociedad con el medio natural, es decir, la dimensión cultural, se considera algo añadido al medioambiente que va a reconfigurar el estado “natural” o inicial del entorno, y que será considerado como un impacto al medioambiente o al territorio. Sin embargo, esta visión se muestra un poco sesgada porque ignora las interacciones y procesos complejos, temporales y variables que han dado formación al espacio biofísico global como un todo.

A este punto cabe definir entonces, al ambiente o medioambiente como una composición global de elementos dinámicos de carácter físico, biótico, social y cultural que configura el espacio

donde ocurren todos los procesos naturales y antrópicos planetarios que, para Bru (1997) establecen relaciones complejas de retroacción, tanto positiva como negativa, a diversas escalas y en evolución conjunta y permanente. Esta definición trae a colación el concepto de paisaje dada su similitud en cuanto a su formación integral, sin embargo, más allá de esta visión el paisaje tiene un desarrollo histórico complejo analizado desde diversos puntos de vista.

### **1.3. El paisaje como aspecto que permite entender la realidad del territorio.**

Gran parte del desarrollo histórico del concepto de paisaje ha estado asociado a un significado meramente escenográfico teniendo como referente elementos estéticos e imaginarios que según Folch y Bru (2017 p. 55) “eran empleados en el sentido latino de locus amoenus, más que en el de prospectus”, es decir, un lugar ameno y agradable más allá de ser prospectivo. Este término se incorporó inicialmente en la lengua europea en el siglo XV ligado a la difusión de las pinturas italianas y flamencas, que progresivamente y de la mano de artistas como Sandro Botticelli, el fondo de las pinturas integrados por una composición donde convergían líneas de fuga, que confiere profundidad, equilibrio y realismo a la escena representada, fue ganando protagonismo, hasta convertirse, siglos más tarde, en el propio tema del cuadro. Así, con el desarrollo teórico moderno de la geografía en los siglos XIX y XX, este concepto instigó a ser un actor menos contemplativo y más objetivo (Burckhardt, 1860).

Ese escenario de ilustración utópica terminó siendo en sí la representación real de las cosas, es decir, las cualidades y características del territorio con las cuales éste permite expresar de forma clara, directa y sencilla sus realidades, a través de “escenarios visuales”, mediante imágenes que pueden ser claramente percibidas por medio de la vista. Entendido como escenario, que el paisaje es variado y complejo. Incluye formas, tamaños, colores, texturas, sombras, grado de nitidez, patrones, situaciones, rasgos asociados y estructuras, dispuestos todos ellos bajo un cierto orden espacial y temporal que, al ser percibido por el hombre, le sugiere una cierta forma de organización o desorganización del territorio (García y Muñoz, 2002).

En esta línea, López (2009) sostiene que con el pasar de los tiempos el paisaje rápidamente pasó de ser la representación del mundo, desde hechos imaginarios a partir de elementos geográficos reales, a la representación objetiva de un fragmento del territorio. En este sentido, el

paisaje plasma la fisionomía de una parte del territorio que, de hecho, su definición etimológica en las distintas lenguas europeas, le relacionan con la representación del territorio que puede ser identificado, singular y delimitado; por lo tanto, no solo vinculan el concepto con territorio, sino también de forma más concreta con el de lugar. Desde el punto de vista de Nogué (2010 p. 21) el paisaje puede ser, bien, una formación de lugares como “(...) puntos que estructuran el espacio geográfico, que lo cohesionan y le dan sentido. No son simples localizaciones (...). Los seres humanos creamos lugares en el espacio, los vivimos y los colmamos de significación”.

Teniendo en cuenta ello, el concepto de paisaje ha trascendido de un todo que integra elementos concretos y puntuales, a ser una construcción objetiva, pero también intangible donde confluyen no solo lo que percibimos, sino el significado que le damos, se podría decir, un valor intangible a una representación no solo natural sino también antrópica.

Con su variada significación, muchos autores han cuestionado la esencia propia del paisaje, profundizando el análisis desde la visión perceptiva. Entre las referencias más relevantes dentro de esta concepción se encuentra Gómez Orea (1992), quien radicaliza la relación de subordinación hasta el punto de considerar el paisaje solo en la medida en que es percibido: el medio existe en sí mismo, pero no se hace paisaje hasta que el hombre lo percibe; no obstante, son varios los autores a los que cabría enmarcar dentro de esta corriente, por ejemplo, Castella (1988), García Moruno (1998) y Macía (1980). También Busquets y Cortina (2009), quienes proporcionan reflexiones profundas acerca de la necesidad de percepción e interpretación para la existencia del paisaje. Así, para que un componente del paisaje pueda ser objeto de interpretación debe haber al menos una persona capaz de percibirlo, estructurarlo y asignarle significado.

Dicho esto, García y Muñoz (2002) conciben esta idea desde un punto de vista más arraigado al pensamiento geográfico, reafirmando que la percepción del paisaje no depende solo del marco geográfico real, sino de la forma de interpretación individual o colectiva que se hace del mismo, de manera que rescata el valor apreciativo y la concepción del individuo. Sin embargo, desde hace varias décadas muchos geógrafos insisten en que el paisaje es producto de la experiencia de la comunidad y, por medio de ello han hecho referencia también al espacio vivido (Frémont 1976; Pickles 1985).

De otra parte, con un sentido más relacionado con las realidades territoriales, desde la visión geográfica, encargada del estudio de la superficie terrestre, es decir, que tiene como fin localizar, describir, explicar y comparar los distintos paisajes terrestres resultantes de la combinación de factores físicos y las actividades humanas. El paisaje como categoría geográfica que representa una porción de la superficie terrestre con características propias. Determina estas diferencias considerando numerosos elementos que lo constituyen. Así, los que se deben exclusivamente a la naturaleza forman el paisaje natural, como el relieve, aguas, clima, suelo, minerales, vegetación y la vida animal; mientras que los que tienen su origen en la intervención del hombre, forman el paisaje cultural (Romero, 2018).

En efecto, cualquier fragmento del territorio natural o intervenido por el humano, puede ser considerado un paisaje, es decir, una articulación de elementos físicos y funcionales con la capacidad de ser considerado también un fenómeno mismo; en consecuencia, el paisaje refleja la realidad ambiental de un lugar tanto como el pasado de los procesos antrópicos que en él se hayan podido desarrollar.

De acuerdo a esto, cada paisaje representa de manera implícita las realidades de cada territorio, las cuales se construyen a partir de las relaciones que establece la sociedad con el entorno o bien sea entre el paisaje que la envuelve, dejando como resultado unas transformaciones territoriales que dan por sentado el origen mismo del paisaje transformado o paisaje cultural, que responde a patrones de ocupación, uso y aprovechamiento de los recursos naturales del medio a lo largo del tiempo.

Teniendo en cuenta este carácter, al ser relacionado con los sistemas territoriales, puede deducirse una primera consecuencia enraizada a su dinamismo: su componente territorial es cambiante y evoluciona a lo largo del tiempo. Esto es que, el paisaje no es, por tanto, estático, sino que varía como consecuencia del avance social. Es un ente cultural, no natural, ligado al desarrollo de las sociedades que establecen relaciones con el medio que exceden el mero acopio de recursos (Zubelzu y Allende, 2015).

Como argumento a ello, Contreras (2005) sostiene que el paisaje no resulta de una generación espontánea, ni de un solo proceso evolutivo. De modo que, estudiar el paisaje sin retroceder a sus antecedentes es condenar el estudio a lo inmediato coartando su real comprensión. Por lo tanto, la dimensión temporal del paisaje, no sólo nos permite reconstruir las “capas” antecedentes (que ya no se ven) del paisaje actual, sino que más bien nos debe permitir identificar la continuidad y/o cambios de las lógicas en su permanente transformación, de manera que nos remita a la idea de paisaje en su más amplio entendimiento.

#### **1.4. Desarrollo Territorial Integrado DTI en el marco de la crisis climática global.**

La evolución de los territorios y consigo los espacios donde se congregan sus habitantes, están enmarcados en procesos de construcción territorial diferenciados por sus condiciones y necesidades, las cuales demandan soluciones integrales, generalmente sobre temas de gobernabilidad, conectividad, inversión público-privada, y sobre todo, medidas para mitigar las consecuencias del cambio climático, todo ello en el marco de políticas que no deben ser ajenas a la situación social, económica cultural y las potencialidades ambientales de cada territorio en particular.

En este sentido, el desarrollo territorial integrado se presenta como una estrategia que permite reformular el crecimiento territorial con base a las potencialidades y realidades de los territorios, más aún, cuando la sostenibilidad de los mismos debe ser una prioridad en términos ambientales, frente a las exigencias de la crisis climática del planeta, por lo que, los modelos de territorio, ciudad y región, conceptos claves dentro del discurso del DTI, no deben ser tratados de forma utópica; al contrario, tienen que ser promovidos como estrategias operables y planteadas conforme a la realidad que circunscribe cada territorio en particular para lograr el desarrollo.

Lo anterior es posible, gracias a la política como instrumento propicio y que, dirigido desde el orden nacional hasta el ámbito político-administrativo local, debe enfatizar el fortalecimiento y el desarrollo sostenible de los territorios, teniendo en cuenta sus fortalezas, capacidades y dinámicas socioeconómicas, con el fin de identificar problemas y conflictos, de modo que, a través de los instrumentos de planificación territorial sean instruidas, planificadas y proyectadas las estrategias para la construcción de éste que sería un modelo de desarrollo territorial sostenible,

capaz de hacer frente a los desafíos del cambio climático en sus distintos ámbitos, de manera que mejore las condiciones de vida de las comunidades (Hernández, 2021).

De otro modo, teniendo en cuenta el crecimiento constante de las ciudades y la paulatina importancia que han cobrado los espacios rurales como lugares claves para entender el alcance del desarrollo territorial integrado, resulta oportuno tratar la conceptualización que hacen Geddes (1915) y Mumford (1938) sobre el dinamismo territorial que conlleva la conectividad idealizada como garantía para una accesibilidad territorial, es decir, la sinergia campo-ciudad como método que permite potencializar la competitividad, el desarrollo local, el flujo continuo de bienes y servicios, y el mejoramiento de la calidad de vida de las personas que habitan el campo productor.

Estas acciones transforman los círculos de pobreza y procuran proyectar a los territorios rurales como sitios geoestratégicos con capacidades particulares para fortalecer la industria, el turismo y el sector empresarial. De esta forma no solo se reducen las brechas de desigualdad territorial, sino que se cambia la visión situación de pobreza y marginalidad que históricamente ha caracterizado al sector rural.

### **1.5. La Geografía Urbana: una visión crítica para analizar la estructura organizativa de la ciudad.**

Desde tiempos memoriales entender la ciudad en su estructura misma, hasta cuestionar sus relaciones funcionales con el entorno rural y el mundo globalizado ha sido unas de las tareas de la ciencia geográfica. La cuestión meramente urbana, aunque no es totalizadora del conocimiento geográfico, esta ciencia ha procurado desentrañar lo que otras ciencias no han podido explicar frente a la ciudad, es por esto que la disciplina de la geografía urbana, una corriente de la geografía humana, es la encargada de explicar los procesos, relaciones y funciones de la ciudad. En este sentido, cabe decir que la geografía urbana se relaciona con los aspectos espaciales del desarrollo urbano; por lo tanto, analiza las ciudades, su localización, sus características, su crecimiento, las relaciones con otras ciudades y con el entorno rural, etc. (Salgado, 2012).

Por su parte, Beaujeu (2000 p.13) sostiene que esta disciplina tiene un especial interés por el estudio de “(...) los fenómenos que se dan al interior de las ciudades: patrones de uso del suelo,

aspectos culturales, dinámicas sociales, patrones de circulación, patrones de crecimiento natural y social, así como la interrelación de las ciudades con el medio ambiente que las rodea”.

Aunque no todo el tiempo este fue el propósito de la geografía urbana. En pleno siglo XIX cuando el naturalismo florecía en la investigación científica, la disciplina geográfica no era ajena a sus planteamientos, especialmente aquellos referidos por los geógrafos alemanes quienes en primer momento explicaron la ciudad desde el punto de vista de su inserción en la naturaleza. Según Carreras y García (2006) el geógrafo francés Elisée Reclus

Consideraba a las ciudades como una degradación de las condiciones naturales, aunque era consciente que el afán de la sociabilidad de los seres humanos permitiría llegar en el futuro al diseño de ciudades que posibiliten respetar las condiciones ambientales necesarias para la vida (p.85).

La geografía alemana desde su enfoque ambientalista se destacó por el desarrollo de estudios urbanos sobre clasificación de tipologías de ciudades según su situación, entre los trabajos más destacados resaltan los de Ratzel, quien clasificó las ciudades según su plano y forma, incluso según la tipología de materiales. Entrada la cuarta década del siglo XX la atención de los estudios sobre ciudad se centró en su carácter funcional introduciendo la cuantificación aplicada al cálculo de unas funciones sobre otras, así como su medición competitividad e influencia con otras ciudades del mundo (Ibíd., 2006).

La obra maestra de tal avance teórico fue marcada por el estudio de Walter Christaller, con su tesis sobre las localidades centrales del sur de Alemania. En ella Christaller (1993) aplicó fundamentos teóricos de la economía al estudio de las ciudades, no analizadas antes desde el punto de vista ambiental e historicista, con este trabajo definió un sistema de ciudades jerarquizadas a partir de las funciones distintas de servicios y mercancías que cada una ofrecía.

La ciudad pasó entonces a una etapa dualista en la que los estudios se dividieron en dos, unos sobre “las ciudades” y, por otro lado, el estudio de “la ciudad”, planteados ambos por el italiano Bernardo Cori (1983). El estudio de “las ciudades” fue apartado por los estudios

regionalistas, funcionalistas o por su falta de empatía y/o desarrollo con el modelo general de sistemas. Aunque con esta corriente los estudios sobre los sistemas urbanos facilitaron la investigación en redes internacionales, con lo que se enriquecieron los puntos de vista y se matizó el tratamiento de los datos, como muestra de ello, la obra sobre este tema coordinada por el geógrafo de Chicago Michael P. Conzen en homenaje al geógrafo estadounidense Chauncy Harris, quien había trabajado en el análisis estadístico del sistema urbano mundial (Conzen, 1986).

Por su parte, las investigaciones sobre “la ciudad” se centraron más en los temas morfológicos y de la organización de sus espacios internos, los usos y el valor del suelo. Así se fueron involucrando una serie de temáticas al estudio de la ciudad a lo largo y ancho del espectro de cada escuela geográfica. Un punto a destacar, fue el sentido del carácter social y económico que le atribuyó Pierre George a las investigaciones sobre ciudad, quien adoptó un modelo de ciudad clasificada en función del desarrollo económico de los países, dejando bases para comprender el análisis sobre las ciudades socialistas y del tercer mundo (Santos, 1971).

Al día de hoy, los estudios sobre ciudad predominan en el enmarco del análisis de “la ciudad” por sobre del análisis de “las ciudades” Este último campo se centra en aproximaciones comparativas entre localidades, realizadas a pequeña escala en grandes sistemas urbanos, aplicando algunas técnicas empresariales como el benchmarking que buscan la confección de rankings que puedan ser aplicados a la planificación territorial y urbana. (Carreras y García, 2006).

Otro aspecto central en la re-definición de ciudad, es la nueva cosmovisión y atención de lo ambiental en los estudios urbanos, estimuladas por las corrientes ecologistas contemporáneas, alejadas de los tradicionales planteamientos ambientalistas. Se trata del análisis de los aspectos naturales de la ciudad y de su medio ambiente, especialmente las transformaciones locales del clima, que dan aparición a las islas de calor urbanas, ocasionadas por la actividad antrópica, o del efecto de los parques y jardines urbanos en aras de reverdecer las ciudades y de la aplicación de políticas de sostenibilidad basadas en el ahorro de energía. Han sido diversos los trabajos de este tipo aplicados a las redes urbanas, especialmente de en las grandes ciudades, sin embargo, la problemática de la crisis climática trastoca a todas las ciudades pequeñas y grandes, dado que cada

una hoy día, está envuelta en los problemas ambientales que está dejando la carrera del desarrollo industrial y tecnológico (Lombardo, 1985; Moreno, 1993; Nicholson, 1987; Bellet y Uop, 2000).

### **1.5.1. Confort y estrés urbano.**

El confort urbano se puede definir como la percepción que tienen las personas cuando se apropian, usan y disfrutan los espacios urbanos mientras realizan sus actividades cotidianas. Según la Real Academia de la Lengua Española - RAE el término hace referencia a “todo aquello que produce bienestar y comodidades”, por tanto, es un concepto ligado a una percepción positiva del espacio o al menos a un cierto grado de satisfacción, y está estrechamente ligado con la calidad de vida y el bienestar individual y colectivo. Teniendo en cuenta esta definición Rein (2013 p.6) afirma que el concepto debe ser entendido “en términos del grado de bienestar y satisfacción que el entorno urbano es capaz de proporcionar a aquellas personas que lo habitan”, por lo tanto, no debe confundirse con la satisfacción que conlleva el uso excesivo de materias y energía, lo cual provoca un impacto en el medio ambiente.

Según Pérez, et al., (2006) el confort urbano y ambiental ha estado históricamente presente en la percepción geográfica sobre muchos elementos que involucran al territorio y el entorno urbano, por ejemplo, el emplazamiento de los antiguos pueblos. Este fundamento fue ampliamente acogido en la práctica, de modo que, la explicación de los asentamientos y situación de las antiguas ciudades obedece al principio de bienestar y facilidad que ofrecían los lugares donde se emplazaban, -las cuencas hídricas, altiplanos, etc-. De hecho, Aristóteles sostuvo que “(...) las ciudades más sanas son las construidas en una ladera hacia el este, puesto que el viento sopla desde el cuadrante de la salida del Sol”. En esta misma línea, Vitrubio afirmó que la consideración principal que debe presidir el trazado de las ciudades era defenderlas de los vientos predominantes.

El confort engloba entonces diversos aspectos: ambientales, sensoriales físicos, formales e incluso subjetivos, que dificultan su medición. A pesar de que no hay nivel óptimo de confort, si se puede distinguir dentro de éste algunos factores que intervienen en el confort de tipo sensorial como: el calor o frío, sonoros (ruidos), olfativos (olores) y otros que dependen de aspectos formales

como el diseño del espacio público, la calidad en su ejecución, los materiales empleados, el soleamiento, el mobiliario urbano, la accesibilidad y la iluminación.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede asegurar que el confort urbano puede tener una fuerte dependencia de la tipología del espacio público y las funciones y usos que las personas le puedan dar. Sin embargo, cuando no se alcanza el mínimo de confort, esta percepción puede convertirse en una problemática que origina el estrés urbano, entendido éste como todas aquellas sensaciones o percepciones desagradables que imposibilita el disfrute y uso del entorno, y que sumado a ello es propiciador de enfermedades muy comunes en grupos en personas adultas mayores.

El estrés urbano ambiental no es solo el problema y la realidad territorial que sufren los millones de personas que habitan las grandes ciudades. La incertidumbre causada por los fenómenos naturales generados por el desequilibrio climático ha alcanzado todos aquellos espacios donde la insostenibilidad antrópica simboliza la carencia e insuficiencia de las herramientas de planificación y la gestión sostenible del territorio.

