



**Estrategias para caracterización de cultivos en las veredas Arnania, Vegas, El Quemado, el
Palmar y Alizal, de Tona Santander, como aporte a la gestión territorial**

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACION.

**DEXY NORALBA ORTIZ LIZCANO.
CC 1.098.131.031
CARLOS HUMBERTO JR ACERO JOYA
CC 1.100.896.301**

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIAS
INGENIERIA EN TOPOGRAFÍA
BUCARAMANGA 19/09/2025**



**Estrategias para caracterización de cultivos en las veredas Arnania, Vegas, El Quemado, el
Palmar y Alizal, de Tona Santander, como aporte a la gestión territorial**

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACION.

**DEXY NORALBA ORTIZ LIZCANO.
CC 1.098.131.031
CARLOS HUMBERTO JR ACERO JOYA
CC 1.100.896.301**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero en Topografía**

**DIRECTOR
CLARA INÉS TORRES VÁSQUEZ**

Grupo de investigación en Medio Ambiente y Territorio– GRIMAT

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIAS
INGENIERIA EN TOPOGRAFÍA
BUCARAMANGA 19/09/2025**

Nota de Aceptación

Aprobado en cumplimiento de los requisitos exigidos por
Las Unidades Tecnológicas de Santander para optar al título
de Ingeniero Topógrafo

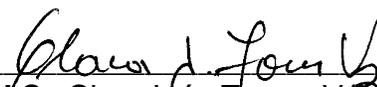
Según acta #24 del Comité de Proyectos de Grado
Del 19-09-2025

Docente evaluador: Ing. Leonardo Barón Páez

Docente directora: M.Sc Clara Inés Torres Vásquez



Ing. Leonardo Barón Páez
Firma del Evaluador



M.Sc Clara Inés Torres Vásquez
Firma del Director

DEDICATORIA

A todos nuestros familiares más cercanos,

En este camino que hemos recorrido hacia nuestra meta de graduación, ustedes han sido un pilar de apoyo, una fuente constante de inspiración y un ejemplo de amor incondicional. Cada logro alcanzado, cada desafío superado y cada lección aprendida han sido posibles gracias a su acompañamiento inquebrantable.

Hoy queremos dedicar este logro a ustedes, como prueba viva de que los lazos familiares son la fuerza que alimenta nuestros sueños. Cada página de este proyecto está impregnada del amor, la entrega y el compromiso que nos une como familia.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que, con su apoyo y colaboración, hicieron posible la realización de este proyecto de grado. En primer lugar, queremos agradecer profundamente a la profesora Clara Inés Torres Vásquez, que, con su generosidad, orientación y vasto conocimiento, nos guiaron durante todo este proceso. Su dedicación y compromiso fueron esenciales para superar los desafíos que se presentaron y alcanzar este objetivo. Agradecemos sinceramente su tiempo, esfuerzo y la confianza que depositaron en nosotros.

Agradecemos a las Unidades Tecnológicas de Santander (UTS) por brindarnos la oportunidad de cursar Ingeniería en Topografía, así como por su excelente ambiente de aprendizaje y calidad educativa. También agradecemos a los docentes de la carrera, cuyo esfuerzo y dedicación han sido clave en nuestra formación profesional.

Por último, pero no menos importante, queremos expresar nuestra más sincera gratitud a nuestras familias, y nuestras parejas de vida, cuyo apoyo inquebrantable ha sido nuestra fuente de inspiración y motivación a lo largo de este proceso. Su presencia constante, comprensión y amor nos han impulsado a seguir adelante, dándonos fuerzas en los momentos de duda y celebrando con nosotros los logros alcanzados. Gracias por estar siempre a nuestro lado, brindándonos su respaldo y generando un ambiente de confianza y afecto que nos ha permitido alcanzar nuestras metas.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	14
INTRODUCCIÓN	15
1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	17
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
2. JUSTIFICACIÓN.....	19
3. OBJETIVOS	21
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	21
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
4. ESTADO DEL ARTE	22
Luis Quesada Muela.....	22
5. MARCO REFERENCIAL.....	25
5.1. MARCO TEÓRICO.....	25
5.2. MARCO CONCEPTUAL.....	28
5.2.1. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).....	28
5.2.2. GESTIÓN TERRITORIAL	28
5.2.3. PÁRAMO.....	29
5.2.4. CULTIVOS EN COLOMBIA.....	29
5.2.5. PLANIFICACIÓN DEL SUELO EN COLOMBIA.....	30
1.1. 5.2.6..... CLASIFICACIÓN Y TIPOS DE SUELOS EN TONA, SANTANDER	31
5.2.6.1. Andisoles.....	31

F-DC-125 INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO VERSIÓN: 2.0

5.2.6.2. Inceptisoles..... 32

5.2.6.3. Entisoles 32

5.2.7. GEOGRAFÍA DE TONA, SANTANDER32

5.2.8. DISTRIBUCIÓN DE LAS VEREDAS DE TONA33

5.2.8.1. Veredas específicas..... 33

5.2.8.1.1. Arnania 34

5.2.8.1.2. Vegas..... 34

5.2.8.1.3. El Quemado 34

5.2.8.1.4. El Palmar 34

5.2.8.1.5. Alizal 35

5.3. MARCO LEGAL..... 35

5.3.1. ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (EOT) DE TONA – AÑO 2000. ..35

5.3.2. DECRETO 044 DE 2025 – DELIMITACIÓN Y USO SOSTENIBLE DEL PÁRAMO.36

1.2. **5.3.3.....LEY 99 DE 1993 – CREACIÓN DEL MINISTERIO DE AMBIENTE Y MARCO DEL SISTEMA NACIONAL AMBIENTAL (SINA).38**

1.3. **5.3.4.....LEY 388 DE 1997 – ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y GESTIÓN DEL SUELO URBANO Y RURAL.39**

1.4. **5.3.5.....DECRETO 3600 DE 2007 Y LEY 507 DE 1999 – USO DEL SUELO RURAL Y CLASIFICACIÓN AGROLÓGICA.41**

1.5. **5.3.6. DECRETO 2811 DE 1974 – CÓDIGO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE.....43**

1.6. **5.3.7. NORMATIVA LOCAL DE TONA. – ACUERDO MUNICIPAL NO. 08 DE 2000 Y PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL MUNICIPAL (PGAM).45**