Las ciudades del siglo XXI enfrentan graves problemas de confort y estrés urbano por diversas causas, entre ellas, la crisis climática global, el aumento acelerado de la población mundial, la urbanización descontrolada y la carencia de un modelo urbano de sostenibilidad ambiental. El cambio climático ha incentivado la reforma de la estructura y diseño de las ciudades, como medida para reducir el impacto de las altas temperaturas y la mitigación del riesgo de fenómenos naturales.

### **1.5.2. Temperatura Superficial Terrestre - LST e Islas de Calor Urbano – ICU.**

El alcance de la tecnología geoespacial ha permitido mejorar la precisión en el estudio de los fenómenos meteorológicos y también la evaluación de los impactos causados por el cambio climático en distintos aspectos de la vida terrestre. El monitoreo de la temperatura superficial terrestre mediante el uso de imágenes multiespectrales ha puesto en evidencia las modificaciones

climáticas, en especial la alteración de la temperatura del planeta desde finales del siglo pasado hasta la actualidad.

Este parámetro climático (LST) es definido por el Programa de Observación de la Tierra de la Unión Europea Copérnicus (2022) como:

La temperatura radiativa de la superficie terrestre medida en la dirección del sensor remoto, estimada a partir de las temperaturas de brillo de la parte superior de la atmósfera de los canales espectrales infrarrojos, de una constelación de satélites geoestacionarios. Su estimación depende además del albedo, la cubierta vegetal y la humedad del suelo.

El proyecto Copérnicus especialista en este tipo de estudios, sostiene además que la LST responde a una mezcla de las temperaturas de la vegetación y del suelo desnudo. Gracias a que ambas responden rápidamente a los cambios en la radiación solar entrante debido a las modificaciones de la cubierta de nubes y de la carga de aerosoles y a la variación diurna de la iluminación, la LST muestra también variaciones rápidas. Esto permite que los controles y monitoreos puedan realizarse en tiempo real, en satélites cuya resolución temporal sea de cobertura diurna. La LST a su vez, influye en la partición de la energía entre el suelo y la vegetación, y determina la temperatura del aire en superficie, por esta razón su medición constituye una fuente importante para el suministro de información climática para los boletines meteorológicos a gran escala.

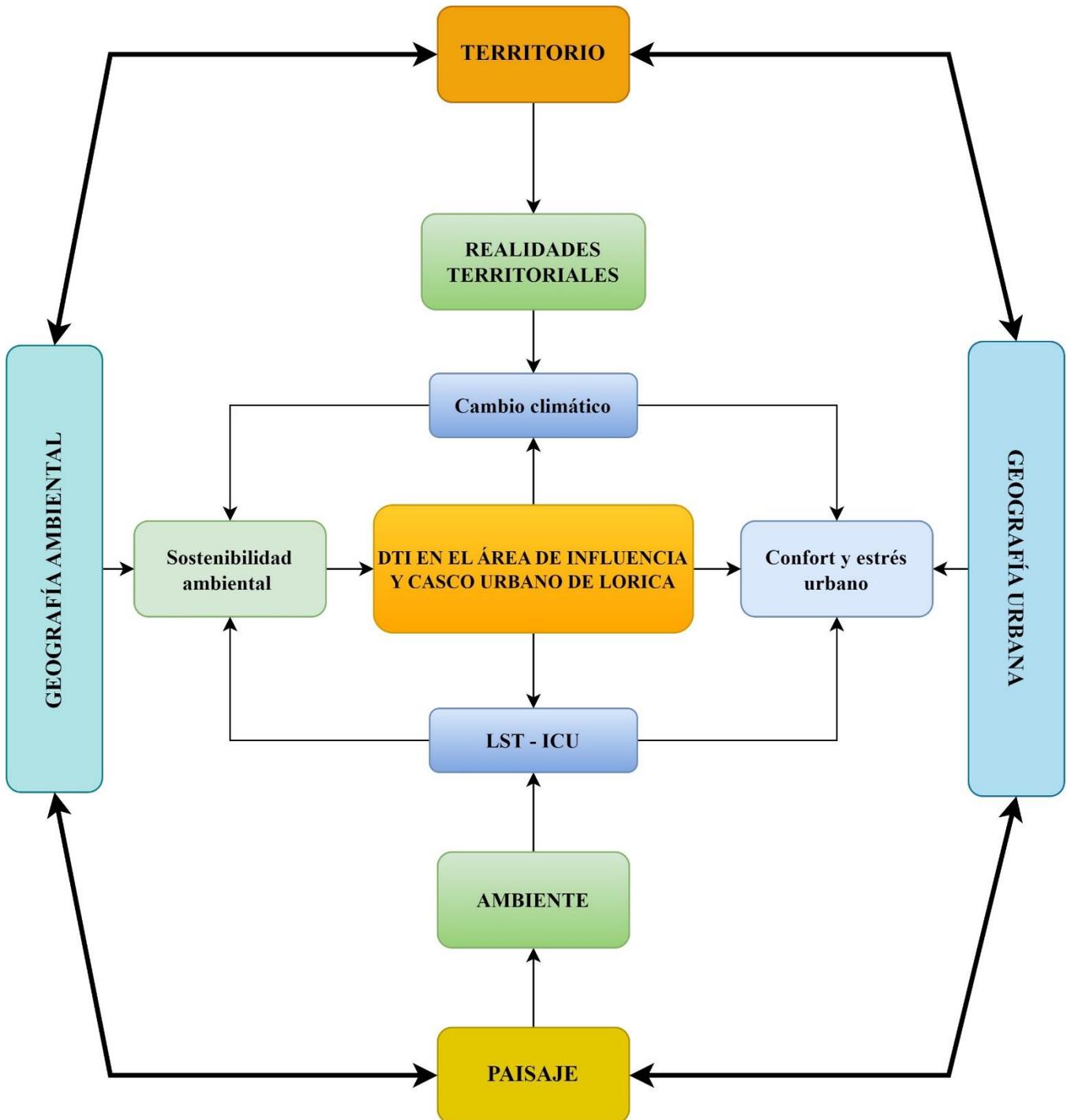
Por su parte, las Islas de Calor Urbanas - ICU son un fenómeno conocido ampliamente en las grandes ciudades. Consiste en la aparición de grandes focos de calor dentro o por fuera de las ciudades, con temperaturas más altas que en sus alrededores. Según Sjøvold (2019) son el resultado de la expansión y crecimiento de las ciudades, y del reemplazo de la cobertura vegetal por materiales asfálticos, los cuales cambian el uso del suelo y resulta en un cambio en el albedo (reflectividad de la radiación solar), donde las superficies oscuras del entorno construido absorben y retienen más calor que los campos y terrenos forestales que precedieron a la ciudad. Sin embargo, las ICU también son formadas por las grandes cantidades de gases calientes que son arrojados por los complejos industriales y la movilidad urbana. A causa de todo ello, las ciudades sufren una falta

de vegetación y altas temperaturas en la superficie, lo que afecta negativamente el bienestar humano (Peng et. al., 2012).

Para Sjovold (2019) la densificación de la infraestructura edificativa en las ciudades reduce la circulación del viento atrapando el aire caliente y los gases contaminantes que son generados en ella. Según Santamouris et. al., (2015) este fenómeno no solo aumenta la temperatura de las urbes, sumado a ello, incrementa la demanda de energía para fines de refrigeración, arrojando mayores cantidades de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera y contribuyendo aún más al calentamiento global.

Lo anterior se resumen en la síntesis teórico conceptual que fundamenta el trabajo investigativo, brindando las bases epistemológicas necesarias para el desarrollo de la propuesta en el marco de la teoría geográfica (**Figura 2**).

**Figura 2**  
Síntesis teórica.



**Nota:** Elaboración propia.

## **1.6. Fundamentos metodológicos.**

El análisis del espacio y su interacción con las actividades humanas ha sido históricamente el quehacer de la ciencia geográfica. No obstante, para que este análisis represente las realidades territoriales, se deben tener presente las interacciones sociales que ocurren en ese espacio. En este sentido, no se pueden entender las dinámicas territoriales de los sitios de forma aislada a los hechos humanos. Por lo que esta premisa ha sido fundamental en el estudio y análisis del espacio geográfico.

Para el caso particular de esta investigación, el análisis integrado del espacio y la actividad humana definieron la hoja de ruta para comprender la problemática que conciernen al área de estudio. En este sentido, las distintas técnicas de investigación geográficas empleadas, fueron la directriz de los objetivos desarrollados en este trabajo, siendo fundamentales la aplicación de los métodos cartográfico, deductivo, analítico descriptivo y correlacional que hicieron posible el logro de los resultados propuestos.

El área de estudio definida comprende la zona de influencia del casco urbano del municipio de Santa Cruz de Lorica que abarca los corregimientos de Nuevo Campo Alegre, San Sebastián, Puerto Eugenio – La Palma y Cotocá abajo, con los cuales se buscó representar las interacciones urbano-rurales del municipio y comprender la complejidad de los procesos socio territoriales que ocurren en esta zona.

Teniendo en cuenta estas premisas, el diseño metodológico de esta investigación se desarrolló en 4 fases metodológicas que respondieron a los objetivos planteados.

### **1.6.1. Fase 1. Levantamiento y clasificación de las coberturas de la tierra a partir de la metodología CORINE Land Cover.**

Para el levantamiento y clasificación de coberturas de la tierra, se empleó la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia por el IDEAM, la cual permitió, describir,

caracterizar, comparar y clasificar las distintas coberturas de la tierra, analizadas a partir de imágenes satelitales Landsat 7 y 8.

El esquema metodológico CLC del IDEAM (2010) contempla las etapas de: adquisición y preparación de la información; análisis e interpretación de las coberturas; verificación de campo, control de calidad y generación de la capa temática a escala 1:100.000 que delimitó las coberturas hasta el nivel 3 de Corine Land Cover

- Adquisición de las imágenes satelitales.

Para la adquisición de las imágenes satelitales se usó del geovisor del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS por sus siglas en inglés). Las imágenes descargadas del satélite Landsat 7 tienen una resolución espacial de 30 metros para las bandas del visible y 60 metros para el infrarrojo térmico, por su parte, Landsat 8 posee una resolución espacial de 30 metros en las bandas del visible y 100 metros para el infrarrojo térmico.

Se seleccionaron imágenes para un período de 10 años en el intervalo de 2013 a 2022, tomando una imagen por año para los meses de diciembre, enero, febrero y marzo. La definición de la temporalidad corresponde a la época seca del año en Colombia, es decir, los meses donde el sol alcanza las mayores alturas sobre el horizonte geográfico y los rayos solares alcanzan la mayor perpendicularidad sobre el país, por lo que hay mayor radiación ultravioleta. Esta temporalidad es la indicada para el análisis de la temperatura superficial terrestre, porque permite hacer comparaciones adecuadas con otros años, analizar la variabilidad de temperatura. Además, permitió obtener imágenes sin mucho ruido por el estado del tiempo. Las fechas utilizadas fueron las siguientes.

**Tabla 1.**

Temporalidad de imágenes satelitales empleadas para el análisis de LST

FECHA	SATÉLITE
22/12/2013	Landsat 7
20/03/2014	Landsat 8
2/01/2015	Landsat 8
21/01/2016	Landsat 8
9/12/2017	Landsat 8
28/12/2018	Landsat 8
13/01/2019	Landsat 8
17/02/2020	Landsat 8
2/01/2021	Landsat 8
05/01/2022	Landsat 8

**Nota:** Elaboración propia.

- Procesamiento de imágenes

Inicialmente se aplicó un recorte a las imágenes satelitales con el área de estudio definida, de tal manera que, se pudiera evitar el ruido de coberturas externas al área definida durante el proceso de clasificación. Posteriormente, se aplicó la debida corrección atmosférica a la imagen. Para Kruse (2004) citado en Agilar, *et al.*, (2014).

La corrección atmosférica busca recuperar la radiancia intrínseca del objeto de estudio, obtenida de la señal recibida por el sensor. Para ello se requiere: 1) convertir los números digitales (ND) de cada banda a valores de radiancia (L), 2) la radiancia se transforma a valores de reflectividad en el techo de la atmósfera “Top of Atmosphere” (TOA) y 3) se obtiene mediante FLAASH la conversión a valores de reflectancia (p.44).

- Clasificación de imágenes satelitales.

Con base a la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, se realizó un muestreo de coberturas o semillas para la clasificación digital, teniendo presente la debida separabilidad entre coberturas. Posteriormente, se clasificaron las coberturas a partir de una clasificación supervisada de máxima verosimilitud, que:

Supone que los vectores característicos de cada clase son (estadísticamente) distribuidos de acuerdo a una "función de densidad de probabilidad normal multivariante". Las muestras de entrenamiento se utilizan para estimar los parámetros de las distribuciones. Los límites entre las diferentes particiones en el espacio característico son colocados donde se presentan cambios de una clase a otra. Se llaman límites de decisión (Monterroso, s.f. p.20).

### 1.6.2. Fase 2. Procesamiento de parámetros necesarios para el cálculo de la temperatura superficial terrestre LST.

En esta fase se procesaron los parámetros o índices técnicos necesarios para el cálculo de la LST, estos parámetros son: El índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI), la Top of Atmospheric radiancia (TOA); la Brightness Temperature (Temperatura de brillo); La proporción de vegetación (Pv) y la emisividad ( $\epsilon$ ). Las bandas espectrales empleadas en los cálculos corresponden a las bandas del rojo visible (B3 para Landsat 7 y B4 para Landsat 8); las bandas del infrarrojo cercano (B4 para Landsat 7 y B5 para Landsat 8) y las bandas del infrarrojo térmico (B6 para Landsat 7 y B10 para Landsat 8).

**Tabla 2.**

Bandas espectrales empleadas para el cálculo de la temperatura superficial terrestre.

Satélite	Bandas espectrales	Rango espectral	Resolución espacial
Landsat 7	B3 rojo	0.631-0.692 $\mu\text{m}$	30
	B4 Infrarrojo cercano	0.772-0.898 $\mu\text{m}$	30
	B6 Infrarrojo térmico	10.31 -12.36 $\mu\text{m}$	60
Landsat 8	B4 rojo	0.636-0.673 $\mu\text{m}$	30
	B5 Infrarrojo cercano	0.851-0.879 $\mu\text{m}$	30
	B10 Infrarrojo térmico	10.60-11.19 $\mu\text{m}$	100

**Nota:** Elaboración propia.

### a. Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)

Las bandas espectrales de los datos de Landsat 7 y 8 se procesaron para estimar los valores del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) de la superficie utilizando la siguiente ecuación.

$$NDVI = \frac{NIR - ROJO}{NIR + ROJO}$$

Donde,

**NIR**= corresponde a la banda B4 (0.772-0.898  $\mu\text{m}$ ) (Landsat 7), y B5 (0.631-0.692  $\mu\text{m}$ ) para Landsat 8

**Rojo**= Banda 3 (0.631-0.692  $\mu\text{m}$ ) (Landsat 7) y Banda 4 (0.636-0.673  $\mu\text{m}$ ) (Landsat 8).

El NDVI figura dentro de los parámetros como el índice que permitió relacionar la disponibilidad y densidad de cobertura vegetal, como factor clave para determinar focos de máxima o mínima emisión de temperatura superficial. Los valores mínimos y máximos del NDVI fueron necesarios para el posterior cálculo de la Proporción de vegetación Pv.

En el software ArcGis 10.8 la fórmula se insertó así: (ejemplo con imágenes Landsat 8)

$$\text{Float}("B5"-"B4")/\text{Float}("B5"+"B4")$$

### b. Conversión a radiancia espectral ToA

Los sensores Landsat adquieren datos en las unidades de radiancia absoluta utilizando un punto flotante de 32 bits y el producto de Nivel 1 es un ráster de 16 bits con números digitales. Por lo tanto, los valores se convirtieron en datos de radiancia espectral superior de la atmósfera (ToA) mediante la siguiente ecuación y el factor de escalado de luminosidad proporcionado en el archivo de metadatos de los datos de Landsat (Zanter, 2016).

$$L\lambda = ML \times QCAL + AL$$

Dónde,

**L $\lambda$** = Valor de radiancia espectral (medido en W/[m<sup>2</sup> \* sr \*  $\mu\text{m}$ ]),

**ML**= Factor de escala multiplicativa de radiancia para la banda respectiva.

(RADIANCE\_MULT\_BAND\_n de los metadatos, ML=0.0003342 para la banda 7 de Landsat 7, y de la misma forma para la banda 10 para Landsat 8,

**AL**= Factor de escalado aditivo de radiancia para la banda.

En el software ArcGis 10.8 la fórmula se inserta así:

$$0.0003342 * "B" + 0.1000$$

### c. Conversión a temperatura de brillo at-sensor **TB**

La temperatura de brillo (TB) es un grado de radiancia de la radiación electromagnética entrante, que viaja hacia el cielo desde la parte superior de la atmósfera hasta el sensor remoto. Se expresa en unidades de la temperatura de un cuerpo negro equivalente. La temperatura de brillo es la temperatura real vista por el sensor remoto bajo una suposición de valor de emisividad de superficie unitaria. Entonces el resplandor espectral ToA convierte los datos en temperatura de brillo (TB) utilizando la siguiente ecuación según Zanter (2016).

$$T_B = \frac{K_2}{\ln\left(1 + \frac{K_1}{L\lambda}\right)}$$

Dónde,

**TB**= TOA Temperatura de brillo, en Kelvin. (La temperatura puede también se convertirá en Celsius restando 273. (Es decir, TB (°C) =TB (K) - 273.15)

**Lλ**= Radiancia espectral (Wattios/ (m<sup>2</sup> \* sr \* μm))

**K1** = Constante de conversión térmica para la banda (K1\_CONSTANT\_BAND\_n de los metadatos)

**K2** = Constante de conversión térmica para la banda (K2\_CONSTANT\_BAND\_n de los metadatos).

En el software ArcGis 10.8 la fórmula se inserta así:

$$(K_2 / \ln ((K_1 / "TOA") + 1)) - 273.15$$

#### d. Proporción de vegetación $P_v$

Es la proporción de vegetación o cubierta vegetal fraccionada. Se obtuvo a partir de los valores máximos y mínimos del NDVI. Según Carlson y Ripley (1997) dado que los valores NDVI de la superficie son un factor clave en la estimación de la Proporción de Vegetación ( $P_v$ ), fue necesario emplear el valor máximo y mínimo a partir de la siguiente ecuación de flujo.

$$P_v = \left[ \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right]^2$$

En el software ArcGis 10.8 la fórmula se inserta así:

$$\text{Square}((\text{"NDVI"} - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min}))$$

#### e. Emisividad de la superficie terrestre ( $\epsilon$ )

La emisividad de la superficie terrestre ( $\epsilon$ ) es un factor importante para obtener los valores de temperatura de la superficie. Dentro del proceso fue valioso para la estimación del presupuesto de energía a partir de los datos satelitales detectados. Es un factor de proporcionalidad, que escala la radiancia del cuerpo negro (ley de Planck) para predecir la radiancia emitida, y es la eficiencia de transmitir energía térmica a través de la superficie a la atmósfera (Sobrino, *et al.*, 2008).