5.4. MARCO AMBIENTAL 47

5.4.1.	CLASIFICACIÓN DE CULTIVOS SEGÚN EL EOT DE TONA (2002)	47
5.4.1.1.	Zonas agrícolas prioritarias.....	48
5.4.1.2.	Zonas de uso restringido.....	48
6.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	49
6.1.	FASE 1: RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA	50
6.2.	FASE 2: TRABAJO DE CAMPO Y APLICACIÓN DE SIG	50
6.3.	FASE 3: ANÁLISIS Y RESULTADOS	50
7.	DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO	51
7.1.	FASE 1: ANALISIS Y RECOPIACION DE DATOS.	52
7.1.1.	RECOLECCION Y ANALISIS DE INFORMACION.	52
7.1.2.	ETAPA 1: CONSTRUCCIÓN DEL ESTADO DE ARTE	52
7.1.3.	ETAPA 2: BUSQUEDA DE INFORMACION GENERAL.	52
7.1.3.1.	DESCARGA DE IMÁGENES GEOESPACIALES.....	53
7.1.4.	ETAPA 3: SALIDA DE CAMPO	55
7.1.4.1.	Análisis del recorrido y levantamiento de información en campo	56
7.1.4.2.	RECORRIDO DE CAMPO TIPOS DE PAISAJES.	58
7.1.4.2.1.	Vereda Vegas.....	58
7.1.4.2.2.	Vereda Arnania	59
7.1.4.2.3.	60
7.1.4.2.4.	Vereda el Quemado.....	60
7.1.4.2.5.	Vereda el Palmar	61
7.1.4.2.6.	Vereda el Alizal	62
7.1.4.3.	TOMA DE DATOS EN CAMPO	63
8.	RESULTADOS	64

8.1. FASE 2: ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	64
8.1.1. ANÁLISIS DE CULTIVOS.....	64
8.1.1.1. RELACION ENTRE VEREDAS Y NUMEROS DE CULTIVOS.....	70
8.1.1.2. RELACION ENTRE CLIMA Y CULTIVOS	72
8.1.1.3. RELACIÓN ENTRE LOS CULTIVOS Y LA ALTITUD.....	73
8.1.1.4. RELACION ENTRE PENDIENTES Y RELIEVE.....	74
8.1.2. ANALISIS DE INFORMACION GEOESPACIAL Y GENERACION DE CARTOGRAFIA.....	76
8.1.2.1. MAPA DE PENDIENTE.....	76
8.1.2.1.1. Implicaciones para el uso del suelo	77
8.1.2.1.1.1. Agricultura.....	77
8.1.2.1.1.2. Infraestructura.....	77
8.1.2.1.1.3. Riesgos.....	77
8.1.2.1.1.4. Cobertura vegetal	77
8.1.2.2. MAPA DE COBERTURA VEGETAL.....	78
8.1.2.3. MAPA DE DRENAJE SENCILLO	79
8.1.2.4. MAPA DE CLIMA	81
8.1.2.5. MAPA DE RELIEVE.....	83
8.1.2.6. MAPA DE AREA CONSTRUIDA.....	85
8.1.2.7. MAPA DE CULTIVOS.....	87
8.1.2.8. MAPA DE MODELO DE ELEVACION DIGITAL.....	89
8.1.3. ANALISIS DE INFORMACION DE CAMPO.....	90
9. CONCLUSIONES	102
10. RECOMENDACIONES	103

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 104

LISTA DE FIGURAS

<i>Ilustración 1, Fases de Investigación</i>	<i>51</i>
<i>Ilustración 2, Descarga de imágenes sentinel</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 3, Descarga de datos Colombia en mapas (Igac).</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 4, Imagen Google Earth de la zona de estudio.....</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 5, Ubicación Vereda vegas.</i>	<i>58</i>
<i>Ilustración 6, Ubicación Veredas Arnanía</i>	<i>59</i>
<i>Ilustración 7, Ubicación Vereda El Quemado.....</i>	<i>60</i>
<i>Ilustración 8, Ubicación Vereda El Palmar.</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 9, Ubicación Vereda Alizal.....</i>	<i>62</i>
<i>Ilustración 10, Toma de datos en campo.</i>	<i>63</i>
<i>Ilustración 11, Grafica de distribución de cultivos.</i>	<i>71</i>
<i>Ilustración 12, Relación de clima y cultivos.</i>	<i>72</i>
<i>Ilustración 13, Relación de cultivos y altitud.</i>	<i>73</i>
<i>Ilustración 14, Mapa de pendiente.....</i>	<i>76</i>
<i>Ilustración 15, Mapa de cobertura vegetal.</i>	<i>78</i>
<i>Ilustración 16, Mapa de drenaje sencillo.....</i>	<i>79</i>
<i>Ilustración 17, Mapa de clima.....</i>	<i>81</i>
<i>Ilustración 18, Mapa de relieve.....</i>	<i>83</i>

Ilustración 19, Mapa de área construida..... 85

Ilustración 20, Mapa de cultivos..... 87

Ilustración 21, Mapa de modelo digital de elevación..... 89

Ilustración 22, Análisis de cultivos..... 90

Ilustración 23, Análisis de cultivos..... 91

Ilustración 24, Análisis de cultivos..... 91

Ilustración 25, Análisis de cultivos..... 92

Ilustración 26, Análisis de cultivos..... 92

Ilustración 27, Análisis de cultivos..... 93

Ilustración 28, Análisis de cultivos..... 93

Ilustración 29, Análisis de cultivos..... 94

Ilustración 30, Análisis de cultivos..... 94

Ilustración 31, Análisis de cultivos..... 95

Ilustración 32, Análisis de cultivos..... 95

Ilustración 33, Análisis de cultivos..... 96

Ilustración 34, Análisis de cultivos..... 96

Ilustración 35, Análisis de cultivos..... 97

Ilustración 36, Análisis de cultivos..... 97

Ilustración 37, Análisis de cultivos..... 98

Ilustración 38, Análisis de cultivos..... 98

Ilustración 39, Análisis de cultivos..... 99

<i>Ilustración 40, Análisis de cultivos.</i>	99
<i>Ilustración 41, Análisis de cultivos.</i>	100
<i>Ilustración 42, Análisis de cultivos.</i>	100
<i>Ilustración 43, Análisis de cultivos.</i>	101

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Estado de arte</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 2. Caracterización de cultivos.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 3. Resultados de Cultivos.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 4. Relación de pendientes y relieve.....</i>	<i>74</i>

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto propone estrategias para la caracterización de cultivos en las veredas Arnania, Vegas, El Quemado, El Palmar y Alizal del municipio de Tona, Santander, como un aporte a la gestión territorial. Esta zona, caracterizada por su agricultura y ubicación estratégica en el páramo sub-andino, presenta una carencia significativa de información actualizada sobre cultivos y suelos, dificultando así la toma de decisiones orientadas al desarrollo rural (Sustainable Development Goals, 2023) (EOT, 2000)

El objetivo general consiste en generar una base de datos agrícola mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), trabajo de campo, que sirva de soporte técnico para políticas de ordenamiento territorial. Se implementó una metodología descriptiva, de enfoque mixto, que incluyó levantamiento topográfico, e integración de datos geoespaciales en software especializado.

Como resultados, se obtuvo una base de datos georreferenciada sobre condiciones, tipos de cultivos, también se diseñaron cartografías temáticas, que permiten visualizar de forma precisa el panorama agrícola local.

El estudio aporta insumos útiles a la gestión territorial de Tona, promueve la planificación basada en evidencias técnicas y respalda la sostenibilidad ambiental del páramo. Además, fortalece la articulación entre el conocimiento científico y las necesidades sociales del entorno rural.

Palabras claves: SIG, agricultura, caracterización de cultivos, gestión territorial.

INTRODUCCIÓN

La agricultura en Colombia ha sido durante mucho tiempo uno de los principales soportes del desarrollo económico en las regiones rurales, especialmente en lugares como Tona, en Santander. Este municipio, donde la agricultura es la actividad más importante, enfrenta algunos problemas, como la falta de información clara y organizada sobre cómo se usan los suelos, qué cultivos predominan y cuáles son sus condiciones de producción (EOT, 2000) (Sustainable Development Goals, 2023). Esto hace difícil planear mejor el territorio y brindar apoyo adecuado a los productores.

Para enfrentar estos retos, la caracterización de cultivos se vuelve una herramienta muy útil. Usar tecnologías como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y ayuda a crear una imagen precisa de la realidad agrícola en el territorio (GARCIA, , Pérez Atray, J. J., Hernández Santana, L., Gustabello Cogle, R., & Becerra de Armas, E., 2018) Así, los responsables pueden tomar decisiones más informadas para organizar mejor la tierra, gestionar la producción y proteger ecosistemas clave como los páramos (Torres Ledesma) Este proyecto nace con la idea de ofrecer soluciones prácticas a problemas reales del campo, centrado en cinco veredas del municipio de Tona, en Santander.

Utilizando información secundaria, datos recopilados en campo y modelos digitales, se busca crear una base técnica confiable y útil tanto para las autoridades locales como para los agricultores y campesinos. En definitiva, este estudio no solo busca dar una respuesta

técnica, sino también impulsar una agricultura más sostenible, adaptada a las necesidades del lugar y con un enfoque social y un adecuado uso del suelo y planificación del territorio.

2. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El municipio de Tona, se encuentra ubicado en el departamento de Santander, (zona geográfica se caracteriza por su amplia diversidad agrícola, lo que le permite desempeñar un papel fundamental en la economía de la región. Gran parte de su población depende de la producción agrícola como principal fuente de ingresos y sustento de la población (Sustainable Development Goals, 2023).

La falta de información pública sobre la caracterización de cultivos predominantes en las veredas Arnania, Vegas, el Quemado, el Palmar y Alizal, donde, no se cuenta con información clara del rendimiento de las cosechas, las necesidades de los productores y las condiciones del suelo que son claves para diseñar políticas en la gestión rural principalmente.

Por otra parte, en Tona existe un gran potencial para mejorar la comprensión de su panorama agrícola, pero la falta de información detallada sobre los cultivos, sus características y los desafíos de los agricultores limita las posibilidades de implementar políticas que realmente apoyan el sector. Para abordar esta falta de datos actualizados, sería clave implementar un sistema de recolección de información precisa y constante.

Se requiere implementar estrategias para la recolección de datos sobre los cultivos y la necesidad de los productores agrícolas, y de esta manera poder mejorar la toma de

decisiones y el bienestar económico de la comunidad en las veredas del municipio Toná (Sustainable Development Goals, 2023) y generar insumos del uso del suelo en el territorio como aporte a la gestión territorial y a la caracterización del páramo por la ubicación estratégica en el espacio geográfico de este municipio.

¿Qué estrategias podrían implementarse mediante uso de sistemas de información geográfica como apoyo para recopilar información precisa sobre los cultivos y condiciones agrícolas en las Veredas Arnanía, Vegas, El Quemado, el Palmar y Alizal del municipio de Toná para el año 2025 como aporte a la gestión territorial??

3. JUSTIFICACIÓN

La agricultura es una actividad económica que ha contribuido con el desarrollo de las diferentes regiones de Colombia, y se destaca por la labranza o cultivo de la tierra, tratamiento del suelo. (BONNET, 2022) .

Tal es el caso del municipio de Toná, municipio que se encuentra localizado en el Nororiente de la cuenca superior del río Lebrija, en la provincia de Soto, Departamento de Santander, según coordenadas 7°15' de latitud norte y a 73°03' de longitud oeste (EOT, 2000). Tiene una extensión de 33.937 has, se encuentra entre los 1.100 y los 3.700 m.s.n.m., posee temperaturas medias entre los 6 y los 22°C y precipitaciones entre 760 y 1.020 mml, con épocas de veranos cortos a principios y mediados del año, predominan los climas fríos a muy fríos, ubicado en las zonas de vida Bosque húmedo premontano, bosque húmedo montano bajo y páramo subandino. El 77.98% de la población habita en el sector rural, mientras que el 22.02% restante, se ubica en la cabecera municipal (EOT, 2000).

El municipio de Tona cuenta con un total de 1.898 predios, de los cuales 637 se encuentran en condición de aparcería. Según el Esquema de Ordenamiento Territorial (2000), el 34% de estos predios son menores de 5 hectáreas, el 17% tienen entre 5 y 10 hectáreas, el 20% están entre 10 y 20 hectáreas, y solo el 17% superan las 20 hectáreas (EOT, 2000).

Tona es reconocido a nivel nacional como un importante productor de cebolla en la zona de páramo, sobre los 3200 msnm y otros cultivos como aguacate hass, café, apio y productos lácteos como parte de la producción ganadera, al igual que la cría de ovinos (Daza, 2021). Sin embargo, no se dispone de un registro detallado que brinde información precisa sobre los cultivos predominantes y su participación en la actividad agrícola de la región (EOT, 2000). Por tanto, este trabajo tiene como objetivo la caracterización de cultivos en el municipio de Tona, , insumos que brindarán aporte a la línea de páramo y a la gestión del territorio rural y urbano en este municipio.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Caracterizar cultivos en las Veredas Arnanía, Vegas, El Quemado, el Palmar y Alizal del municipio de Tona, Santander, mediante la generación de una base de datos, y cartografía con el uso de herramientas SIG, información existente y datos de campo como aporte a la gestión territorial, para el año 2025.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Generar una base de datos mediante la recolección de información existente, uso de SIG e información campo sobre cultivos, suelo, condición agrícola y condiciones climáticas en el municipio de Tona, para las veredas asignadas.