La emisividad de la superficie terrestre fue calculada mediante la siguiente ecuación señalada por Yu, *et al.*, (2014).

$$\epsilon = 0.973 - 0.047 P_v$$

Donde,

$P_v$  = es la proporción de vegetación y,

**0.973 y 0.047** = son constantes

En el software ArcGis 10.8 la fórmula se inserta así:

$$0.004 * P_v + 0.986$$

## f. Temperatura de la superficie terrestre (LST)

Finalmente, el LST del área de estudio se calculó a partir de la temperatura de brillo del sensor y la emisividad de la superficie utilizando la siguiente ecuación según Zanter (2016).

$$LST = \frac{T_B}{[1 * (\lambda * \frac{T_B}{\rho} * \ln \varepsilon)]}$$

Donde,

**T<sub>B</sub>**= Temperatura de brillo,

**λ**= Longitud de onda de la radiancia emitida,

**ρ**=  $h \times c / \sigma = 1.438 \times 10^{-2}$  mK ( $\sigma$ =constante de Boltzmann=  $1.38 \times 10^{-23}$  J/K,

**h**=constante de Planck= $6.626 \times 10^{-34}$  Js,

y **c**=velocidad de la luz= $2.998 \times 10^8$  m/s),  $\varepsilon$ =Superficie terrestre

En el software ArcGis 10.8 la fórmula se inserta así:

"BT"/(1+( "TOA"\* "BT"/14388)\* Ln("E"))

### 1.6.3. Fase 3. Relación de los usos del suelo urbano con la LST.

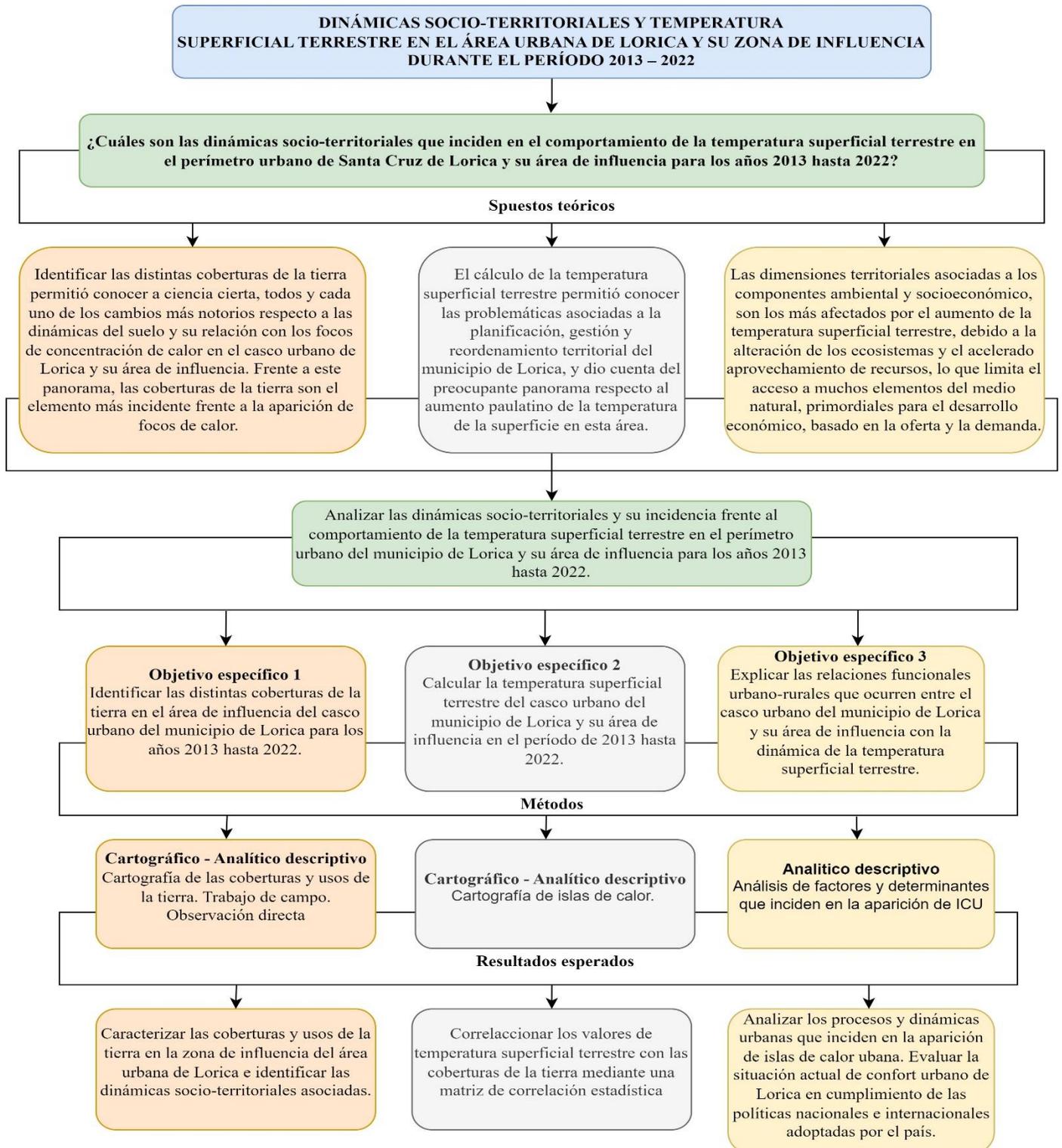
En esta fase realizó un análisis correlacional que permitió explicar las interacciones urbano-rurales que ocurren en el perímetro urbano del municipio y su área de influencia, con el comportamiento multitemporal de la temperatura superficial terrestre.

### 1.6.4. Fase 4. Redacción del informe final.

En esta fase confluyen todos los elementos fundamentales para la redacción y ensamble del informe final. Con la ayuda de gráficos, tablas y cartografía fue posible construir y analizar en síntesis las realidades territoriales que describen los hechos que tuvieron lugar en el área de estudio. Los principales elementos que sintetizan el proceso metodológico se muestran en la **Figura 3**.

**Figura 3.**

Síntesis metodológica



**Nota:** Elaboración propia.

## CAPÍTULO 2.

### 2. DINÁMICAS SOCIO-ESPACIALES Y TRANSFORMACIÓN DEL PAISAJE NATURAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE LORICA.

#### 2.1.Contexto histórico de las dinámicas socio-territoriales que transformaron el paisaje natural de la Subregión del valle del río Sinú.

La historia cultural de esta subregión se remonta aproximadamente 2000 años atrás, desde el año 800 a.C hasta el 1200 d.C. El territorio fue habitado por tres provincias, Los Zenufana, Panzenú y Finzenú. Esta última cultura ocupó las tierras del valle del río Sinú. Sus formas de vida estaban arraigadas al ser anfibio, pues su economía, cultura y religión giraron en torno al río y al complejo cenagoso.

El río y la ciénaga fueron el pilar fundamental para la construcción de una base cultural sólida que cimentó también las bases de su economía. Sus habitantes eran predominantemente orfebres, pescadores, artesanos y comerciantes, característica que fue dinamizada por las rutas acuáticas de caños y canales que conectaban con el río Sinú y éste a su vez, con otras poblaciones con las que intercambiaban sus productos, lo que permitió evolucionar su economía.

La dinámica natural del río desarrolló en esta población precolombina la habilidad de adaptarse a los eventuales sucesos que marcaba la periodicidad de las inundaciones y los tiempos de sequía. Aprovecharon la geografía de la región para construir sofisticados sistemas de riego con el objetivo de canalizar, drenar y conectar los cuerpos de agua con las lagunas, ciénagas y con las salidas al mar. Durante las épocas de inundación contenían los excesos de agua del río que eran amortiguadas por la ciénaga, para proteger los cultivos y sus viviendas (**Figura 4**). La ingeniería de tal creación ralentizaba la velocidad de las aguas reteniendo el material sedimentario arrastrado, el cual era empleado como abono para sus cultivos en los playones que quedaban expuestos en época seca (Salazar, 2011).

Según Parson (1992) el sistema hidráulico Zenú conformado por canales y camellones cubría una extensión de 32.000 has, y ha sido históricamente ejemplo del uso sostenible del agua y los humedales en América. Para Plazas & Falchetti (1981) la ingeniería hidráulica Zenú logró mantenerse por más de 20 siglos y su efectividad mantuvo una densidad poblacional de 160 habitantes/km<sup>2</sup> (kilómetro cuadrado).

**Figura 4.**  
Ingeniería hidráulica del pueblo Zenú.



**Nota.** Tomado de la galería de Banrepcultural. 2021.

Con la conquista española encabezada por Alonzo de Heredia, la población Zenú tuvo sus primeros embates externos. Las acometidas españolas saquearon su legendaria orfebrería y las fuentes de oro, sumado a esto fueron reconocidas como territorio y habitantes de la provincia de Cartagena de Indias.

Entrada la época republicana y con ella la navegación a vapor en Santa Cruz de Lorica, la próspera y nueva ciudad mercantil del Sinú se fue consolidando como el principal puerto de comercio interno y exterior del sur de la provincia. La ciudad se convirtió en un atractivo para el comercio de bienes y servicios impulsado por extranjeros y comerciantes inmigrantes, provenientes del este y sur de Europa y Asia occidental, los cuales vieron la oportunidad de comercializar sus productos por la facilidad del transporte fluvial.

Según Vilorio (2003) entre 1880 y 1930 se radicaron en Lorica y la región del Sinú un indeterminado número de migrantes árabes, los cuales fundaron pequeños y grandes centros de

comercio con los cuales tomaron el control y dominio del transporte fluvial y marítimo entre el Sinú, Atrato y Cartagena de Indias. Fueron las primeras personas que introdujeron la ganadería en las fértiles tierras del valle del Sinú, acapararon grandes extensiones de tierras y crearon los primeros negocios de finca raíz.

Tiempo antes de la llegada de los árabes, el Sinú había sido ya explorado por comisiones de franceses y norteamericanos, interesados en los rastros del oro que era explotado por la cultura Zenú, además de ello, tuvieron un fuerte interés en la riqueza forestal inexplorada de la región y la producción agrícola a gran escala apenas implementada, lo que incentivó la deforestación de grandes extensiones de bosque para la exportación de madera y otros productos agrícolas en menor medida, que eran vendidos en Cartagena o sacados a Europa y Asia.

Las amplias zonas de bosque deforestado fomentaron el cultivo de plantaciones comerciales de cacao, caña de azúcar y algodón, pero por motivos de comercialización y la competencia del mercado de la época, en 1912 se suspenden, y los campos se convierten en pastizales para ganado, asimismo sucede en 1915 con la explotación de madera, lo que abrió paso a la continua expansión ganadera (Parson, 1992).

De acuerdo con Duarte (2005), en el transcurso de la segunda mitad del siglo XX la ocupación y uso indiscriminado del valle del Sinú fue abriendo paso a la expansión de la ganadería y la agricultura, convirtiendo en sabanas las tierras que rodeaban las ciénagas; sumado a esto la intervención del Estado, en representación del Instituto Colombiano para la Reforma Agraria INCORA, quien de acuerdo con la política agraria de la época cedió terrenos a terceros, construyó canales artificiales y distritos de riego, e incentivó a la recuperación de terrenos baldíos para ser destinados a actividades agropecuarias. Según Duarte (2005) la política agraria del INCORA produjo un desastre ambiental en la región provocando que “(...) la reducción del área inundable condujera a que la zona de depósito de sedimentos disminuyera y que la colmatación o permeabilidad aumentara, produciendo una desecación de alrededor de 10.000 hectáreas en las últimas décadas”.

La crisis ambiental y paisajística de la Ciénaga Grande del Bajo Sinú (de ahora en adelante CGBS) se incrementó en la década de 1950 con el desarrollo de obras de infraestructura vial implementadas a nivel nacional por el fallecido expresidente Gustavo Rojas Pinilla. El trazado de la conocida avenida bicentenario en el municipio de Lorica o ruta 21 que conecta a los municipios de Santa Cruz de Lorica y Montería, fue construida mediante un diseño de terraplenes que dividieron los espejos de agua de la ciénaga y cortó el flujo permanente de los caños que conectaban el humedal con el río Sinú (**Figura 5**).

**Figura 5.**

Corredor vial Lorica y Montería que divide el flujo entre el Río Sinú y la Ciénaga Grande.



**Nota:** Tomado del diario digital La Razón.co

El desastre ambiental en el humedal incrementó la expansión de la frontera agrícola en el bajo Sinú, pues los grandes terratenientes y adinerados, fueron focalizando los planos de inundación que difícilmente volvieron a ser ocupados naturalmente por las aguas de la ciénaga y cumplir así con su dinámica de amortiguar los excesos de agua del río. Según Victor Negrete, representante de la Fundación Sinú en entrevista con el periódico El Espectador (2021), asegura que:

Cuando las aguas se recogían, corrían las cercas a las zonas secas, y cuando regresaba el invierno las cercas estaban metidas en el agua, entonces empezaban a desecar, a abrir canales, a levantar terraplenes y a rellenar hasta ese punto, afectando profundamente el curso del agua (**Figura 6**).

**Figura 6**

Cercamiento del Caño del Jabón en la Ciénaga Grande del Bajo Sinú.



**Nota:** El autor.

La década de los años 60s en adelante marcó un hito histórico para las comunidades del valle del Sinú. La planificación y el reordenamiento de la cuenca del río Sinú fue la gran apuesta del gobierno colombiano para fomentar el desarrollo rural y mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la subregión. Uno de los principales objetivos estuvo enmarcado en la adecuación de tierras para fomentar la agricultura a gran escala y la ganadería tecnificada, así como adjudicación y titulación de tierras para los campesinos a través de la reforma agraria de 1960. La inversión de capital extranjero fue fundamental para el desarrollo de grandes proyectos como la construcción de distritos de riego, canales y el polémico proyecto hidroeléctrico URRÁ. Para ello, se desarrolló un estudio sobre el comportamiento del río Sinú y se implementó una nueva forma de reorganización territorial dentro de la cuenca (**Figura 7**).

**Figura 7.**

Central hidroeléctrica URRÁ.



**Nota:** Tomado de Urrá.com.co

El éxito de las políticas agrarias del gobierno de turno, solo favoreció el acaparamiento de tierras de grandes hacendados, fueron pocos los pequeños campesinos que obtuvieron tierras por cuenta de la reforma agraria. Este hecho fortaleció la brecha ya existente en la tenencia de la tierra, generando conflicto de intereses entre el campesinado y los terratenientes.

Actualmente los sistemas de riego no cumplen a cabalidad con su función debido a su mala gestión, y la puesta en marcha de la central hidroeléctrica URRÁ generó un fuerte problema atípico de erosión fluvial que hasta el día de hoy ocasiona serios problemas a campesinos de la cuenca alta y media. Sumado a ello el control de crecientes en la cuenca alta del río, alteró la dinámica hidromorfológica de los humedales de la cuenca media y baja, de modo que la colmatación sedimentó canales, caños y disminuyó la profundidad del complejo cenagoso (**Figura 8**).

**Figura 8.**

Sedimentación del caño de Chimalito a su entrada a la ciénaga del Lucero.



**Nota:** El autor.

El exalcalde del municipio de Momil Emiliano Lugo, sostiene que se han identificado aproximadamente 34 km de terraplenes en los planos de inundación de la CGBS jurisdicción de este municipio. Según Juan José López asesor de ASPROCIG, de las 53.000 has que conformaban la CGBS hace 50 años, actualmente el humedal cuenta con 27.000 has, es decir, una reducción de más del 50% del ecosistema.

En términos económicos las comunidades dependientes de las actividades primarias de pesca y agricultura, se han visto obligadas a cambiar sus formas de vida, teniendo que adaptarse a nuevos parámetros socio-económicos que involucran el cambio de actividades como el moto taxismo, la construcción, de jornaleros, e incluso en la última década se ha fortalecido la migración a grandes ciudades en busca de nuevas oportunidades de empleo, impuesto por la crisis ambiental de la CGBS y consigo los notables efectos del cambio climático que agrava la situación ambiental de la región en los períodos de sequía y lluvias.

Por su parte, la modificación de los ciclos hidrológicos a nivel mundial deja entrever en términos culturales graves repercusiones en la aplicación de los saberes ancestrales de las comunidades indígenas y de campesinos tradicionales en las labores de labranza, especialmente en aquellos que habitan los alrededores de los humedales de la CGBS, porque sus tradiciones y legados heredados por los antiguos Zenúes para cultivar, estaban estrechamente enlazados con los ciclos estacionales, los tiempos de crecientes y sequías, que rápidamente han ido desapareciendo, lo cual ha fortalecido actualmente algunas prácticas insostenibles en la siembra de cultivos haciendo muy común el uso de pesticidas y fertilizantes que contaminan el suelo y los espejos de aguas.

Las consecuencias de las últimas emergencias provocadas por las olas invernales, han reavivado en las comunidades de pescadores y campesinos el espíritu de supervivencia de sus ancestros iniciando proyectos comunitarios que tienen el propósito de reconstruir los antiguos modelos hidráulicos zenúes, con el fin de recrear sistemas similares de contención y redistribución de las aguas. Estos proyectos han sido ejemplo de adaptación y resiliencia a las nuevas realidades territoriales que enfrenta la cuenca baja del valle del Sinú.

## **2.2. Las coberturas y usos de la tierra: una representación de las realidades y dinámicas socio-territoriales del área de influencia del casco urbano de Lorica.**

Santa Cruz de Lorica es uno de los siete (7) municipios que tienen jurisdicción sobre la CGBS, según el POT (2002) el municipio tiene competencia sobre el 33,7% del área total, de las cuales el 10% corresponde a áreas de inundación y el resto en cuerpos de agua. El 60% del área de estudio definida en esta investigación se localiza en esta zona, sobre la cual habitan las poblaciones de los

centros poblados de la Palma, Puerto Eugenio, El playón, San Sebastián, Nuevo Campo Alegre, Juan de Dios Gari y Cotocá Abajo. La economía de estas comunidades está fuertemente arraigada a la actividad de la pesca, la agricultura de subsistencia en minifundios y la ganadería, predominantemente.

La capacidad de los suelos y la fertilidad de las tierras localizadas en los planos de inundación ha sido históricamente un atractivo para el asentamiento de comunidades. Actualmente se reconocen pequeños grupos de familias que han habitado por más de cinco décadas dentro de la ciénaga, atraídos también por las mejoras y proyectos productivos que fueron entregados como indemnización de la central hidroeléctrica URRÁ a los campesinos y pescadores del municipio (Figura 9).

**Figura 9**

Proyectos productivos como obras de compensación de la hidroeléctrica URRÁ para los campesinos del Bajo Sinú.

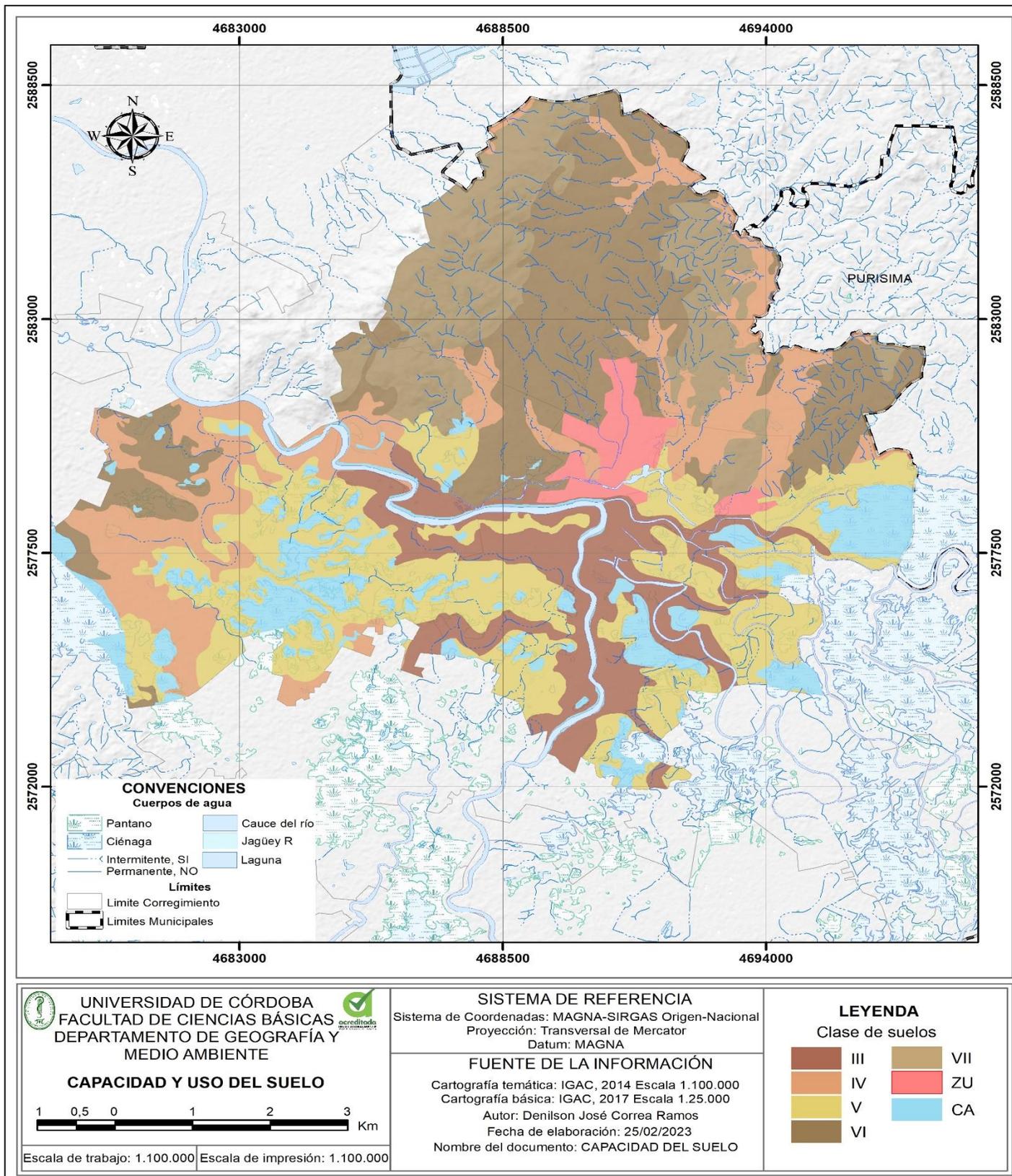


**Nota:** Tomado de la Revista Grupo Semillas.

Teniendo en cuenta que la geomorfología de la zona de estudio corresponde a depresiones, lomas y lomeríos, es posible encontrar una variedad de suelos fértiles con excelente propiedades físicas y químicas para las distintas labores del campo que se da en este territorio. Estas tierras son privilegiadas por encontrarse con suelos clase 3 distribuidos en la ribera del río, canales y caños que conducen a los cuerpos de aguas internas, caracterizados por ser encharcables, con drenaje pobre a moderado, superficiales a moderadamente profundos y con fertilidad moderada (Figura 10) (IGAC, 2009).

**Figura 10.**

Distribución espacial de las clases de suelos presentes en la zona de estudio.



**Nota:** Elaboración propia a partir de información del IGAC, 2014.

Aunque son aptos para desarrollar cultivos transitorios como el arroz, maíz y plátano, estos suelos están siendo sobreexplotado por el pastoreo de ganado en la época de verano, en este sentido, es común encontrar suelos degradados por el pisoteo de estos animales durante el proceso de pastoreo, generando compactación en el horizonte superior del suelo y afectando su productividad, capacidad y usos recomendados.

Los planos de inundación y las zonas bajas de colinas distribuidas al norte y sur están formados por suelos clase 4 y 5, los cuales tienden a ser muy superficiales con un drenaje natural moderado y pobre, poseen texturas gruesas y finas a moderadamente finas, con una fertilidad moderada y alta, lo que los hace fácil de trabajar, porque requieren obras de labranza mínimas y pocas labores de preparación en verano. Sin embargo, las tierras clase 5 se caracterizan por ser altamente susceptibles a inundaciones y encharcamientos con nivel freático alto y drenaje pobre. Por esta razón, los campesinos aprovechan las épocas secas del año para prepararlos y sembrar sus cultivos haciendo usos de prácticas poco sostenibles como las quemas de malezas y matorrales que dejaron los altos niveles de las aguas. Estas acciones ocurren año tras año, y los efectos físicos más comunes en el suelo es el cuarteamiento y en el mayor de los casos la erosión (**Figura 11**).

**Figura 11.**

Quemas de maleza en los campos de cultivos situados en la Ciénaga Grande del Bajo Sinú.



**Nota:** El autor.

Por su parte, los suelos clase 4, 6 y 7 se distribuyen en tierras más altas de lomas y colinas cubiertas por poca vegetación boscosa, matorrales y en mayor extensión por pastos limpios, los cuales cada año van tomando mayor ocupación convirtiendo los bosques en pasturas gracias a la

expansión de la frontera ganadera y el aprovechamiento forestal. De acuerdo con Colomer y Sánchez (2002), las coberturas asociadas a las actividades agropecuarias formadas gracias a acciones como la deforestación, producen menos aporte de material orgánico al suelo, a la vez que se produce una rápida mineralización del humus generado por las acciones de laboreo y las altas temperaturas, esto favorece la aparición de incendios forestales muy comunes en las épocas de verano, influenciados por las labores de agricultura o por la caza de animales silvestres.

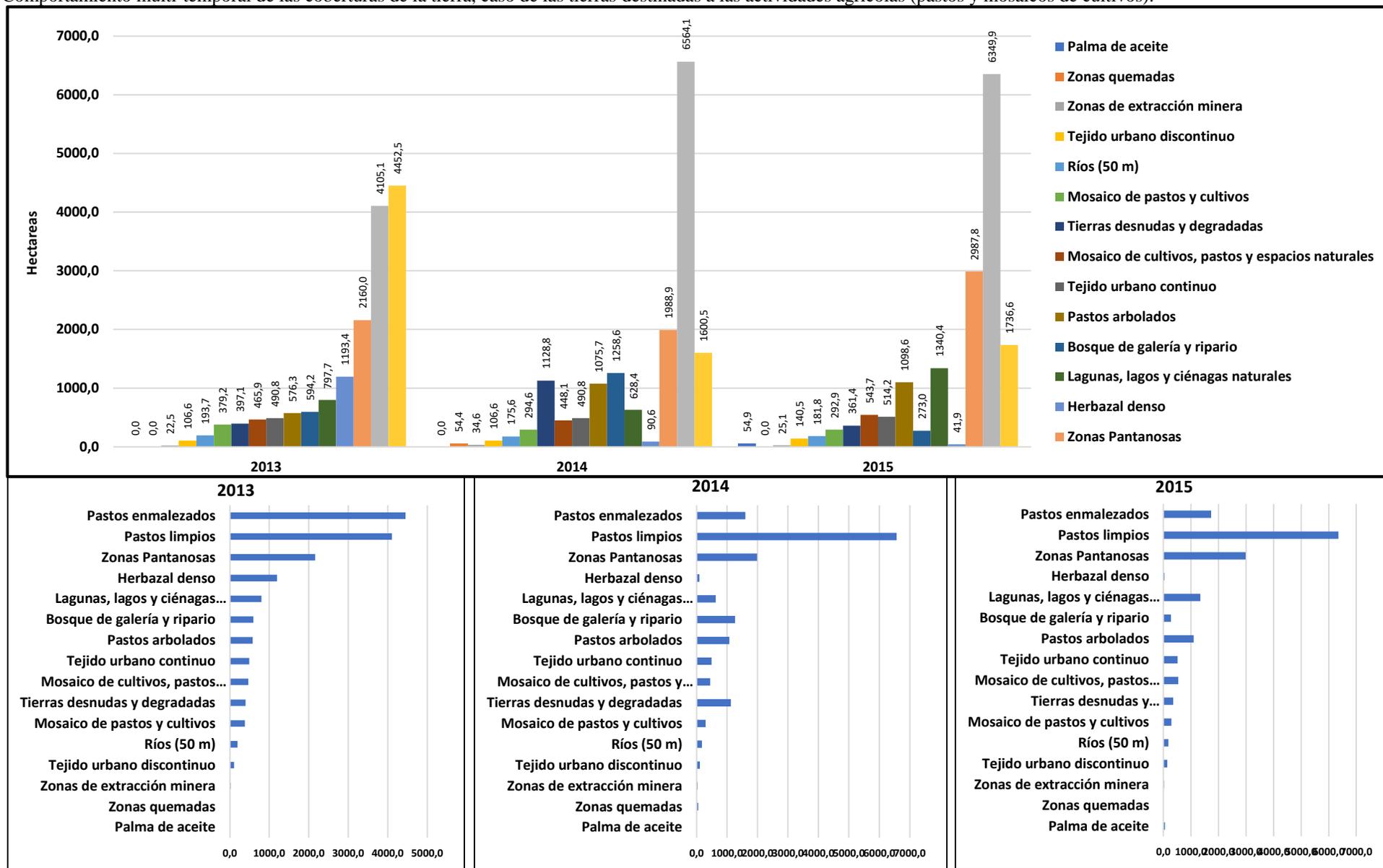
Según el POT de Lorica (2020) (en revisión), la matriz del paisaje (área mayor parte ‘conectada’ o continua del paisaje, o el área más grande) en el municipio, corresponde a los pastos, que están ocupando aproximadamente el 60% de la extensión del municipio, es decir, 94.852,8 ha. Sólo el 0,22% de las coberturas de la tierra corresponden a vegetación nativa, de las cuales, el 0,02% son bosques de galería y riparios, el 0,1% es vegetación secundaria alta y 0,1% vegetación secundaria baja respectivamente.

En comparación con los resultados de esta investigación, las estimaciones del nuevo POT sobre la variabilidad de las coberturas vegetales, no difieren, en definitiva, pues en el análisis multitemporal que se abordó desde el año 2013 al año 2022, el paisaje ha estado marcado por una alta ocupación de tierras dedicadas al pastoreo de ganado. En estos últimos 10 años, el uso de tierras para ganadería consolida (pastos limpios), referida como esas zonas donde no se ha presentado mayores cambios en la cobertura de pastos limpios, –incluidas también las zonas en donde los pastos arbolados y enmalezados han pasado a ser pastos limpios- superaron las 3.500 has representando cerca del 40% del área de estudio, sin embargo la variabilidad de esta cobertura está fuertemente enlazada con la temporada de lluvias, por lo que los valles que se muestran en la (figura 11), se deben a los periodo atípicos de lluvias que retardaron la aparición de esta cobertura durante la época seca, temporalidad en la que fue realizado este estudio.

Los años 2014, 2015 y 2020 fueron los períodos que más desaparecieron coberturas transitorias como los pastos enmalezados y en su lugar aparecieron pastos limpios (**Figura 12**), esto se debe a que en el año 2014 y 2015 se registraron las temperaturas más cálidas en más de un siglo. Según la NASA (2023), los últimos 9 años han sido los períodos más cálidos desde que comenzaron los registros modernos en el año 1880.

**Figura 12.**

Comportamiento multi-temporal de las coberturas de la tierra, caso de las tierras destinadas a las actividades agrícolas (pastos y mosaicos de cultivos).



Nota: Los valores estadísticos representan cálculos realizados a través del procesamiento de imágenes satelitales. Elaboración propia.

Las temperaturas del año 2015 alcanzaron 0,9 °C por encima el promedio global del siglo XX, sin embargo, el último registro arrojó que la temperatura promedio de la tierra en el año 2022 empató como la quinta más cálida registrada (NASA, 2023).

Las coberturas de pastos limpios son de especial interés en esta investigación, porque a diferencia de aquellas coberturas como pastos arbolados y enmalezados que son muy comunes en la ganadería consolidada, es considerado como de fuerte incidencia en los procesos de degradación de suelos, desertificación y generador de islas de calor debido a varios criterios que Soto (2016) define de la siguiente manera:

La cobertura vegetal de solo pastos limpios es más susceptible a la degradación por situaciones como la baja densidad vegetal y su desaparición en épocas secas. Esta razón aumenta la fragilidad a la desertificación, teniendo en cuenta, además que, se presentan otros procesos degradativos asociados a la ganadería, como la compactación, la erosión del suelo y degradación de las fuentes hídricas.

En segunda instancia, la acumulación de los anteriores procesos de degradación generados por la actividad ganadera a través del tiempo, hace que las tierras donde esta cobertura no ha sido constante o donde no ha habido otras coberturas vegetales de arbustos o árboles que puedan generar protección al suelo, aumenta la intensidad de los procesos degradativos.

Y el tercer criterio, se relaciona a las características climáticas del municipio, en relación a las precipitaciones y temperaturas, puesto que esta cobertura es altamente susceptible a las variaciones climáticas. De esta manera, durante los períodos de bajas precipitaciones y altas temperaturas, las cuales son recurrentes en el municipio, los pastos desaparecen casi por completo y el suelo se expone totalmente. (Soto, 2016).

La expansión de la frontera agraria (actividades de agricultura y ganadería), en los últimos 10 años fue sustituyendo las coberturas de bosque de galería y riparios tanto al norte como al sur, generados por la deforestación descontrolada que se vive en la zona. Estas acciones agudizan la desprotección y degradación ambiental de los nichos ecológicos, especialmente aquellos factores ambientales como los nacimientos de agua (ojos de agua) que se pueden encontrar en la mayor

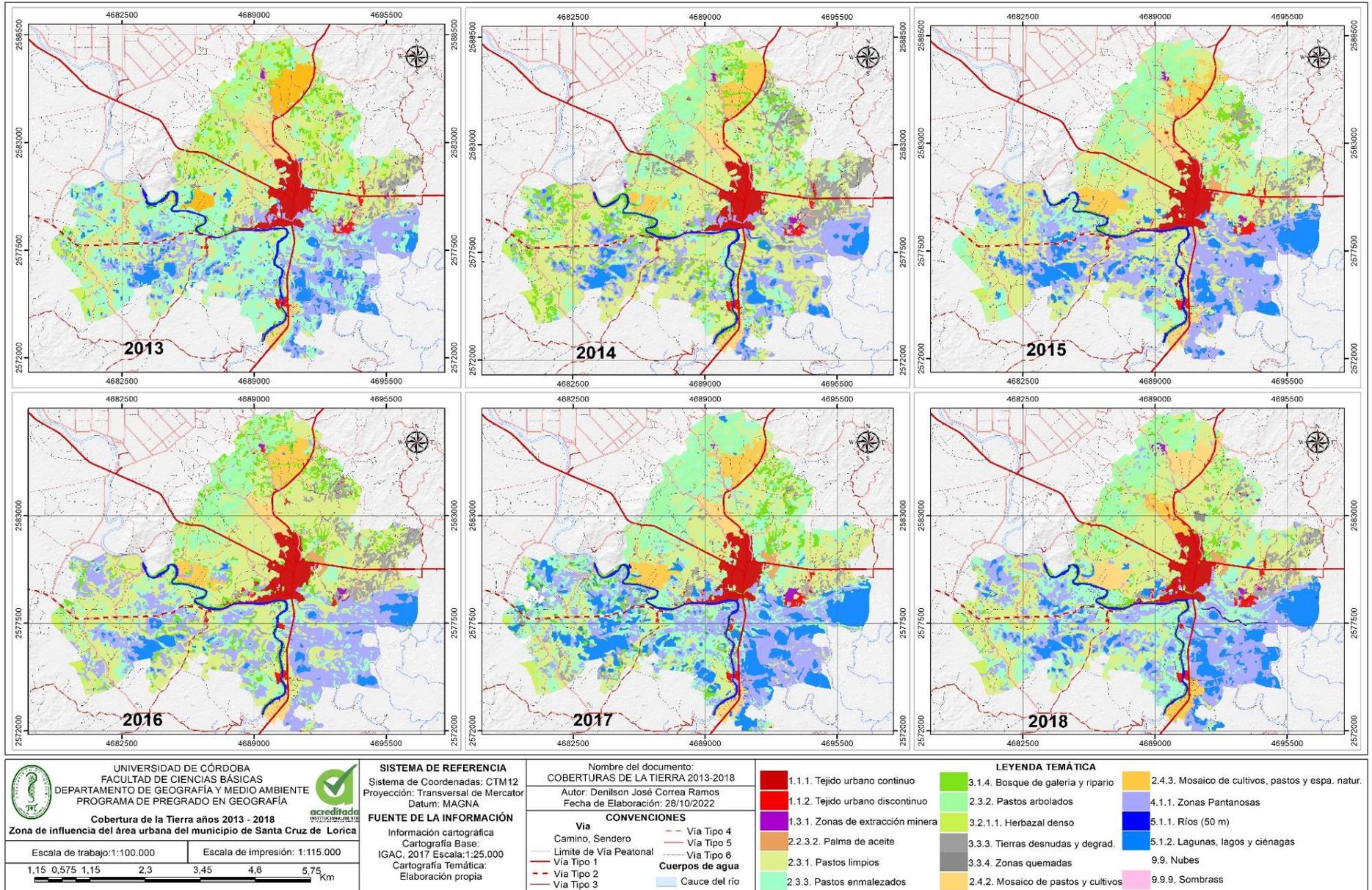
parte de la zona norte, de manera que, se están destruyendo los corredores biológicos que unen los cerros tutelares del municipio con el Distrito Regional de Manejo Integrado DMI de la CGBS y los ecosistemas de manglar del golfo de Morrosquillo.

Esto está generando serios problemas de degradación de tierras, gracias a que los suelos quedan expuestos por la escaza vegetación, incentivando la aparición de procesos más complejos como la desertificación. Aunque en el municipio sus factores más representativos son la erosión causada por la agresividad de precipitaciones y la erosión hídrica pluvial; según el POT municipal (Alcaldía de Santa Cruz de Lorica, 2002), todo el municipio es altamente vulnerable a la erosión hídrica, la cual se intensifica por la falta de cobertura vegetal en algunos sectores, la topografía de lomerío en amplias zonas y la deforestación de zonas boscosas y arbustivas para dar paso a la actividad agrícola o ganadera en áreas no aptas para esos usos del suelo.