Diseñar una cartografía que permita el análisis e identificación de los cultivos en las Veredas Arnanía, Vegas, El Quemado, el Palmar y Alizal el municipio de Tona, Santander, mediante un modelo 3D en software GIS.

5. ESTADO DEL ARTE

TITULO	AUTOR	BIBLIOGRAFIA	RELACION
ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE LA RECOPIACION DE DATOS EN AGRICULTURA.	Perez Garcia, Perez Atray , Hernandez Santana , Gustabello Cogle, & Becerra de Armas	Perez Garcia, C., Perez Atray , j. j., Hernandez Santana , I., Gustabello Cogle, R., & Becerra de Armas, E. (2018). Geographic information system for sugarcane agriculture in the province of Villa Clara. Redalyc.org .	los Sistemas de Información Geográficos en ramos como la agricultura brindan soporte para aumentar la eficiencia de las tareas de cultivos. Específicamente en la agricultura cañera, estos permiten analizar diversas fuentes de información geográfica disponibles en la actualidad, como son: las imágenes aéreas y los datos de cosecha de las maquinarias agrícolas; lo que posibilita la obtención de indicadores productivos que sientan las bases para la aplicación de técnicas avanzadas de cultivo.
Mapas agrícolas más precisos y con cobertura mundial (Muelas, 2015)	Luis Quesada Muela.	Muelas, L. Q. (2015). Mapas agrícolas más precisos y con cobertura mundial. <i>GEOINOVACIONES</i> . Obtenido de https://geoinnova.org/blog-territorio/mapas-agricolas-mas-precisos-y-con-cobertura-mundial/?utm_source	desarrollan dos nuevos mapas globales que arrojan información determinante sobre los suelos dedicados a la explotación agrícola, al amparo de proyectos desarrollados por el Instituto Internacional de Sistemas de Análisis Aplicados
ANÁLISIS DE ZONAS APTAS PARA CULTIVO AGRÍCOLA EN EL MUNICIPIO DE IBAGUÉ, TOLIMA A PARTIR DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)	(Espinosa Mendoza , Reyes Gómez, & Useche Lozano)	Espinosa Mendoza , L. M., Reyes Gómez, R., & Useche Lozano, S. L. (s.f.). ANÁLISIS DE ZONAS APTAS PARA CULTIVO AGRÍCOLA EN EL REPOSITORIO UNAD.	Este estudio tiene como objetivo identificar las áreas aptas para la agricultura mediante de la aplicación de sistemas de información geográfica (SIG), con el fin de identificar las zonas apropiadas agrícolas como la protección ambiental del municipio, se emplearán datos biofísicos, como característica del suelo, variables climáticas, cobertura vegetal y restricciones ambientales, para evaluar la aptitud agrícola del territorio. Se caracterizarán las zonas según su potencial agrícola (alto, medio y bajo) Como resultado Se ha observado que los suelos en cuestión son profundos, bien drenados y poseen una alta concentración de materia orgánica. Además, el clima de la región es apto para una amplia diversidad de cultivos.
IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS APTAS PARA CULTIVOS EN EL	(Torres Ledesma, & Capera Riveros,)	Torres Ledesma,, S. L., & Capera Riveros,, Y. (s.f.). IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG). REPOSITORIO UNAD, 10. Obtenido de https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/62394/Sitoresle.pdf?sequence=1	Implementar Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el municipio de Chaparral para identificar áreas propicias para cultivos, proporcionando información detallada para la planificación agrícola.

MUNICIPIO DE CHAPARRAL TOLIMA.			
Aplicación de los sistemas de información geográfica (sig) y diseño de modelo lógico (entidad – relación) para el ordenamiento en el cultivo de papa municipio de Chía	(Orjuela Medina & Pérez Chud)	Orjuela Medina, W. Y., & Pérez Chud , D. A. (s.f.). Aplicación de los sistemas de información geográfica (sig) y diseño de modelo lógico. REPOSITORIO UNAD, 19. Obtenido de https://repository.unad.edu.co/jsui/bitstream/10596/56430/1/wy_orjuelam.pdf?utm_source	Evaluar las herramientas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y construir un modelo de entidad – relación en el cultivo de la papa, municipio de Chía
CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE TONA	(ORDOÑEZ, 2007)	ORDOÑEZ, M. E. (2007). CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE TONA . <i>TESIS DE GRADO UIS</i> , 87.	Se pretende entonces contribuir en la búsqueda de nuevos usos y tratamiento de los recursos naturales como fundamentos de su desarrollo local, mejoramiento de la calidad de vida y competitividad en los mercados.
CARACTERIZACIÓN A PEQUEÑOS PRODUCTORES DE CAFÉ EN 7 VEREDAS DEL MUNICIPIO DE MESETAS – META.	(SOTO, 2018)	SOTO, J. A. (2018). CARACTERIZACIÓN A PEQUEÑOS PRODUCTORES DE CAFÉ EN 7 VEREDAS. <i>REPOSITORIO UNAB</i> , 42.	El Municipio de Mesetas - Meta cuenta con una amplia zona dedicada a la producción de Café, de las cuales se encuentran pequeños productores con áreas de 1,2,3, resguardos Indígenas, desplazados y demás productores a los cuales no se les ha realizado una caracterización específica en cuanto a las condiciones, Sociales, educativos, económicos y agrícolas con los que cuentan cada una de las unidades agrícolas donde se desarrollan las explotaciones del Cultivo del Café en las veredas donde este cultivo es el más representativo; Cominera, Buena Vista, Montebello, Brumas, Alto Andes, Villa Lucia y El Paraíso
Caracterización fisicoquímica y mineralógica de un suelo de uso agrícola ubicado en el campus El Limonal de la Universidad Santo Tomás, Piedecuesta.	(Vargas, 2020)	Vargas, A. F. (2020). Caracterización fisicoquímica y mineralógica de un suelo de uso agrícola ubicado en el. <i>REPOSITORIO USTA</i> , 90.	Por esta razón el trabajo de grado tiene como propósito caracterizar fisicoquímica y mineralógicamente un suelo de uso agrícola ubicado en el campus El Limonal de la Universidad Santo Tomás, Piedecuesta. La metodología requerida para la caracterización fisicoquímica de suelos de uso agrícola fue la recomendada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, del gobierno de Colombia