En este sentido, la aparición de tierras desnudas y degradadas al noreste del área de estudio, indica que existen en la zona fuertes niveles de degradación ambiental, sin embargo, a pesar de que su variabilidad por año cambia por otra cobertura próxima como la de pastos, no quiere decir que los problemas hayan desaparecido, dado que en los años próximos como se puede ver en las figuras 13 y 14 esta cobertura vuelve a mostrarse (**Figura 13 y 14**).

**Figura 13.**

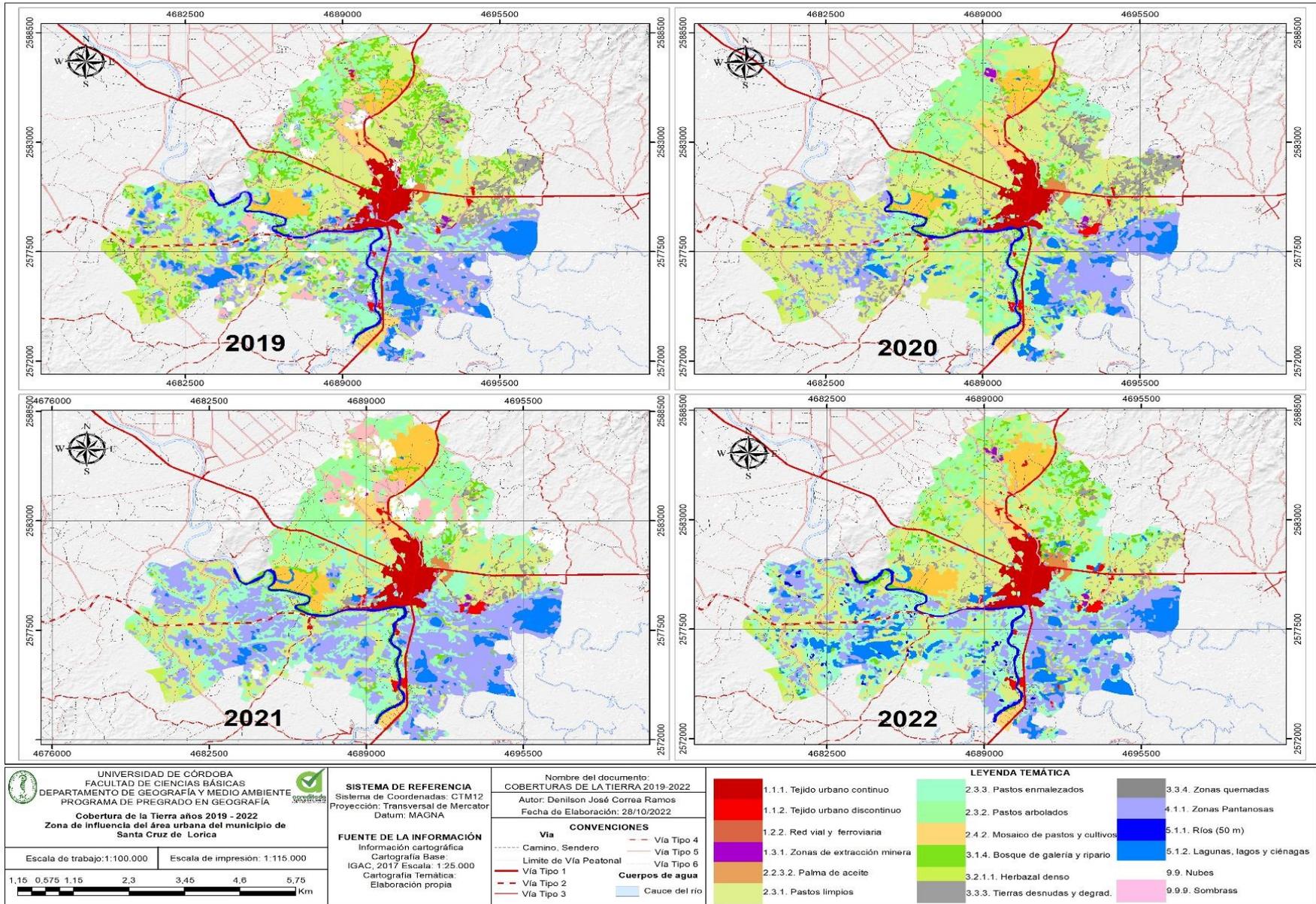
Representación multi-temporal de las coberturas de la tierra en el área de influencia del casco urbano de Lorica 2013-2018



**Nota:** Elaboración propia a partir de imágenes satelitales Landsat 7 y 8. Cartografía básica del IGAC, 2017.

**Figura 14.**

Representación multi-temporal de las coberturas de la tierra en el área de influencia del casco urbano de Lorica 2019-2022



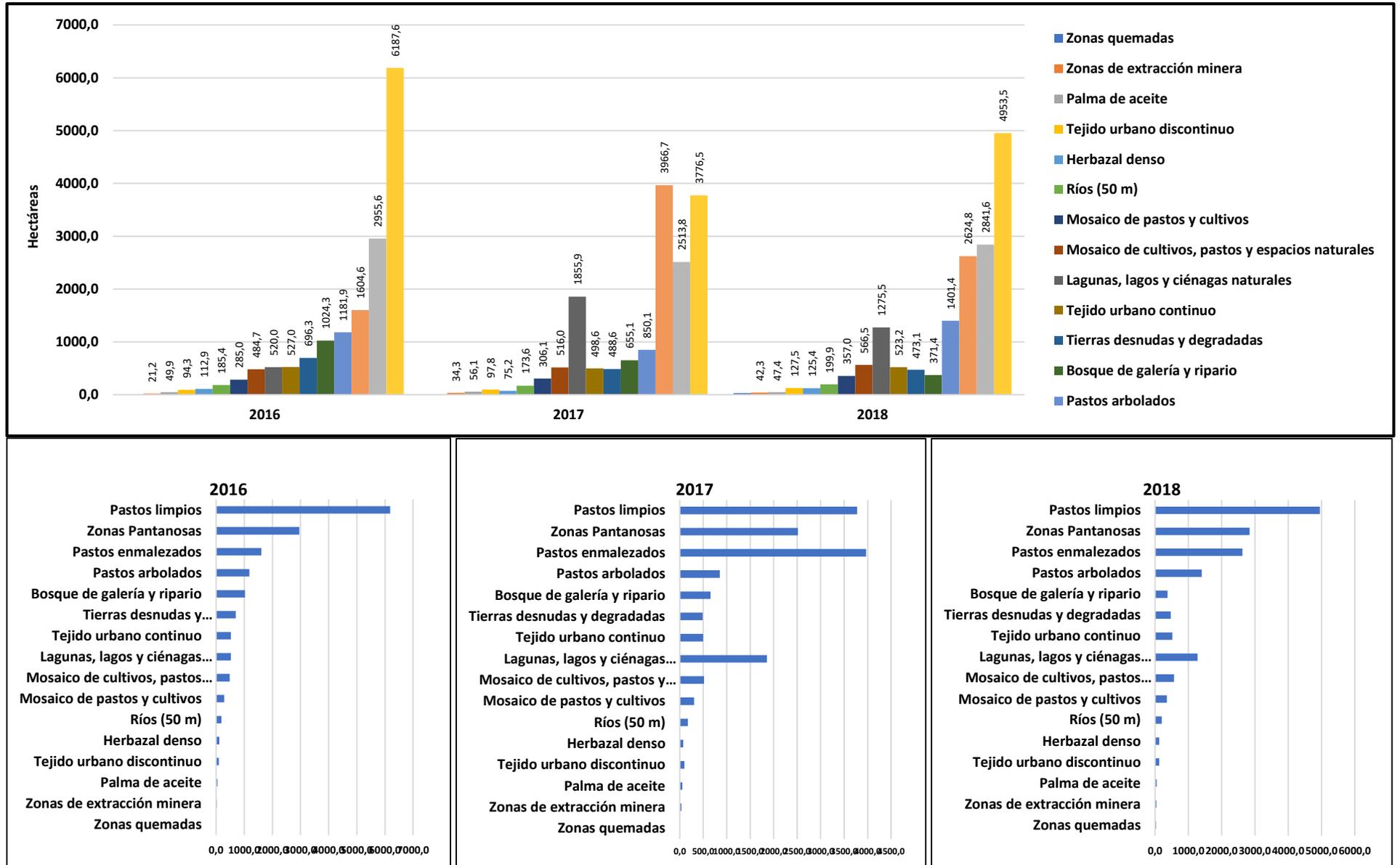
**Nota:** Elaboración propia a partir de imágenes satelitales Landsat 7 y 8. Cartografía básica del IGAC, 2017.

En los últimos 10 años, la erosión hídrica en el corregimiento de Campo Alegre y San Sebastián, zona este y noreste del área de estudio, se ha intensificado debido a los procesos de erosión hídrica en la zona de colinas. Sin embargo, la cobertura que se encuentra asociada a las tierras desnudas en cuanto a su proximidad son los pastos limpios, por esto, es posible pensar que en estas zonas no solo la erosión hídrica está provocando su degradación, sino otros factores de origen biológico y antrópicos como el sobrepastoreo y la destrucción progresiva de cobertura vegetal. En el año 2014 se registraron 1128,8 has de tierras degradadas, el doble que el promedio de la última década que equivale a 538,8 ha (**Figura 15**).

Por su parte, cabe anotar que la actividad minera en el municipio es poca, los títulos focalizados corresponden a derechos para la extracción de minerales de construcción, arenas y gravas naturales. Según el POT de Lorica (2020) (en revisión), este último mineral aparece como uno de los principales recursos mineros; las canteras con mayor actividad son las de El Esfuerzo ubicada en la zona norte, y San José al este del casco urbano del municipio. La explotación ininterrumpida de estas zonas de extracción tuvo en promedio una producción anual de 10.730 metros cúbicos entre los años 2012 y 2016, lo que en cierta medida se ajusta a la expansión progresiva de las áreas dedicadas a esta actividad que muestra la (**Figura 16**). Sin embargo, el desarrollo de obras de infraestructura vial como el proyecto de interconexión vial Antioquia-Bolívar, ha aumentado la capacidad de producción y por ende su mayor expansión.

**Figura 15.**

Comportamiento multi-temporal de las coberturas de la tierra, caso de las tierras desnudas-degradadas y las zonas de extracción minera.



**Nota:** Las cifras estadísticas que se muestran fueron calculadas a partir del uso de imágenes satelitales. Elaboración propia.



Por lo que se refiere a la cobertura de lagunas, lagos y ciénagas naturales, estas corresponden a superficies de aguas depositadas en terrenos bajos y cóncavos, conectados al río Sinú, a través de caños conformado el complejo cenagoso. Es posible apreciar que los cambios temporales de esta cobertura pueden variar de acuerdo al comportamiento de factores como la temperatura y la temporada de lluvias.

Naturalmente en la época seca, los basines son cubiertos por extensas sabanas, los playones emergen, secan y endurecen, y la vegetación acuática se seca creando rastrojos que dan sucesión a plantas transitorias, que posteriormente son arrasadas por el ganado (U.A., 1993; Fundación Caribe, 2001), pero en las últimas décadas se ha evidenciado que la colmatación y taponamiento de caños con terraplenes cada vez más reduce la capacidad de amortiguación de la ciénaga Figura 16. Aunque los ganaderos de la zona manifiestan que el levantamiento de los terraplenes tiene como propósito la protección de sus tierras de las inundaciones periódicas, lo cierto es que esta práctica agudiza la crisis generada por las inundaciones en las poblaciones que habitan la ciénaga, de modo que, las comunidades manifiestan que los niveles de la ciénaga en las últimas olas invernales han alcanzado zonas altas que antes no eran inundadas.

En los últimos 4 años los espejos de agua permanentes se han reducido en un 10% con respecto al año 2017, y en su lugar se ha propagado vegetación de pantano gracias a los bajos niveles de las aguas y la sedimentación. Esta condición es aprovechada por los grandes terratenientes para expandir la delimitación de terrenos con cercas de alambre de púas (**Figura 17**).

**Figura 17.**

Levantamiento de terraplenes en los planos de inundación de la CGBS.



**Nota:** Tomado de La ventana de Córdoba.

## **CAPÍTULO 3.**

### **3. RELACIÓN ESPACIAL DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL TERRESTRE Y LAS COBERTURAS DE LA TIERRA EN EL CASO URBANO DE LORICA Y SU ZONA DE INFLUENCIA EN LOS AÑOS 2013 A 2022**

#### **3.1. Aspectos climáticos generales y específicos del municipio de Lorica y su relación con el comportamiento de las coberturas de la tierra.**

Las temperaturas y precipitaciones pueden tener diversos factores que alteren su comportamiento en los distintos períodos del año. El país se encuentra en la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), que corresponde a un fenómeno climático generado por la confluencia de los vientos alisios del noreste y sureste, los cuales provocan el ascenso de masas de aire hacia la parte alta de la tropósfera. La ZCIT se mueve hacia el norte o sur del ecuador en diferentes períodos del año, esto genera variaciones climáticas en diversas zonas del planeta. Esta condición define en el país dos períodos climáticos, uno seco y otro húmedo.

El municipio de Santa Cruz de Lorica se caracteriza por poseer una condición de zona climática cálida seca (Ch) con índice de evapotranspiración potencial (ETP/P) que oscila entre 0.97 y 0.52 en un rango altitudinal entre los 7 msnm y 30 msnm. Según Gómez y Cajiao (1993) el brillo solar presenta un promedio de 5.4 horas-sol/ día y la velocidad media diaria del viento es de 1.5 m/seg. La temperatura media multianual varía entre los 25°C y los 28.5°C, presentando valores máximos en la época seca de hasta 36°C, y la evapotranspiración potencial (ETP) va de 1100 mm a 2150 mm. Las precipitaciones promedio multianuales en el municipio oscilan entre 1600 mm y 3600 mm, con un exceso de humedad total anual de 160 mm y 1800 mm, y un déficit de humedad total anual que va desde los 0 mm a 500 mm (POT de Lorica -en revisión-, 2020 y Soto, 2016).

Según la Alcaldía de Santa Cruz de Lorica (2012) el régimen pluviométrico establece que en el municipio se presentan dos períodos climáticos al año, uno seco que inicia a mediados del mes de noviembre hasta comienzos del mes de abril, y otro húmedo que varía de mediados del mes de abril hasta mediados del mes de noviembre. Para Soto (2016) la situación de mayor estrés hídrico

ocurre entre los meses de enero, febrero y marzo, cuando los valores de precipitación llegan a ser atípicos registrando hasta los 10 mm mensuales.

Según los escenarios climáticos para Colombia realizados por el IDEAM (2015a), el departamento de Córdoba tendrá un aumento de la temperatura promedio de hasta 2,2°C para el período 2011 a 2100. Se estima que incurrirá directamente en la disminución del 10% de las precipitaciones en la zona norte del departamento, especialmente sobre los municipios de San Bernardo del Viento, Lórica, Moñitos, San Antero, Puerto Escondido, Cotorra y San Pelayo.

### **3.2. Correlación de temperatura superficial terrestre y coberturas de la tierra.**

La alteración del régimen de precipitaciones y el aumento de la temperatura en esta zona del departamento, supone también un grave escenario ambiental y económico para sus pobladores, puesto que, gran parte de los ecosistemas de tierras bajas del departamento se encuentran ubicados en esta zona y son la fuente hídrica y económica del Bajo Sinú. Los ecosistemas de humedales ocupan cerca del 60% del área de estudio y su interés en esta investigación se debe a su importancia en la termorregulación del municipio y la fragilidad que supone frente a los cambios de temperatura, provocados por la intensidad de los últimos registros del fenómeno del niño, el cual ha favorecido también la pérdida rápida de sus niveles de agua, especialmente en las zonas menos profundas.

En este sentido, los humedales dependen en un alto grado de los niveles de agua, de manera que los cambios y condiciones climáticas que tienen un impacto directo sobre el agua influirán fuertemente en el carácter y la función específica de los humedales, incluidos los tipos de especies de plantas y animales que se dan en ellos. No obstante, los cambios de temperatura y precipitaciones pueden degradar los bienes y servicios ecosistémicos que ofrecen, pero también pueden contribuir a procesos de desertificación (**Figura 18**).

En vista de ello, Bergkamp y Orlando (1999) sostienen que es importante tener en cuenta el grado de incertidumbre asociada a las proyecciones de estas consecuencias para los ecosistemas de humedales derivadas del cambio climático. Una de las incertidumbres más marcadas comprende

el aumento de la frecuencia y la intensidad de los fenómenos extremos, las sequías y las inundaciones. Por lo tanto, la capacidad de los ecosistemas para adaptarse dependerá del alto grado del índice y del alcance de estos cambios (Bergkamp y Orlando, 1999).

**Figura 18**

CuarTEAMIENTO de suelos en la CGBS asociados a los eventos extremos del fenómeno del niño.



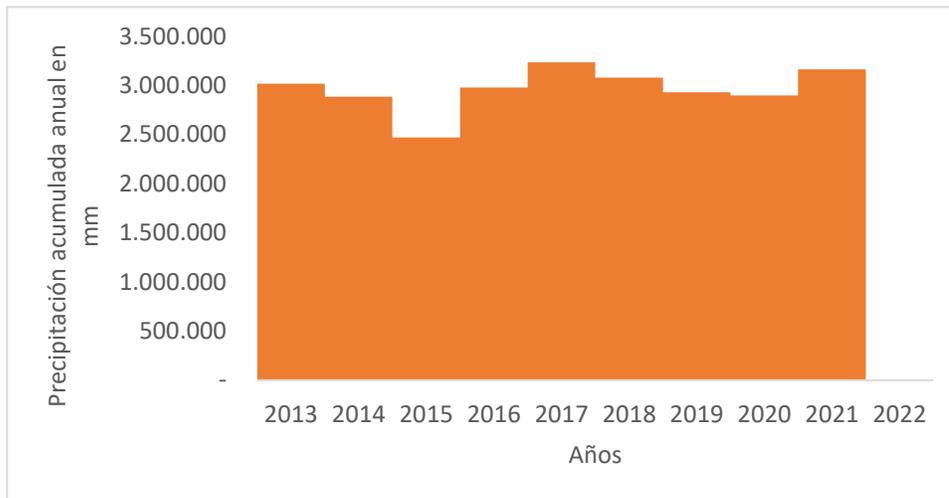
Nota: El autor

Uno de los servicios ecosistémicos que ofrece la CGBS es la termorregulación del clima local. Los municipios que tienen jurisdicción sobre este humedal poseen cerca del 55% de sus poblaciones a orillas del complejo cenagoso, esto supone una ventaja climática, gracias a que la combinación del viento y las aguas de la ciénaga refrescan las poblaciones del casco urbano, apacigua la formación de islas de calor urbanas y disminuye el estrés urbano de la población. Sin embargo, la intensidad de los últimos eventos del fenómeno del Niño y la Niña, han recrudecido los impactos sobre estas poblaciones. El complejo lagunar se ha secado a niveles no vistos en las últimas décadas, pero también ha sobre pasado niveles de inundación no registrados después del último gran evento ocurrido en los años 2010 y 2011.