<p>Caracterización e inventario ambiental de cultivos bajo invernadero en Tenjo, Colombia</p>	<p>(Marín-Escobar, Marín-Benítez, Maury-Mena, & Maury, 2023)</p>	<p>Marín-Escobar, J. C., Marín-Benítez, A. C., Maury-Mena, S. C., & Maury, A. (2023). Caracterización e inventario ambiental de cultivos bajo invernadero en Tenjo, Colombia. <i>SCIELO</i>.</p>	<p>Caracterizar y hacer inventario de los tipos de cultivo y suelos, prácticas relacionadas con el riego, estrategias de recolección y comercialización de productos con el fin de determinar los impactos ambientales de los cultivos bajo invernadero del municipio de Tenjo, Cundinamarca, Colombia.</p>
<p>Caracterización del manejo agronómico del cultivo de sábila (<i>Aloe barbadensis</i> M.) en el municipio de Paz de Ariporo del departamento de Casanare</p>	<p>(Vargas Peña & Nazarit Díaz, 2019)</p>	<p>Vargas Peña, I. L., & Nazarit Díaz, M. N. (2019). Caracterización del manejo agronómico del cultivo de sábila (<i>Aloe barbadensis</i> M.) en el. <i>REPOSITORIO DE LA UNAD</i>.</p>	<p>el establecimiento del cultivo de sábila se recomienda realizar un estudio sobre las condiciones agroecológicas que estos requieren, de este modo, se sabrá con certeza si las condiciones que se presentan en las zonas son adecuadas para establecer el cultivo. Otro de los aspectos importantes es el análisis de suelo que se recomienda hacer a los predios antes de la siembra, teniendo en cuenta que este permite conocer por medio de resultados de laboratorio las condiciones químicas del suelo, realizar enmiendas o correctivos, nutrimentos que favorecen el rendimiento de los cultivos y además permite formular un plan de fertilización.</p>

Tabla 1, Estado de arte

6. MARCO REFERENCIAL

6.1. Marco Teórico

La caracterización agrícola a través de herramientas tecnológicas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se ha convertido en una estrategia fundamental para el análisis y planificación del territorio rural. En la actualidad, múltiples estudios han demostrado que la integración de datos geoespaciales permite optimizar la gestión de cultivos, evaluar el uso del suelo y apoyar la toma de decisiones en el sector agropecuario (Pérez García C. e., 2018)

En Colombia, el uso de SIG ha sido aplicado exitosamente en contextos similares, como en los municipios de Ibagué (Espinosa Mendoza) donde se logró identificar áreas aptas para cultivos mediante el análisis de variables climáticas, edáficas y topográficas. Estas experiencias destacan la utilidad de esta tecnología en entornos con escasa información técnica.

Asimismo, el modelado tridimensional del territorio permite representar la topografía y uso agrícola de manera visual y comprensible, facilitando la interacción entre instituciones, técnicos y comunidades rurales (Orjuela Medina)

La caracterización de cultivos agrícolas se ha convertido en un proceso técnico que permite identificar, describir y analizar las condiciones agroecológicas, productivas,

tecnológicas, socioeconómicas y ambientales en las que se desarrolla un sistema productivo vegetal en un territorio específico.

Este proceso no solo se limita a recopilar información descriptiva, sino que busca relacionar las variables observadas con la productividad, sostenibilidad y competitividad del cultivo, permitiendo orientar los sistemas de información geográfica (SIG), con el objeto de realizar el análisis de todos los componentes de dichos cultivos (MADR, 2015).

Por otro lado, la caracterización agrícola cobra una importancia particular en territorios con alta especialización productiva y condiciones agroecológicas singulares. Tal es el caso del corregimiento de Berlín, en el municipio de Tona, Santander, localizado en el ecosistema estratégico del Páramo de Santurbán. Esta zona concentra aproximadamente el 40 % de la producción nacional de cebolla de rama, cultivo que depende de las condiciones climáticas propias de la alta montaña y que, simultáneamente, debe desarrollarse bajo estrictos criterios de conservación ambiental debido a la fragilidad del ecosistema (MADR, 2015).

Por ende, en el marco de estos procesos, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se constituyen en una herramienta fundamental para recopilar, analizar y representar datos espaciales y georreferenciados sobre las áreas de cultivo, su distribución y las condiciones ambientales que las rodean. El uso de SIG permite integrar información topográfica, edáfica, climática y productiva, facilitando la identificación de zonas óptimas para la siembra, la detección de áreas de riesgo y la planificación de estrategias de manejo

sostenible (Pérez & González, 2020). Asimismo, estas tecnologías fortalecen la toma de decisiones al ofrecer representaciones cartográficas precisas que apoyan tanto a productores como a entidades gubernamentales en el ordenamiento productivo del territorio.

Según UPRA, 2023, la gestión territorial en el ámbito agropecuario constituye un proceso estratégico orientado a planificar el uso del suelo rural de manera eficiente y sostenible, para el caso del Norte de Santander, este enfoque se fundamenta en la identificación de vocaciones productivas y en la implementación de instrumentos como los Planes de Ordenamiento Productivo y Social de la Propiedad Rural (POPSR), que permiten prevenir conflictos de uso y optimizar la infraestructura productiva. El análisis de los usos del suelo, apoyado en cartografía y sistemas de información geográfica (SIG), evidencia discrepancias entre el uso actual y el uso potencial, lo que abre oportunidades para la reconversión productiva y la adecuación del suelo conforme a su capacidad agropecuaria, evitando así procesos de degradación y pérdida de fertilidad.

Finalmente, la conservación de los ecosistemas de páramo es una prioridad ambiental y social, dado que estos territorios cumplen funciones esenciales como la regulación hídrica, la captura de carbono y el mantenimiento de la biodiversidad. Según lo establecido en la normativa nacional, los páramos son áreas protegidas de especial interés ecológico en las que se prohíbe el desarrollo de actividades agropecuarias, mineras o de infraestructura que puedan alterar sus condiciones naturales. La gestión y protección de estos ecosistemas se orienta a garantizar la integridad de sus recursos, salvaguardar las comunidades de flora y

fauna que albergan, y asegurar el suministro de agua para las poblaciones humanas aguas abajo, fomentando así un uso sostenible del territorio y el bienestar colectivo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022).

6.2. Marco Conceptual

Caracterización de cultivos: Es el proceso técnico que consiste en recopilar, analizar e interpretar datos relacionados con la actividad agrícola, incluyendo condiciones del suelo, clima, productividad y tipos de cultivo. Este insumo permite diagnosticar el estado actual de la producción rural y proponer acciones concretas para su fortalecimiento (Vargas, 2020).

6.2.1. Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Son plataformas digitales que permiten capturar, almacenar, manipular, analizar y presentar información geográficamente referenciada. Su aplicación en la agricultura facilita el estudio del uso del suelo, la planificación territorial y el monitoreo de recursos naturales (Pérez García C. , 2018).

6.2.2. Gestión territorial

Conjunto de procesos y decisiones orientadas al uso racional del suelo, planificación del desarrollo urbano y rural, conservación de los recursos naturales y fortalecimiento institucional, con participación de actores sociales, económicos y ambientales (EOT, 2000) (Ley 388 de 1997).

6.2.3. Páramo

Ecosistema estratégico de alta montaña caracterizado por su biodiversidad, su papel en la regulación hídrica y su fragilidad ecológica. La conservación de los páramos es prioritaria en la legislación ambiental colombiana, dada su importancia como fuente de agua para millones de personas (Ordoñez, 2007).

6.2.4. Cultivos en Colombia

Colombia, gracias a su ubicación geográfica y condiciones climáticas variadas, posee una de las mayores diversidades agroecológicas del mundo, lo que le permite cultivar una amplia gama de productos agrícolas. Desde zonas cálidas en las costas hasta climas templados y fríos en la región andina, el país presenta condiciones aptas para la producción de cultivos tropicales, transitorios y permanentes. Esta diversidad hace que el sector agrícola represente un componente fundamental en la economía nacional, no solo por su aporte al Producto Interno Bruto (PIB), sino también por su importancia en la seguridad alimentaria, generación de empleo rural y exportaciones (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural., 2022).

Entre los principales cultivos permanentes destacan el café, banano, cacao y palma africana. En cuanto a los cultivos transitorios, la papa, el maíz, el arroz, la yuca y el frijol ocupan una parte considerable del área cultivada. La papa, por ejemplo, es un cultivo clave en los departamentos andinos como Boyacá, Nariño, Cundinamarca y Santander, donde las condiciones agroclimáticas son favorables. Según (Agrosavia, 2021), los pequeños

productores son responsables de una gran parte de esta producción, especialmente en zonas de montaña como Tona, Santander, donde el cultivo de papa se convierte en eje económico principal para muchas familias campesinas.

Adicionalmente, la agricultura en Colombia enfrenta retos como el cambio climático, el acceso limitado a tecnología, la tenencia de tierras y el conflicto armado, lo que exige políticas públicas integrales que garanticen la sostenibilidad del sector. En este contexto, programas de innovación tecnológica, asociatividad rural, y planificación del uso del suelo juegan un papel determinante.

6.2.5. Planificación del Suelo en Colombia

La planificación del suelo es un componente esencial del ordenamiento territorial en Colombia. Tiene como propósito fundamental garantizar un uso eficiente, equitativo y sostenible del territorio, preservando los ecosistemas y asegurando la calidad de vida de la población. Este proceso está normado por la Ley 388 de 1997, que establece los instrumentos de ordenamiento territorial en el marco de la descentralización administrativa y la autonomía municipal (Ministerio de Vivienda, 2020).

En Colombia, los municipios deben elaborar instrumentos como los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT) o Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT), según su categoría. Estos documentos integran información sobre el medio natural, usos del suelo, infraestructura, actividades

económicas y dinámica poblacional, para orientar el desarrollo territorial con enfoque ambiental, social y económico.

En municipios rurales como Tona, Santander, la planificación del suelo permite identificar zonas agrícolas, de conservación, de riesgo y de expansión urbana, de forma que se evite la presión sobre ecosistemas sensibles como los páramos. Además, permite tomar decisiones sobre el uso racional del agua, la protección de fuentes hídricas, la prevención de desastres y la mejora de vías rurales. La implementación efectiva de esta planificación requiere del uso de herramientas técnicas como los SIG y la participación activa de las comunidades.

6.2.6. Clasificación y Tipos de Suelos en Tona, Santander

El municipio de Tona, ubicado en la provincia de Soto Norte del departamento de Santander, presenta una geografía montañosa, con altitudes que van desde los 2.000 hasta más de 3.300 metros sobre el nivel del mar. Esta condición genera una gran diversidad de suelos, determinada por factores como el clima, la pendiente, el material parental y la cobertura vegetal. Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Codazzi, 2015), los principales tipos de suelos en esta región incluyen los Andisoles, Inceptisoles y Entisoles.

6.2.6.1. Andisoles

Son suelos de origen volcánico, poco comunes en Colombia, pero presentes en zonas altas y húmedas como Tona. Se caracterizan por su alta capacidad de retención de agua, baja

densidad aparente y buena estructura. Son fértiles, pero requieren conservación adecuada por su vulnerabilidad a la erosión.

6.2.6.2. Inceptisoles

Suelos de desarrollo intermedio, con presencia de materia orgánica y minerales secundarios. Son comunes en pendientes medias y altas. Aunque son aptos para cultivos, requieren manejo adecuado de fertilización y conservación de cobertura vegetal.

6.2.6.3. Entisoles

Suelos poco desarrollados, localizados en áreas con fuerte pendiente o donde hay constante movimiento de tierras. Son poco profundos, con escasa retención de nutrientes, lo que limita su uso agrícola.

El conocimiento de estos suelos permite a los agricultores y planificadores territoriales definir estrategias para el uso agrícola, manejo de nutrientes, prácticas de conservación y protección ambiental. En zonas como Tona, donde la agricultura es el principal medio de sustento, entender la capacidad de uso del suelo es vital para evitar procesos de degradación como la erosión o compactación.

6.2.7. Geografía de Tona, Santander

Tona es un municipio que forma parte de la región andina colombiana, caracterizado por un relieve montañoso, quebradas profundas y presencia de páramos. Limita con los municipios de Vetás, Suratá, Charta, Piedecuesta y Bucaramanga. Su ubicación estratégica,

en la cuenca alta del río Suratá, le confiere una importancia ecológica clave, ya que alimenta fuentes de agua que abastecen a la ciudad de Bucaramanga (DANE, 2021).

El territorio de Tona presenta altitudes que van desde los 2.000 hasta los 3.400 metros sobre el nivel del mar, lo que determina su clima frío húmedo, con temperaturas promedio entre 10 y 16 °C y lluvias que superan los 1.200 mm anuales. Este clima permite el desarrollo de ecosistemas de alta montaña, como los bosques andinos y páramos, hábitats de gran biodiversidad.

En términos socioeconómicos, Tona es un municipio predominantemente rural, con una economía basada en la agricultura, la ganadería y actividades silvopastoriles. Las condiciones geográficas, sin embargo, imponen retos en cuanto a acceso, transporte, y vulnerabilidad ante fenómenos naturales como deslizamientos e inundaciones. La geografía de Tona también representa una oportunidad para promover el ecoturismo y la conservación ambiental.

6.2.8. Distribución de las Veredas de Tona

El municipio de Tona está dividido administrativamente en veredas, las cuales representan unidades básicas para la organización territorial, planificación rural y prestación de servicios. Estas veredas tienen características particulares en términos de altitud, clima, acceso y vocación productiva.