La **Figura 19** muestra en términos comparativos el comportamiento de las precipitaciones acumuladas anuales en los últimos 9 años en el país. En ésta se puede inferir que la variabilidad de las precipitaciones acumuladas, están asociadas a los años en los que el fenómeno del niño y la niña tuvo sus mayores afectaciones. Esto tuvo una correlación directa en el comportamiento de las coberturas de la tierra que muestra la **Figura 20**.

**Figura 19.**

Precipitaciones anuales acumuladas en Colombia para los años 2013 a 2021



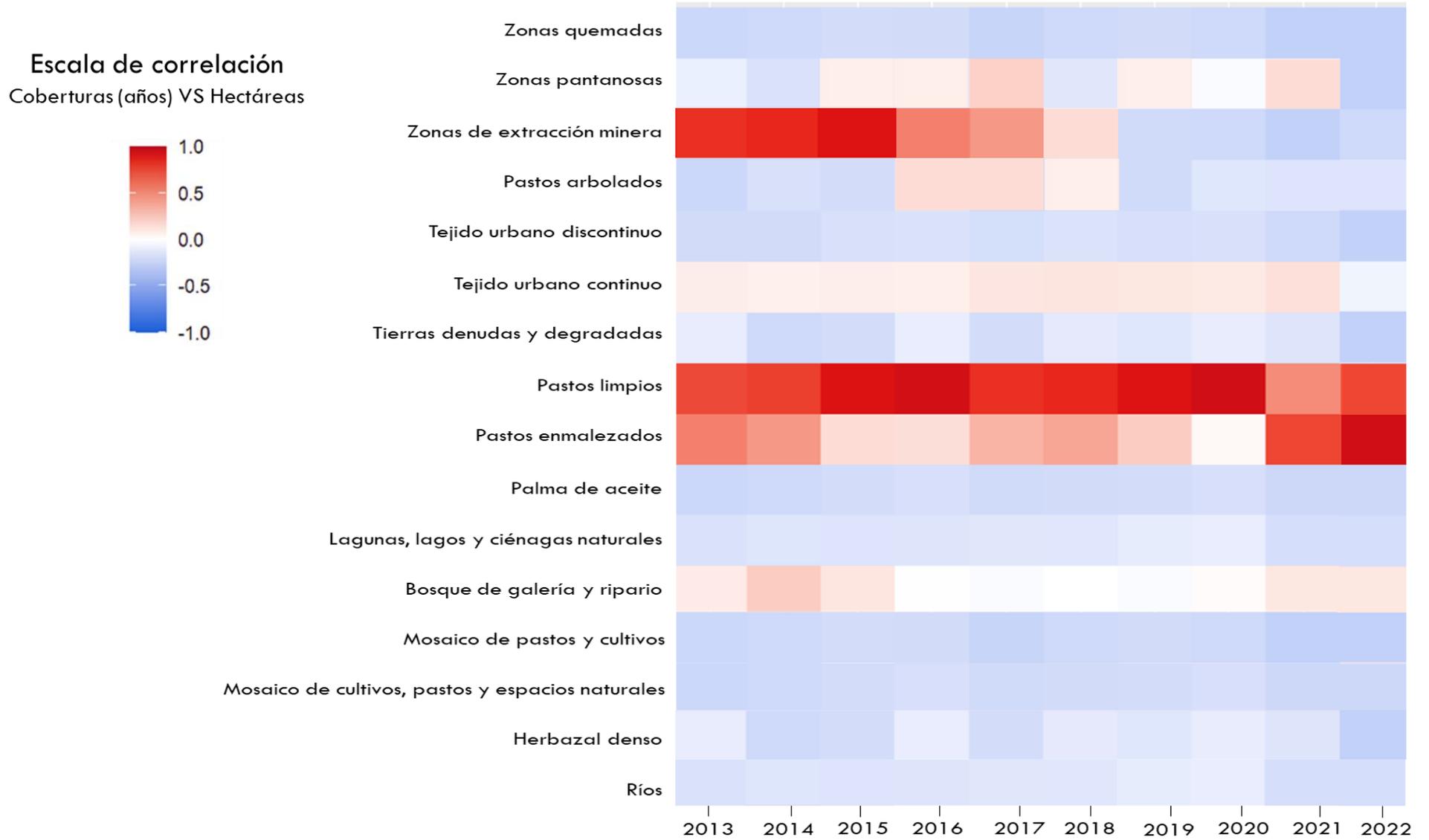
**Nota:** Los valores de precipitación acumulada anual son obtenidos de recopilaciones de los boletines meteorológicos anuales del IDEAM. Elaboración propia.

Las áreas de cuerpos de agua y pantanos poseen cierto grado de dependencia con respecto a la intensidad en las precipitaciones que ocurrieron en los años 2014, 2018 y 2020, sin embargo, aunque las ocupaciones antrópicas de los humedales reducen la superficie de cuerpos de aguas, las variables climáticas también tienen una fuerte influencia en este fenómeno.

Los impactos de los eventos extremos han sido aprovechados periódicamente por los pobladores de la zona para desarrollar actividades agrarias de ganadería y agricultura en los humedales, pero ha sido la ganadería extensiva que más ocupación de tierras disecadas ha acaparado.

**Figura 20.**

Comportamiento de coberturas de la tierra (tiempo en años) con respecto a la variabilidad de superficie (en hectáreas).



**Nota:** Los valores de superficie empleados en la construcción de esta matriz se obtuvieron a partir del procesamiento de imágenes satelitales Landsat 7 y 8

Actualmente grandes superficies de zonas inundables no han vuelto a ser cubiertas por las aguas, debido a que se han construido terraplenes que superan dos (2) metros de altura; estas nuevas tierras desarrollan vegetación de maleza y matorrales que desaparecen después de un mes de entrada la época seca, dejándola descubierta, lo que genera condiciones propicias para la formación de focos de calor. Los incidentes más comunes en estas áreas son los incendios forestales ocasionados intencionalmente por pobladores o por residuos sólidos luminosos de basuras como botellas de vidrio o basura electrónica (**Figura 21**).

**Figura 21.**

Pérdida de vegetación ocasionada por la actividad ganadera y las temperaturas en los planos de inundación de la CGBS.



Nota: El autor

Por otra parte, la correlación de superficie y temporalidad en las coberturas asociadas a la actividad agrícola, tienen una fuerte dependencia según la variabilidad y ocurrencia de fenómenos climáticos sucedidos en los años 2015, 2016, 2019 y 2020, donde se presentaron con mayor intensidad los estragos del fenómeno del niño. Entre tanto, la desproporción en los últimos años de la actividad deja entrever su carente correlación.

Como se ha mencionado en el capítulo anterior, el paisaje natural del municipio ha sido transformado casi en su totalidad. Las coberturas vegetales fueron y siguen siendo arrasadas y convertidas en otras menos productivas en términos ambientales, pero más rentables económicamente, por lo que gran parte de la superficie del municipio ha cambiado de una cobertura vegetal primaria a una de pastos dedicada a la ganadería extensiva

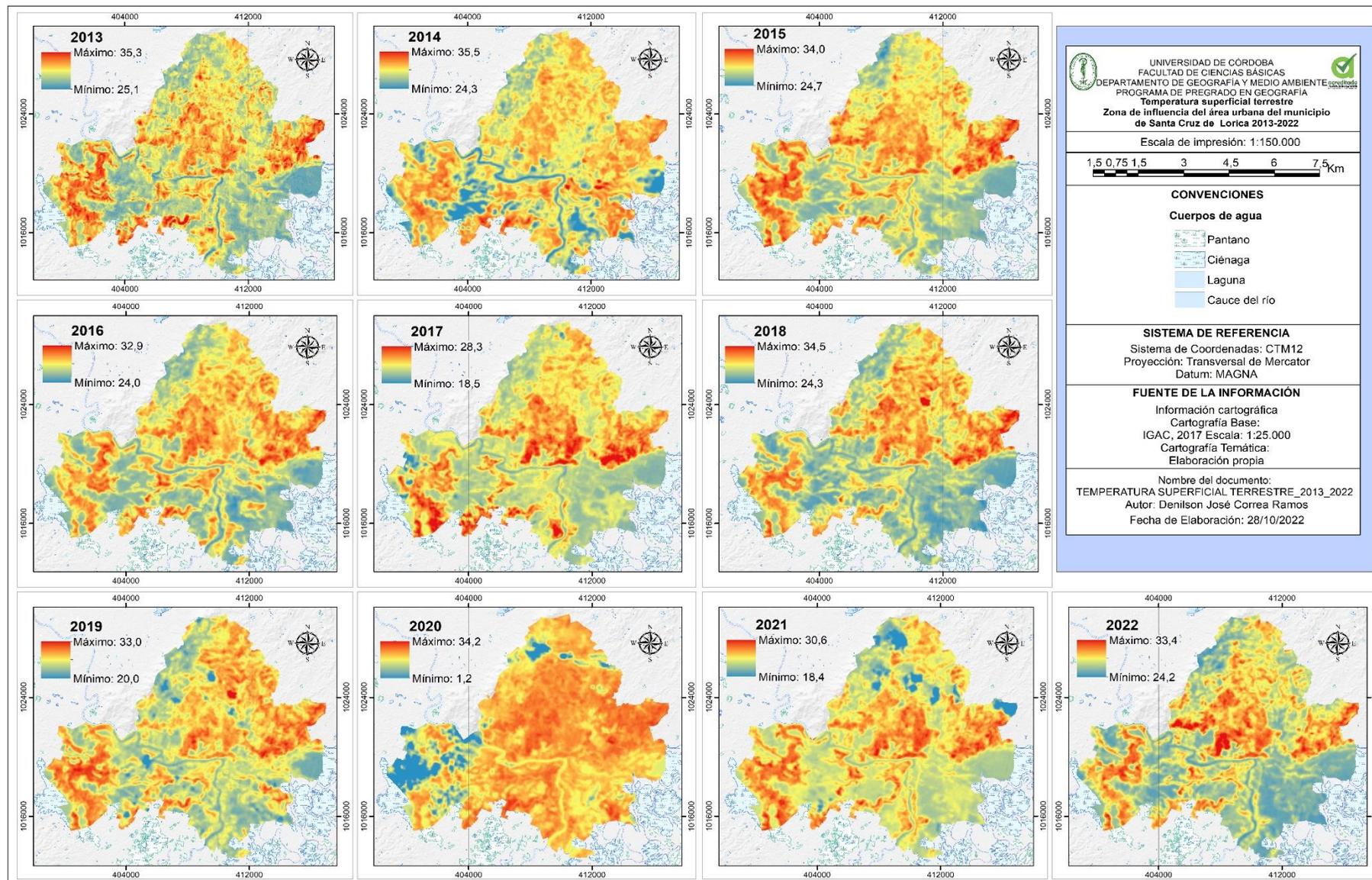
La vegetación natural es la mejor aliada para hacer frente a la desafiante temperatura del suelo que crece como consecuencia del cambio climático. No solo es buena fuente para sumir el carbono, sino que disminuye la intensidad de los rayos solares, los convierte en energía, provee de sombra y crea microclimas aptos para el desarrollo de nichos ecológicos donde habitan animales que son apáticos a las altas temperaturas. Pero, el problema de la temperatura superficial crece y no solo en las tierras que están siendo transformadas, existen superficies más frágiles que son capaces de regular los climas locales como son las ciénagas, turberas y pantanos que ocupan cerca del 30% del área de estudio.

La **Figura 22** muestra un patrón definido de focos de calor que tienen una fuerte relación con las tierras asociadas a las actividades agrícolas y aquellas donde la deforestación ha abierto nuevos horizontes para la explotación minera y ganadera. En la zona noreste es posible evidenciar que las temperaturas alcanzan valores máximos, son en su mayoría parches realizados en la rondas de protección de las micro cuencas que vierten sus aguas a las ciénagas.

Al suroccidente, entre los caseríos de San Juan y El Campano, y noroccidente sobre el corregimiento de Campo Alegre, se presentan focos de calor que registran variaciones de temperaturas entre los 28°C y 35°C, durante la temporalidad analizada. De acuerdo en la información levantada en campo y la revisión documental, en estas zonas se presentan procesos de desertificación de intensidad muy alta. Son ambientes geomorfológicos de lomerío erosional, con pendientes que van de ligeramente hasta fuertemente inclinadas, con alturas variables de 15 msnm hasta los 100 msnm. Las tierras son características porque poseen alto contenido de materiales óxicos, que los tiñen de coloraciones rojizas. Sus actitudes de tierras agroforestales y silvícolas presentan conflictos de uso por la actividad ganadera que han favorecido el crecimiento de pastos altamente susceptibles a las temperaturas de la época seca, lo cual provoca que los suelos permanezcan descubiertos durante toda esta temporada.

**Figura 22**

Temperatura superficial terrestre en el área de influencia del casco urbano de Lorica durante los años 2013 a 2022.



**Nota:** Elaboración propia.

La consolidación de amplias zonas de calor al sureste y en cercanías al sur del casco urbano, son de especial atención, porque independientemente de los fenómenos extremos de calor presentados en los años 2015 y 2020, han sido zonas que en el transcurrir de los años ha mantenido temperaturas que sobre pasan el promedio (27°C) en la línea de tiempo analizada, de manera que, no es normal que en áreas de humedales que no se han desprovisto de su característica vegetación acuática y de pantano durante la época seca, las temperaturas superen incluso el promedio de las presentadas en otras coberturas como mosaico de cultivos . Asimismo, es posible observar un comportamiento atípico en el gran foco de calor que se presenta al este, para el cual se asume que las actividades mineras, la geomorfología y la normal escases de vegetación arbórea de la zona, ejerzan una fuerte influencia en la aparición de focos de calor de manera constante.

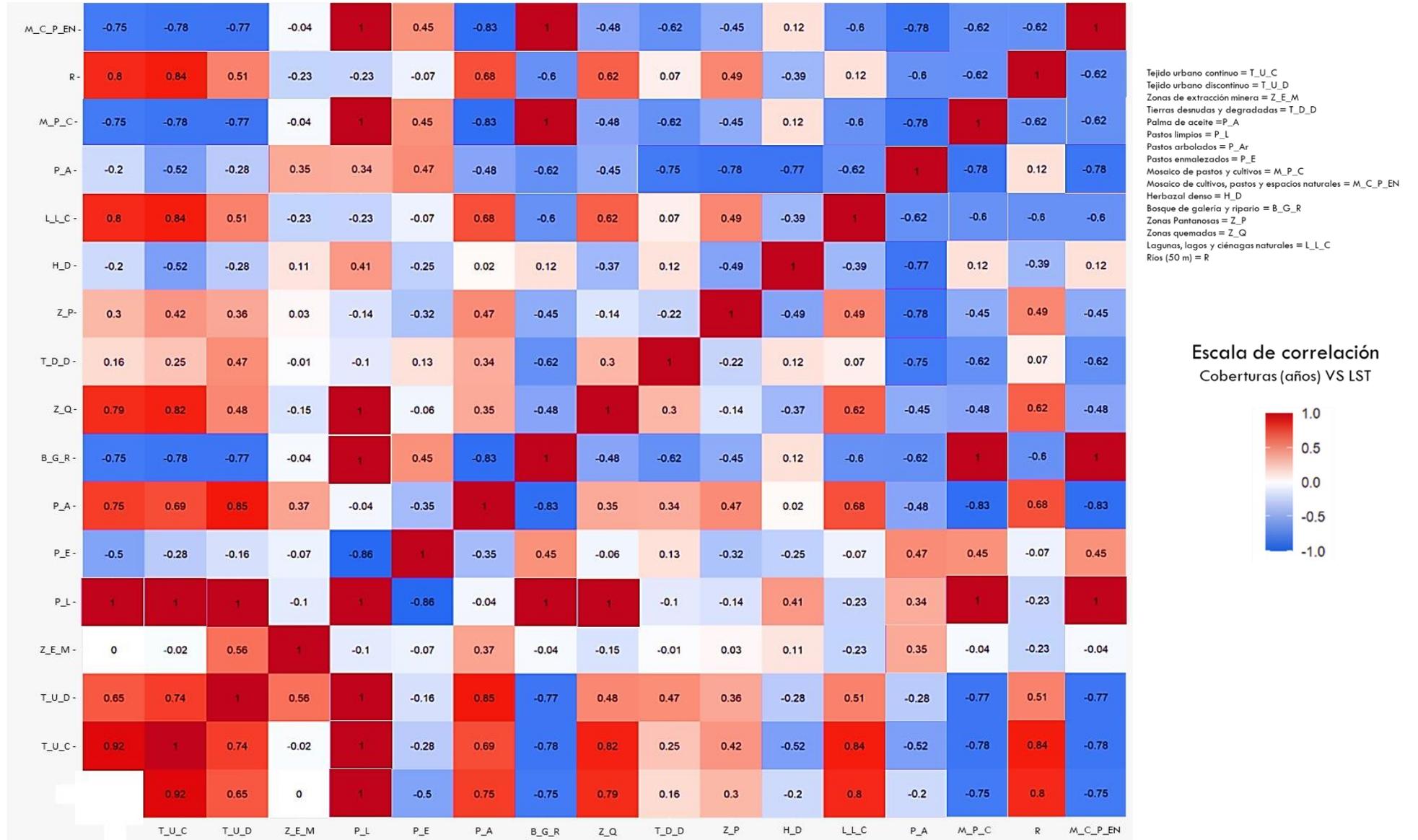
La **Figura 23** respalda todo lo anterior, en ella se muestra la correlación de temperatura superficial y coberturas de la tierra; los valores varían de -1 a 1, donde las coberturas que alcanzan valores cercanos a 1, tienen mayor incidencia en la emisión de altas temperaturas superficiales, y en aquellas que registran valores negativos, resulta el efecto contrario. En este sentido, es muy pertinente decir, que el tipo de materiales que se encuentran en las zonas urbanas continuas y discontinuas tendrán siempre mayor correlación en la variación de temperatura, por ende su correlación será igual a 1.

Esta estadística deja en evidencia que las coberturas vegetales muy superficiales y/o con escasez de vegetación, tienen una fuerte correlación con valores de temperatura del suelo muy altos. Por ejemplo, los pastos limpios, enmalezados y arbolados oscilan con un índice de correlación entre 0.5 y 1. También es posible notar que las aguas superficiales (lagos, lagunas, ciénagas naturales y ríos) superan el índice de 0.50, esto indica que existe una correlación evidente que va acorde con la fluctuación anual de los valores de temperatura superficial.

Sin embargo, existe una particularidad si se compara con las coberturas de mosaicos de cultivos y pastos arbolados, porque su tendencia es carente de correlación de valores positivos, a pesar de que el contenido de humedad es mucho menor que el presente en coberturas de aguas superficiales y pantanos.

**Figura 23**

Matriz de correlación de temperatura superficial terrestre y coberturas de la tierra (años).