6.2.8.1. Veredas específicas

6.2.8.1.1. Arnanía

Se encuentra en una zona de alta montaña, con acceso limitado. Su economía se basa en cultivos de subsistencia como la papa y en pequeñas huertas familiares. Tiene una cobertura vegetal que combina bosques nativos y pastizales.

6.2.8.1.2. Vegas

Presenta una altitud intermedia y mejores vías de acceso. Sus suelos son aptos para cultivos y ganadería, aunque se observa presión sobre zonas boscosas. Es una vereda con alto potencial para la implementación de prácticas agroecológicas.

6.2.8.1.3. El Quemado

De relieve accidentado, sufre procesos de erosión debido al mal manejo del suelo y la tala de vegetación. Se requiere intervención urgente en conservación de suelos y educación ambiental.

6.2.8.1.4. El Palmar

Cuenta con ecosistemas de transición entre bosque andino y páramo. Las actividades agrícolas deben compatibilizarse con la conservación. Se están explorando cultivos alternativos como frutales andinos.

6.2.8.1.5. Alizal

Esta vereda combina tradición agrícola con presencia de fuentes hídricas importantes. Su vocación productiva incluye cultivos de clima frío y potencial para el turismo rural.

Estas veredas constituyen nodos fundamentales para el desarrollo rural en Tona. Su análisis individual permite focalizar intervenciones en infraestructura, educación rural, manejo de recursos naturales y fortalecimiento de organizaciones campesinas.

6.3. Marco Legal

Este proyecto se sustenta en la normativa territorial y ambiental colombiana. En particular:

6.3.1. Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) de Tona – Año 2000.

El Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) de Tona, adoptado mediante el Acuerdo Municipal No. 08 de 2000, constituye el instrumento técnico y normativo mediante el cual el municipio organiza y regula el uso, ocupación y transformación de su territorio. Su importancia radica en que es un plan que considera no solo los aspectos físicos del municipio (como la topografía, el clima, los suelos y los cuerpos de agua), sino también los factores sociales, económicos, culturales y ambientales que influyen en el desarrollo del territorio.

Tona, ubicado en el departamento de Santander, posee una fuerte vocación agrícola debido a sus condiciones edafoclimáticas, y cuenta con ecosistemas estratégicos como el Páramo de Santurbán, considerado una de las fuentes hídricas más importantes del nororiente colombiano. En este sentido, el EOT identifica y delimita las zonas agrícolas, ganaderas,

forestales, de conservación ambiental y de expansión urbana, procurando un equilibrio entre desarrollo productivo y sostenibilidad ambiental.

El documento reconoce el papel del campesinado y de las comunidades rurales como actores fundamentales en la planificación territorial, y propone una estructura ecológica municipal que articula áreas protegidas, corredores biológicos y zonas de recarga hídrica. También establece criterios para el manejo de riesgos naturales, la protección de fuentes hídricas y la recuperación de suelos degradados.

Adicionalmente, el EOT de Tona incluye lineamientos sobre infraestructura vial, servicios públicos, equipamientos urbanos y ordenamiento de asentamientos humanos, lo cual lo convierte en una herramienta clave para la gestión municipal. En la actualidad, aunque su adopción se realizó en el año 2000, se reconoce la necesidad de actualizarlo conforme a los cambios normativos nacionales y las transformaciones territoriales del municipio. Sin embargo, su contenido sigue siendo la base jurídica para las decisiones sobre el uso del suelo en Tona.

6.3.2. Decreto 044 de 2025 – Delimitación y uso sostenible del páramo.

El Decreto 044 de 2025 es una norma expedida por el Gobierno Nacional con el fin de reglamentar la delimitación y el uso sostenible de los ecosistemas de páramo en Colombia, en cumplimiento de mandatos constitucionales y decisiones judiciales que buscan proteger estos ecosistemas estratégicos. Su contenido se fundamenta en el principio de precaución y en el enfoque ecosistémico, y establece criterios técnicos, sociales y ecológicos para definir

los límites geográficos de los páramos, así como las actividades permitidas y prohibidas en sus áreas de influencia.

En el caso de Tona, esta norma tiene especial relevancia porque el municipio alberga una porción significativa del Páramo de Santurbán, uno de los más importantes del país en términos de provisión hídrica y biodiversidad. El Decreto establece que en las zonas delimitadas como páramo se prohíben actividades extractivas (como la minería y la explotación de hidrocarburos), la agricultura extensiva, la ganadería intensiva y las plantaciones forestales comerciales. Solo se permiten actividades compatibles con la conservación, como el ecoturismo, la restauración ecológica y la agricultura de bajo impacto, siempre que se realicen bajo criterios de sostenibilidad.

Uno de los aportes clave del Decreto 044 de 2025 es que promueve la participación de las comunidades campesinas que habitan en el páramo, reconociendo sus derechos y promoviendo alternativas productivas sostenibles como la agroecología, el pago por servicios ambientales y los acuerdos de conservación. Asimismo, exige a las autoridades ambientales y municipales articularse para implementar planes de manejo ambiental y estrategias de gobernanza territorial que aseguren la conservación de estos ecosistemas.

Este decreto también establece un marco de coordinación interinstitucional entre el Ministerio de Ambiente, las Corporaciones Autónomas Regionales y los entes territoriales, lo que obliga a municipios como Tona a ajustar su planificación territorial, en especial el EOT, para incorporar las restricciones y oportunidades derivadas de la delimitación del

páramo. En resumen, el Decreto 044 representa un avance en la consolidación de un marco legal fuerte para la protección de los páramos colombianos y en la definición de su relación con el ordenamiento del suelo rural.

6.3.3. Ley 99 de 1993 – Creación del Ministerio de Ambiente y marco del Sistema Nacional Ambiental (SINA).

La Ley 99 de 1993 constituye un hito fundamental en la evolución de la legislación ambiental colombiana. Con esta ley se creó el entonces Ministerio del Medio Ambiente (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) y se estableció el Sistema Nacional Ambiental (SINA), una estructura institucional que articula el nivel nacional, regional y local en materia de gestión ambiental. Su objetivo principal es garantizar el desarrollo sostenible mediante la protección del patrimonio natural, la gestión adecuada de los recursos y la participación ciudadana.

Uno de los aportes más importantes de esta ley es el reconocimiento de que el medio ambiente es un bien de uso público que debe ser protegido por el Estado y la sociedad. Introduce principios esenciales como el principio de precaución, el principio de quien contamina paga, la responsabilidad ambiental, y la participación activa de la comunidad en la toma de decisiones relacionadas con el ambiente. También obliga a que todos los proyectos, obras o actividades susceptibles de causar daño ambiental estén sometidos a licenciamiento ambiental, evaluación de impacto ambiental y seguimiento.