**Nota:** Elaboración propia.

No obstante, es común pensar que la correlación de coberturas vegetales, como los mosaicos de cultivos, tiendan a estar más correlacionados con las temperaturas del suelo que las aguas superficiales, gracias a que la mayoría de estos, para la fecha en las que fueron captadas la mayor parte de las imágenes, están en proceso de crecimiento y no han forjado un follaje lo suficientemente amplio para absorber la mayor cantidad de radiación solar. Sin embargo, es preciso anotar, que los espejos de aguas pueden llegar a absorber y retener mayor calor que las coberturas vegetales, por esta razón, se observa una concentración de valores negativos cuando se correlacionan las temperaturas con los mosaicos de cultivos y los pastos arbolados.

Otra de las coberturas que ejercen una correlación marcada con la temperatura superficial corresponde a las áreas urbanas continuas, discontinuas y las tierras desnudas y degradadas gracias a su poca o carente vegetación arbórea.

En definitiva, si bien ha quedado de mostrado que las coberturas de la tierra presentan una clara correlación e influyen directamente en el comportamiento de la temperatura superficial, el caso de estudio que presenta esta investigación, deja constancia de forma particular, que la incidencia de las coberturas vegetales (representadas en distintos años) en la temperatura superficial terrestre, presentan un índice de correlación que resulta ser variable no considerando la cobertura de bosques densos dada su inexistencia en el área de estudio. En este sentido, es menester precisar que las coberturas que mayor relación poseen con la temperatura, son las que pueden ayudar a la formulación de estrategias para mitigar los impactos del cambio climático y encaminar a la ciudad en la búsqueda de soluciones sostenibles de acuerdo a las disponibilidades del territorio.

No obstante, es imperativo fomentar y promover en el actual sistema agrario el uso de los mosaicos de pastos, cultivos y espacios naturales, la recuperación de bosques de galería y la implementación de sistemas para la crianza del ganado, como el modelo agro-silvopastoril, en aquellas extensiones donde todavía hay presencia de cobertura de bosque y pastos arbolados en las que aún se sigue expandiendo la ganadería tradicional, porque son las coberturas que distan de lazos correlativos con la temperatura y disminuyen la formación de focos de calor.

## **CAPÍTULO 4.**

### **4. RELACIONES FUNCIONALES URBANO-RURALES EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE LORICA Y SU ÁREA DE INFLUENCIA.**

El presente capítulo aborda las relaciones funcionales urbano-rurales que se establecen entre el casco urbano del municipio de Lorica y su área de influencia relacionadas con la dinámica de la temperatura superficial terrestre. Para ello, fue necesario analizar las temáticas de gestión, planificación y organización territorial, adaptación al cambio climático, desarrollo sostenible y sustentable, y desarrollo territorial.

#### **4.1. Gestión, planificación y organización territorial.**

El municipio de Lorica, presenta una serie de interacciones entre su casco urbano y las áreas rurales circundantes, lo que genera relaciones funcionales urbano-rurales que influyen en la dinámica de la temperatura superficial terrestre. Para entender estas interacciones, es crucial analizar cómo la gestión, planificación y organización territorial influyen en la adaptación al cambio climático y en el desarrollo sostenible de la región.

Lorica cuenta con una diversidad de paisajes y ecosistemas, lo que implica la necesidad de políticas y estrategias de planificación territorial adecuadas para gestionar y conservar estos recursos naturales. La interacción entre el casco urbano y las áreas rurales se manifiesta en diversos aspectos, como el comercio, la movilidad, el acceso a servicios y la expansión urbana. Estas interacciones pueden generar tanto oportunidades como desafíos en términos de adaptación al cambio climático y desarrollo sostenible. El cambio climático representa un desafío importante para la región de Lorica, ya que puede tener consecuencias significativas en términos de temperatura superficial terrestre, precipitaciones, eventos extremos y variabilidad climática. Su adaptación en esta área requiere de acciones concretas y medidas preventivas que permitan enfrentar estos desafíos y reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas.

Algunas de las medidas de adaptación que pueden implementarse en Lorica y su área de influencia incluyen la restauración y conservación de ecosistemas clave, la promoción de prácticas

agrícolas sostenibles, el fortalecimiento de infraestructuras resilientes al clima y la educación y concienciación de la población sobre la importancia de la adaptación al cambio climático.

#### **4.2. Cambio climático y sostenibilidad ambiental.**

Indiscutiblemente hablar de cambio climático, hace necesario analizar el área de estudio desde la perspectiva del desarrollo sostenible y sustentable, el cual se refiere al proceso de crecimiento económico y social que busca satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. En el contexto de Lorica, esto implica la promoción de un desarrollo territorial y económico equilibrado y sostenible, que tenga en cuenta la conservación de los recursos naturales y acciones para mitigar los efectos del cambio climático. Para lograr este objetivo, es necesario identificar y monitorear indicadores de sostenibilidad y sustentabilidad en la región, así como implementar prácticas y estrategias que permitan reducir la huella ambiental y promover un crecimiento económico inclusivo y respetuoso con el medio ambiente.

El área de estudio presenta características económicas y territoriales particulares que influyen en la dinámica de la temperatura superficial terrestre. El desarrollo territorial y económico de la región debe abordar la relación entre la expansión urbana, las actividades económicas y la conservación de los ecosistemas y recursos naturales. Estrategias como la promoción de actividades económicas sostenibles, la implementación de políticas de ordenamiento territorial y el fortalecimiento de la gobernanza ambiental, pueden contribuir a un desarrollo territorial y económico equilibrado y sostenible en Lorica y su área de influencia. Estas acciones deben estar en línea con los objetivos de desarrollo sostenible elaborados y definidos por la ONU.

Tales objetivos, deben encaminar a la generación de estrategias que contribuyan a la comprensión, análisis y posibles soluciones, frente al tema de la temperatura superficial terrestre, cuya variable se ve influenciada por la interacción entre las coberturas de la tierra y las actividades humanas. Algunas dinámicas socio territoriales identificadas en esta investigación, están asociadas a prácticas irregulares e insostenibles en los usos de la tierra, dentro de los cuales se resaltan la expansión urbana y ganadera, la agricultura, la deforestación y otras prácticas que tienen un

impacto significativo en la temperatura superficial terrestre, lo que a su vez puede influir en la sostenibilidad ambiental y el desarrollo territorial de la región. La **Figura 24** muestra el comportamiento temporal de los focos de calor con un marcado énfasis en las áreas del sur y suroccidente afectadas por la actividad ganadera y de la desecación de cuerpos de agua, y aquellas zonas del norte y nororiente atacadas por la deforestación indiscriminada. Es importante garantizar la estabilidad de aquellas zonas donde la variabilidad térmica no supera los 25 °C que destaca las áreas de importancia ecosistémica localizadas en los cerros tutelares del norte y parte del nororiente, así como los ecosistemas de humedales del sur.

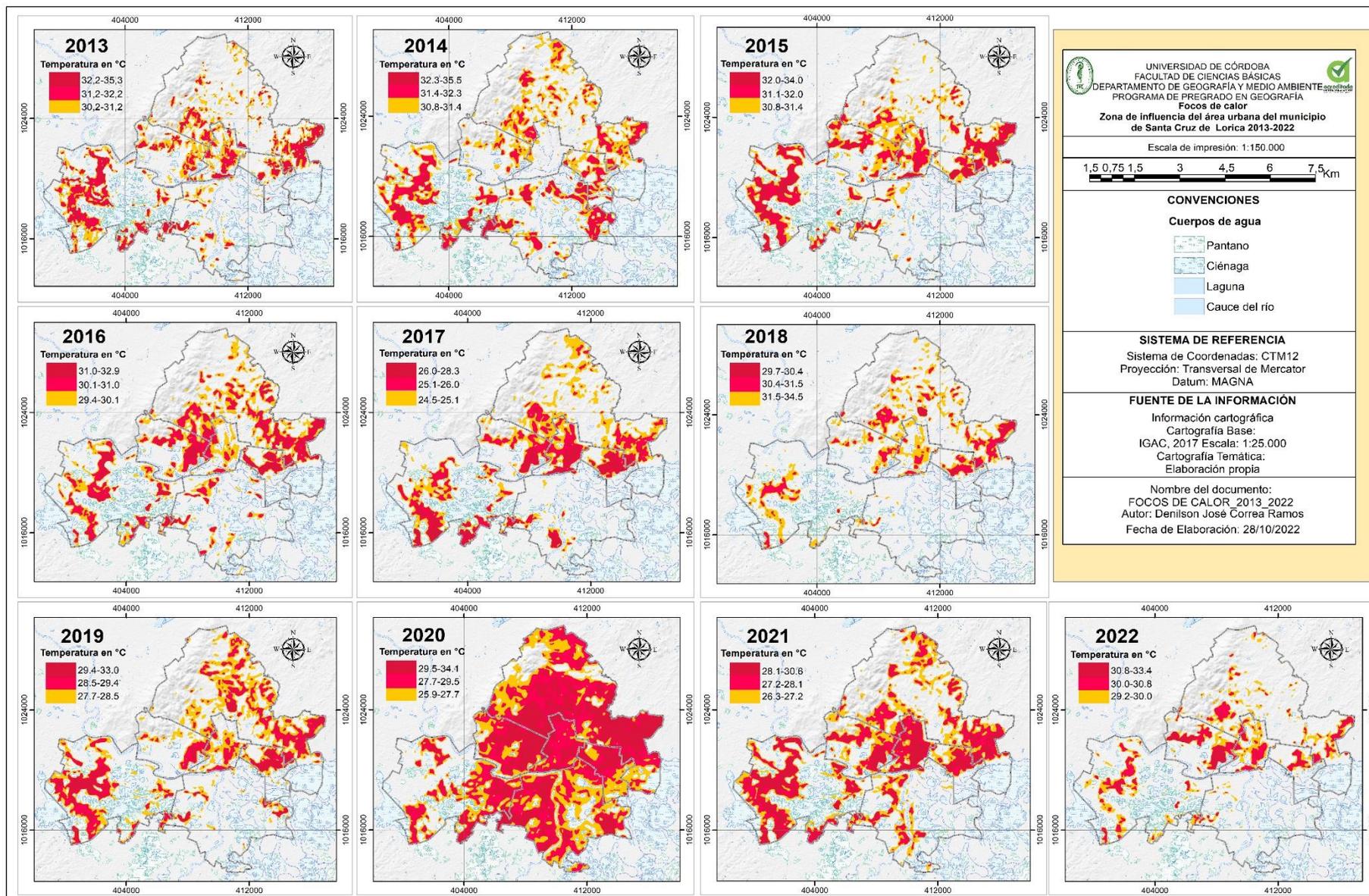
En este sentido, es necesario estudiar la evolución de la temperatura superficial terrestre a lo largo del tiempo, así como analizar cómo las diferentes coberturas de la tierra y las prácticas humanas influyen en la dinámica de la temperatura. Este análisis puede proporcionar información valiosa para la toma de decisiones y la implementación de políticas y acciones encaminadas a mejorar la adaptación al cambio climático y promover un desarrollo territorial y económico sostenible.

El análisis de las relaciones funcionales urbano-rurales en el área de estudio, en relación con la dinámica de la temperatura superficial terrestre, ofrece una visión integral de los desafíos y oportunidades que enfrenta la región en términos de adaptación al cambio climático y desarrollo sostenible. A través de la investigación se pudieron identificar acciones y políticas clave para enfrentar estos desafíos y promover un futuro sostenible para Loricá y su área de influencia.

En última instancia, la reflexión sobre los hallazgos de esta investigación puede guiar la formulación de recomendaciones para políticas y acciones futuras en la región, con el objetivo de mejorar la adaptación al cambio climático, conservar los recursos naturales y promover un desarrollo territorial y económico equilibrado y sostenible. Algunos acercamientos a las diferentes políticas públicas que podrían adoptarse en el área de estudio en pro del desarrollo territorial sostenible, son las siguientes:

**Figura 24**

Comportamiento multi-temporal de focos de calor en el casco urbano de Lorica y su zona de influencia.



**Nota:** Elaboración propia.

- **Educación y concienciación sobre cambio climático y sostenibilidad.**

Implementar programas educativos y de concienciación sobre el cambio climático, la sostenibilidad y la importancia de la conservación del medio ambiente puede ayudar a crear una población más informada y comprometida con la adaptación al cambio climático en Lorica. Estos programas pueden incluir talleres, capacitaciones y actividades de divulgación en escuelas, universidades, empresas y comunidades locales para promover prácticas sostenibles y responsables en relación con la temperatura superficial terrestre y las coberturas de la tierra.

A través de la implementación de políticas públicas efectivas y la promoción de prácticas sostenibles, el municipio de Lorica puede construir un futuro más resiliente y adaptado al cambio climático. El ordenamiento territorial debe ser un enfoque integral que tenga en cuenta la interacción entre la temperatura superficial terrestre, las coberturas de la tierra y las actividades económicas. Al fomentar un equilibrio entre el desarrollo económico, la conservación de los ecosistemas y la adaptación al cambio climático, Lorica podrá garantizar un crecimiento sostenible y mejorar la calidad de vida de sus habitantes, mientras protege y preserva sus recursos naturales para las generaciones futuras. El enfoque del ordenamiento territorial debe ser participativo e inclusivo, involucrando a todos los actores relevantes, como comunidades locales, organizaciones no gubernamentales, empresas y autoridades gubernamentales. La colaboración entre estos actores facilitará la identificación de soluciones adecuadas y efectivas para enfrentar los desafíos del cambio climático en Lorica.

La planificación y ejecución de estas políticas públicas deben ser monitoreadas y evaluadas periódicamente para garantizar su eficacia y adaptarlas según las necesidades y circunstancias cambiantes. El seguimiento y la evaluación de las políticas también ayudarán a identificar áreas de mejora y oportunidades para la innovación y el aprendizaje continuo.

- **Promoción de la agroforestería y prácticas agrícolas sostenibles.**

El municipio de Lorica podría implementar políticas públicas que promuevan la adopción de prácticas agrícolas sostenibles y sistemas agroforestales en áreas rurales. Estas prácticas pueden ayudar a reducir la presión sobre los ecosistemas naturales, mejorar la capacidad de adaptación al cambio climático y disminuir los efectos negativos en la temperatura superficial terrestre. Además, las prácticas agroforestales pueden generar oportunidades económicas y mejorar la calidad de vida de las comunidades rurales **Figura 25**.

- **Restauración y conservación de ecosistemas estratégicos.**

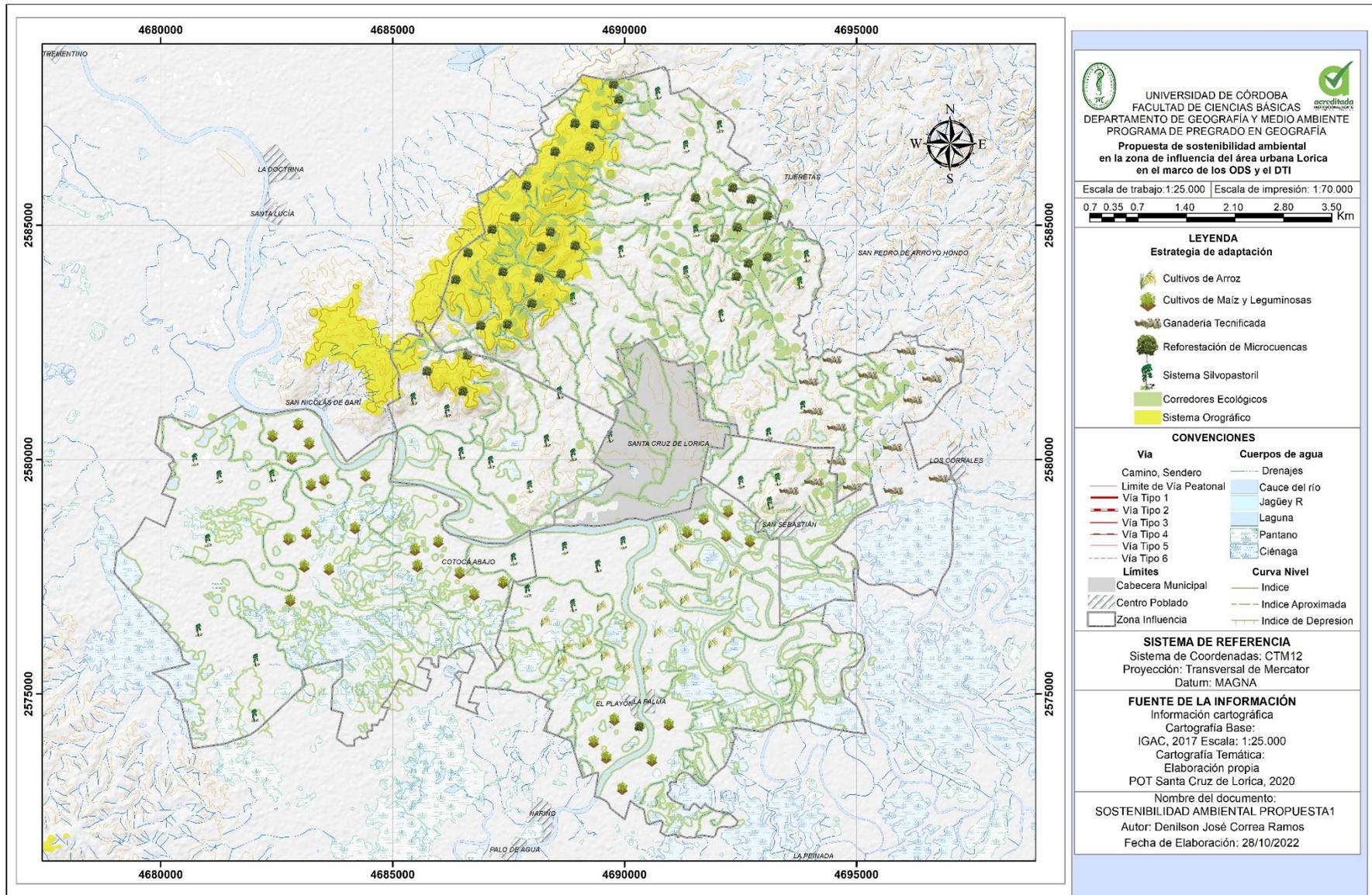
La implementación de políticas públicas enfocadas en la restauración y conservación de ecosistemas clave, como humedales y áreas protegidas, podría contribuir significativamente a mejorar la adaptación al cambio climático en Lorica. Estos ecosistemas actúan como sumideros de carbono, reducen la temperatura superficial terrestre y proporcionan servicios ecosistémicos fundamentales para la población local. La protección de estos ecosistemas también puede generar oportunidades para el desarrollo del ecoturismo y otras actividades económicas sostenibles.

- **Implementación de energías renovables y eficiencia energética.**

Promover el uso de energías renovables y la eficiencia energética en el municipio de Lorica podría ayudar a reducir la dependencia de los combustibles fósiles y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto, a su vez, podría contribuir a la mitigación del cambio climático y a la reducción de la temperatura superficial terrestre. La adopción de tecnologías limpias y sostenibles en sectores como la industria, el transporte y la construcción también puede impulsar el crecimiento económico y generar empleo.

**Figura 25**

Propuesta de sostenibilidad ambiental en la zona de influencia del casco urbano de Lorica en el marco de los ODS el DTI.



**Nota:** Elaboración propia.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La geografía es dentro del método científico la ciencia capaz de sustituir la complejidad de los fenómenos, especialmente de aquellos que hacen hincapié a su naturaleza, a través de un análisis holístico, que procura atribuir a la resolución de los problemas que tienen lugar en el espacio geográfico, la capacidad de los métodos de cada disciplina para comprender, analizar y proponer soluciones integrales a los problemas. En este sentido, la geografía brinda los elementos para el análisis territorial en la comprensión de las manifestaciones sociales, culturales, ambientales y económicas que se presentan en el territorio. Es el caso de las dinámicas socio territoriales que ocurren en la zona de influencia del área urbana de Lorica y sus manifestaciones frente al panorama climático del municipio y el desarrollo territorial integrado.

Este trabajo investigativo permitió evidenciar que en la zona de influencia del área urbana de Lorica existen transformaciones del paisaje natural, provocados como parte de una serie de procesos culturales e históricos; aquellos que nuestros ancestros desarrollaron para amoldar la crudeza de la naturaleza, como la adaptación y modificación de las tierras inundables destinadas a la agricultura para hacer frente a las crecientes de las ciénagas, que hoy pueden asimilarse a las ocupaciones de los ambientes húmedos, de manera que marca la forma como hoy día se asumen las dinámicas sociales, culturales, económicas y la situación ambiental que actualmente vive la región. En este sentido, se reconoce la importancia de los hechos históricos como una fuente de información que permite asociar las causas de los problemas ambientales, la crisis climática y sus impactos en el territorio para comprender las realidades territoriales de las comunidades.

En este sentido, el paisaje es considerado un elemento crucial para entender la convergencia de los procesos socio-espaciales, desde el punto de vista geográfico, representado a través de las coberturas y usos de la tierra, con las cuales se permitió simplificar y agrupar las causas que conllevaron a su transformación de forma ininterrumpida en el tiempo. De esta manera, se pudo conocer que los problemas ambientales que afectan el área de estudio, están amarrados a la procedencia de actividades económicas y patrones de poblamiento históricos, que en la actualidad se mantienen adaptados a nuevas formas de ocupación, que de cierta manera acrecientan sus impactos al medio ambiente y estrechan lazos con la variabilidad climática de la región.

Se determinó con el análisis de las características climáticas del municipio, que el comportamiento de las coberturas de la tierra poseen cierto grado de correlación con la variabilidad climática de precipitaciones y temperaturas, por lo tanto, las actividades sociales, económicas y culturales tienen una fuerte dependencia con respecto a estas dinámicas socio-naturales. Asimismo, se pudo determinar que el actual acaparamiento y disposición de tierras para actividades agrarias ha disminuido la capacidad y vocación de los suelos, de manera que en algunas zonas existen complejos procesos de degradación y desertificación de tierras forjando las principales características para la formación de islas de calor en suelos desnudos.

En relación a esto, se estableció que la incidencia de las coberturas vegetales en la temperatura superficial terrestre, presenta un índice de correlación que resulta ser variable, pero con mayor acercamiento con aquellas coberturas vegetales transitorias de poca altura como son: los pastos limpios, que para el año 2020 alcanzó el pico más alto de tierras ocupadas representado el 43.3% del total del área de estudio; los pastos enmalezados y arbustales; y la expansión urbana que ha mantenido un incremento constante **Tabla 3**. Por lo tanto, es preciso indicar la relevancia que representan las coberturas que mayor poseen correlación con la temperatura, porque son estratégicas para formular medidas que permitan mitigar los impactos de las altas temperaturas en las áreas propensas a formar focos de calor y en aquellas donde éstos se concentran.

Por otra parte, la ocupación indebida de humedales por cuenta de la acción desproporcionada en la expansión de la frontera ganadera, está ocasionado un desequilibrio ecológico y transformando la estructura hidromorfológica del Complejo Cenagoso del Bajo Sinú, de manera que, no solo limita sus funciones naturales, sino que favorece el aumento gradual de temperaturas y la desecación de espejos de aguas, que luego son aprovechados por terratenientes.

El análisis de las relaciones funcionales urbano-rurales en el área de estudio, en relación con la dinámica de la temperatura superficial terrestre, ofrece una visión integral de los desafíos y oportunidades que enfrenta la región en términos de adaptación al cambio climático y desarrollo sostenible. A través de esta investigación se pudieron identificar acciones y políticas claves para enfrentar estos desafíos y promover un futuro sostenible para Lórica y su área de influencia.

**Tabla 3.**

Variación anual de temperatura superficial terrestre y coberturas de la tierra.

TEMPERATURA SUPERFICIAL TERRESTRE	TEMPORALIDAD										
	Años	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	Max	35,3	35,5	34	32,9	28,3	34,5	33	34,2	30,6	33,4
	Mín	25,1	24,3	24,7	24	18,5	24,3	22	1,2	18,4	24,2
VARIACIÓN DE LST MÁXIMA ANUAL EN °C											
		0,2	-1,5	-1,1	-4,6	6,2	-1,5	1,2	-3,6	2,8	
COBERTURAS DE LA TIERRA											
ÁREAS EN HA											
Tejido urbano continuo	490,8	490,8	514,2	527,0	498,6	523,2	490,9	505,8	545,6	534,4	
Tejido urbano discontinuo	106,6	106,6	140,5	94,3	97,8	127,5	74,8	100,9	130,2	135,0	
Tierras desnudas y degradadas	397,1	1128,8	361,4	696,3	488,6	473,1	534,8	794,1	218,5	295,2	
Pastos limpios	4105,1	6564,1	6349,9	6187,6	3776,5	4953,5	5309,9	6904,2	3349,0	4376,4	
Pastos enmalezados	4452,5	1600,5	1736,6	1604,6	3966,7	2624,8	1610,5	1069,3	3052,7	3513,9	
Bosque de galería y ripario	594,2	1258,6	<b>273,0</b>	1024,3	655,1	<b>371,4</b>	1387,2	515,1	<b>378,1</b>	<b>489,2</b>	
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	<b>797,7</b>	<b>628,4</b>	1340,4	<b>520,0</b>	1855,9	<b>1275,5</b>	892,5	<b>737,7</b>	647,6	<b>1241,3</b>	

**Nota:** Las coberturas de la tierra seleccionadas corresponden a aquellas cuyo comportamiento anual representa la mayor variación de superficies, que tienen como causa directa la acción antrópica y la dinámica de la temperatura superficial terrestre sin despreciar las precipitaciones ocasionales registradas en la temporalidad de análisis. Elaboración propia a partir de información cuantitativa generada mediante el procesamiento de imágenes de satélite.

La reflexión sobre los hallazgos de esta investigación puede guiar la formulación de recomendaciones para políticas y acciones futuras en la región, con el objetivo de mejorar la adaptación al cambio climático, conservar los recursos naturales y promover un desarrollo territorial y económico equilibrado y sostenible.

En atención a lo anterior, se han dispuesto las siguientes recomendaciones complementarias a las formulaciones planteadas en el capítulo anterior:

- Promocionar la implementación de la agroforestería y prácticas agrícolas Sostenibles, como estrategias socioeconómicas que permiten mejorar la experiencia, en el aprovechamiento de los recursos naturales y la explotación de las actividades económicas tradicionales de forma sostenible y duradera.
- Formular una política de gestión, restauración y conservación de ecosistemas estratégicos, que procure inicialmente combatir el aprovechamiento indebido de los recursos naturales y permita garantizar la permanencia de los servicios ecosistémicos que ofrecen los ecosistemas de humedales.
- Generar estrategias para fortalecer los planteamientos ambientales de adaptación al cambio climático, que han sido propuestos en las hojas de rutas de planificación y ordenamiento territorial del municipio.
- Crear un sistema de arborización urbano que se integre con los nodos de conexión ecológicos de la red de ecosistemas urbanos, en aras de reducir los impactos de las altas temperaturas en la ciudad y que promueva además el acercamiento y cuidado de la ciudadanía hacia los espacios naturales.

Este trabajo investigativo ofrece una herramienta metodológica que integra aspectos socio-espaciales propios del método geográfico que es capaz, además, de adaptarse a nuevas variables de distintos ámbitos con el propósito de abarcar un análisis territorial holístico que puede ayudar a identificar, diagnosticar y formular soluciones integrales a diversas problemáticas, especialmente aquellas asociadas a los impactos de las altas temperaturas en la economía, la agricultura, la salud y el medio ambiente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, M. y Contreras, C. (2017). La geografía ambiental. Orígenes, ámbito de estudio y alcances. En Chávez, M. González, O y Ventura, C. (eds). *Geografía humana y ciencias sociales. Una relación reexaminada*. 261-296. El colegio de Michoacán.

Arnfield, A. J. (2003). Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *International Journal of Climatology*, 23, 1–26.

Bellet, C. y J.M. Llop. (2000). *Ciudades intermedias. Urbanización y sostenibilidad*, Lleida, Editorial Milenio.

Bastiaanssen, W. G. M., Menenti, M., Feddes, R. A., & Holtslag, A. A. M. (1998). A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL). 1. Formulation. *Journal of Hydrology*, 212, 198–212.

Bárcena, A., Samaniego, J., Galindo, G., Ferrer, J., Alatorre, J., Stockins, P., Reyes, O., Bocco, G. y Urquijo, P. (2013). Geografía Ambiental: Reflexiones teóricas y práctica institucional. *Región y Sociedad*. (56), 75-101. <https://bit.ly/3xd3vsb>

Beaujeu, G. J. (2000), *Géographie urbaine*, Paris, Armand Colin

Bergkamp, G y Orlando, B. (1999). Los humedales y el cambio climático. *Ramsar Blog*. <https://bit.ly/2QXqftA>

Bertrand. R. (1968). *Ciencia, filosofía y política*, (Miguel Pereyra 4º ed, trad.), Mdríd.

Burckhardt, J. (1860). *Die Kultur der Renaissance in Italien*. Druck und Verlag der Schweighauserischen Verlagsbuchhandlung. Basilea.

Bru, J. (1997). *Medio ambiente, poder y espectáculo*. Icaria Editorial, Barcelona.

Brunsell, N. A., & Gillies, R. R. (2003). Length scale analysis of surface energy fluxes derived from remote sensing. *Journal of Hydrometeorology*, 4, 1212–1219.

Carreras, C y García, B, A. (2006). La geografía urbana. En Hiernaux, D y Lindón, A. (eds.), *Tratado de Geografía Humana*. (pp. 81-126). Universidad Autónoma Metropolitana

Carlson, T.N., Ripley, D.A. (1997). On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index. *Remote Sens. Environ.* 62, 241–252.

CEPAL. (2018). La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe. (LC/TS2017/84/Rev.1 61P). <https://www.cepal.org/es/publicaciones/42228-la-economia-cambio-climatico-america-latina-caribe-vision-grafica>

Christaller, Walter (1933), Die Zentralen Orte in Sii.ddeustchland, Jena, Nachdr. d.l. Aufl. Consultado el reprint editado por Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Dannstadt, 1980 y la trad. italiana de Paola Pagnini editada en Milan, Franco Angeli, 1980.

Cidade, L. (2001). Visoes de mundo, visoes de natureza e a for macao de paradigmas geográficos. *Tierra Livre*. 17. 99-118. <https://www.geoambiente.ufba.br/Arquivos%20extras/Textos/Visoes%20de%20mundo%20visoes%20de%20Naturaleza.pdf>

Conzen. Michael P. (1986), World Patterns of modern Urban Change. Essays in Honour of Chauncy D. Harris, Chicago, University of Chicago Press.

Duarte, B. (2005). Análisis comparado de las dinámicas hídricas de la cuenca baja del río Sinú con los cambios de coberturas en el complejo de la ciénaga Grande de Lórica, Trabajo de pregrado para optar por el título de ecóloga. Bogotá, Pontificia Universidad Javeriana.

Figueiredo, M. A. (2003). questao ambiental na geografia do Brasil. *Cuadernos geográficos*. 5. 7-48

Folch, R. & Bru, J. (2017). *Ambiente, territorio y paisaje. Valores y valoraciones*. Barcino Editorial.

Fundación Caribe. (2001). Diagnóstico Ambiental con énfasis en los sistemas de productivos en el ecosistema Ciénaga Grande del Bajo Sinú, corregimiento La Peinada.

Hernández, S. R. (2021). *Desarrollo Territorial Integrado en la ciudad de Montería y su área de influencia*. [Tesis de maestría. Universidad de Córdoba Colombia]. Repositorio universidad de Córdoba. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/>

Hansen, J., Ruedy, R., Sato, M., & Lo, K. (2010). Global surface temperature change. *Reviews of Geophysics*, 48, RG4004.

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, Escala 1:100.000. <https://doi.org/10.3969/J.ISSN.1672-8270.2018.04.005>

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. (2015a.) Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011-2100 Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones – Enfoque Nacional - Regional: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. ISBN 978-958-8902-57-9

IDEAM. (2015b). *Cobertura de la Tierra Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia durante el período 2010-2012. República de Colombia Año 2014*. Bogotá D.C: IDEAM. <https://bit.ly/3FtkkSx>

Kerr, Y. H., Lagouarde, J. P., Nerry, F., & Ottlé, C. (2000). Land surface temperature retrieval techniques and applications. In D. A. Quattrochi, & J. C. Luvall (Eds.), *Thermal remote sensing in land surface processes* (pp. 33–109). Boca Raton, Fla.: CRC Press.

Kruse, F.A. (2004). Comparison of ATREM, ACORN, and FLAASH atmospheric corrections using low-altitude AVIRIS data of Boulder, CO. [http://www.w.hgimaging.com/PDF/Kruse-JPL2004\\_ATM\\_Compare.pdf](http://www.w.hgimaging.com/PDF/Kruse-JPL2004_ATM_Compare.pdf)

Lombardo, Magda Adelaide (1985), *Ilha de calor nas metr6poles: o exemplo de Stio Paulo*, Sao Paulo, Hucitec.

L6pez, S. F. (2009). Por una historia comprensiva de la idea de paisaje. *Apuntes de teor3a de la historia del paisaje. Quintana, 2*, 287-303.

Mendoca, F. (2004). *Geograf3a e medio ambiente*. Contexto. Sao Paulo

Monterroso, M. (s.f). *Gu3a pr3ctica: clasificaci3n de im3genes satelitales*. <https://arcgeek.com/descargas/ClasImMF.pdf>

Mumford, Lewis. (1938): “La cultura de las ciudades”. New York: Harcourt. Edici3n de 1945, Buenos Aires: Emec3 Editores.

Moreno, M. (1993). *Estudio del clima urbano de Barcelona: Ia «isla de calor»*, Barcelona, Selgraf.

NASA, (12 de enero de 2023) *La nasa afirma que 2022 es el quinto a3o m3s c3ldo registrado*. <https://www.nasa.gov/press-release/2022-quinto-mas-calido-registrado>

NASA, (10 de enero de 2020). *An3lisis de NASA y NOAA revelan que 2019 fue el segundo a3o m3s c3ldo registrado*. <https://go.nasa.gov/3ntZigq>

Nicholson, L. D. (1987), *The Greening of the Cities*, Londres, Routledge & Keegan.

Nogu3, J. (2010). *Paisatge, territori i societat civil*. Edicions Tres i Quatre. Val3ncia

Parsons, J. (1992). *Las regiones tropicales americanas: visi3n geogr3fica* Ed. Molano Barrero, Joaquin. Bogot3

Peng, S., Piao, S., Ciais, P., Friedlingstein, P., Oettle, C., Br3on, F.-M., Myneni, R. B. (2012). *Surface Urban Heat Island Across 419 Global Big Cities. Environmental Science & Technology, 46(2)*, 696–703. <https://doi.org/10.1021/es2030438>

P3rez, C. J., G3mez, L. F y Tornero, J. (2006). *Ciudad y Confort ambiental: estado de la cuesti3n y aportaciones recientes*. *Cuad. De Geogr.* 80. 147-18. <https://bit.ly/3ponEYZ>

Pickles, J. (1985). *Phenomenology, Science and Geography*, Cambridge: Cambridge University Press.

Plazas, C y Falchetti, A. (1981). Asentamientos prehispánicos en el bajo Río San Jorge. Fundación de investigaciones arqueológicas Nacionales, Vol 1. Banco de la república. Bogotá.

Quintero, D. D. (2021). Las ciénagas del Bajo Sinú agonizan, y con ellas los pescadores. *El Espectador*. <https://blogs.elespectador.com/actualidad/el-rio/las-cienagas-del-sinu-agonizan-ellas-los-pescadores>

Real Academia Española RAE. (2022, 13 de agosto). *Definición de Confort*. <https://dle.rae.es/confort>

Rein, L. M. (2013). *El confort urbano en la ciudad y su evolución en los últimos años*. (Agenda21Málaga). Ayuntamiento de Málaga y Observatorio de Medio Ambiente Urbano. <https://bit.ly/3Qjvgbc>

Ruboratti, C. (2000). *Ambiente y Sociedad: Conceptos y Relaciones*. Ariel.

Sjovold, K. (2019, 19 de diciembre). El efecto de la isla de calor urbana. Sao Pablo, Brasil. Story maps ArcGis. <https://bit.ly/3SLxnpU>

Salgado, G, A. (2002). La geografía urbana: una perspectiva crítica para el análisis de la ciudad. Interirorgráfico. 12 edición. <https://bit.ly/3QUkuZ1>

Santamouris, M., Cartalis, C., Synnefa, A., & Kolokotsa, D. (2015). On the impact of urban heat island and global warming on the power demand and electricity consumption of buildings— A review. *Energy and Buildings*, 98, 119–124. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.09.052>

Santos, M. (1971), *Les villes du tiers Monde*, Paris, Genin [existe trad. castellana en Barcelona, Oikos-Tau, 1973].

Soto, Q. J. (2016). *Evaluación de los procesos de degradación de tierras por desertificación en el municipio de Santa Cruz de Lorica (Córdoba) durante el período 1991-2014*. [Tesis de pregrado, Universidad de Córdoba]. Repositorio Universidad de Córdoba. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/>

Suertegaray, D. (2001). Espacio Geográfico uno e múltiplo. *Scripta Nota. Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, (93), 1-13. <https://www.ub.es/geocrit/sn93.htm>

Suertegaray, D y Rodríguez, J. (2001). A natureza da geografia física na geografia. *Terra Livre*, 17. 11-24

Viloria, J. (2003). “Lorica: una colonia árabe a orillas del río Sinú”, en Cuadernos de Historia Económica y Empresarial, Cartagena, Banco de la República.

Yu, X., Xulin, G., Zhaocong, Wu. (2014). Land surface temperature retrieval from Landsat 8 TIRS—comparison between radiative transfer equation-based method, split window algorithm and single channel method. *Rem. Sens.* 6, 9829–9852. <https://doi.org/10.>

Zanter, K. (2016). LANDSAT 8 Data User's Handbook. Department of the Interior U.S Geological Survey Version 2.0.

Zarta, A. P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa*, 28, pp. 409-423. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39656104017>