En relación con el uso del suelo y la planificación territorial, la Ley 99 obliga a incorporar criterios ambientales en los planes de ordenamiento territorial. Así, el componente ambiental de los EOT y POT debe estar articulado con los planes de manejo de cuencas, las áreas protegidas, y las políticas de conservación de la biodiversidad y el recurso hídrico.

En el caso de municipios como Tona, esta ley otorga competencias claras a las autoridades ambientales regionales (en este caso, la CDMB - Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga) y a las autoridades municipales para proteger los ecosistemas estratégicos como el páramo, regular el uso del suelo rural y promover la educación ambiental. La Ley también permite a los municipios establecer reservas forestales municipales, definir áreas de conservación y promover incentivos económicos como los pagos por servicios ambientales.

En resumen, la Ley 99 de 1993 sentó las bases de un modelo de gestión ambiental participativo, descentralizado y preventivo, que sigue siendo el fundamento de la política ambiental en Colombia. Su implementación adecuada es clave para armonizar el desarrollo económico con la sostenibilidad ecológica, especialmente en territorios con alta riqueza ambiental como Tona.

6.3.4. Ley 388 de 1997 – Ordenamiento Territorial y Gestión del Suelo Urbano y Rural.

La Ley 388 de 1997 es la principal norma que regula el ordenamiento territorial en Colombia. Esta ley define el ordenamiento territorial como una función pública que tiene

como fin armonizar los intereses sociales, económicos, culturales y ambientales sobre el territorio, promoviendo un desarrollo equilibrado, inclusivo y ambientalmente sostenible. Es un instrumento clave para la gestión del uso del suelo, la localización de las actividades productivas, la planificación del crecimiento urbano y rural, y la conservación de los recursos naturales.

La Ley 388 establece la obligación para los municipios de adoptar instrumentos de planificación territorial como los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT) y Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT), según su categoría y población. Tona, como municipio de categoría 6, adoptó su EOT en cumplimiento de esta ley, que sigue vigente como soporte normativo de la planeación local.

Uno de los ejes de la ley es la función social y ecológica de la propiedad, lo que significa que el derecho de propiedad sobre la tierra está condicionado al cumplimiento de normas que aseguren el uso adecuado y racional del suelo. La ley también introduce mecanismos como el reparto equitativo de cargas y beneficios del desarrollo urbano, la regulación de usos del suelo, la reserva de suelos para proyectos de interés público, y la protección de áreas de valor ambiental o patrimonial.

Para Tona, esta ley permite al municipio regular de manera diferenciada las zonas urbanas, rurales, de expansión o de conservación, estableciendo normas específicas para cada tipo de suelo. Además, la Ley 388 promueve la participación ciudadana en la elaboración y

seguimiento de los planes de ordenamiento, garantizando que las decisiones sobre el territorio reflejen las necesidades y aspiraciones de la comunidad.

También es importante destacar que esta norma promueve la articulación entre el ordenamiento territorial y la gestión ambiental, exigiendo que el componente ambiental de los POT/EOT esté alineado con los planes de manejo de las cuencas hidrográficas, las áreas de conservación ambiental y las políticas nacionales de desarrollo sostenible.

En consecuencia, la Ley 388 de 1997 es la piedra angular sobre la cual se estructura la organización espacial y funcional del territorio colombiano, con implicaciones directas en el manejo del suelo rural, la protección ambiental y la planificación a largo plazo del desarrollo local, como ocurre en el municipio de Tona.

6.3.5. Decreto 3600 de 2007 y Ley 507 de 1999 – Uso del Suelo Rural y Clasificación Agrológica.

El Decreto 3600 de 2007, reglamentario de la Ley 388 de 1997, fue expedido con el fin de establecer criterios específicos para la localización y desarrollo de actividades en el suelo rural, así como para regular las zonas de expansión urbana y las áreas con vocación agrícola. Este decreto es especialmente importante para municipios como Tona, donde predomina el suelo rural y existen múltiples tensiones entre el uso agrícola, la conservación ambiental y la presión por urbanización informal.

El decreto establece que el suelo rural debe destinarse prioritariamente a actividades relacionadas con la producción agropecuaria, forestal, ecológica, cultural o turística, siempre que estas sean compatibles con el uso sostenible del territorio. Uno de los elementos clave es la prohibición de desarrollar urbanizaciones cerradas, parcelaciones turísticas u otros usos urbanos no compatibles, salvo en los casos en que haya autorización expresa dentro del marco del ordenamiento territorial.

Además, el Decreto 3600 establece que los municipios deben incorporar en sus POT/EOT zonas de protección agropecuaria, que son aquellas con alta o media capacidad agrológica. Estas zonas deben ser conservadas para la producción de alimentos, prohibiendo su transformación en áreas de expansión urbana o su uso para fines no agropecuarios, salvo autorización justificada.

Por su parte, la Ley 507 de 1999 complementa este marco al establecer las bases para la clasificación agrológica de los suelos en Colombia. Esta clasificación técnica permite identificar el uso más adecuado del suelo según su fertilidad, pendiente, textura, capacidad de retención de agua y otros factores edáficos. De esta forma, se pueden orientar las políticas públicas hacia un uso racional del recurso, evitar la degradación del suelo y promover su conservación a largo plazo.

En el contexto de Tona, la aplicación de estas normas implica la identificación de zonas agrícolas de alto valor productivo que deben ser protegidas de presiones urbanas o extractivas. También implica fortalecer la asistencia técnica y el acceso a tecnologías

sostenibles por parte de los pequeños productores rurales, para garantizar que el uso del suelo sea coherente con su capacidad productiva y con los objetivos ambientales.

Ambas normas obligan a los municipios a tomar decisiones basadas en criterios técnicos y ambientales, y no únicamente económicos o políticos. Así, fortalecen la planificación territorial con base en evidencia y reducen el riesgo de deterioro de los suelos, pérdida de seguridad alimentaria y conflictos socioambientales. En suma, el Decreto 3600 y la Ley 507 son herramientas indispensables para la protección del suelo rural en municipios como Tona.

6.3.6. Decreto 2811 de 1974 – Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

El Decreto 2811 de 1974, conocido como el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables, es una de las normas ambientales más antiguas y de mayor alcance en Colombia. Aunque fue expedido hace más de cuatro décadas, gran parte de su contenido sigue vigente y continúa siendo un referente legal para la gestión del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales.

Este decreto define al medio ambiente como patrimonio común de la Nación y establece el deber del Estado y de la ciudadanía de protegerlo. Su articulado regula el uso, manejo, aprovechamiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables, incluyendo el agua, el suelo, los bosques, la fauna, la flora y el paisaje. Se trata, por tanto, de

una norma integral que reconoce la interdependencia de los distintos ecosistemas y su relación directa con el bienestar humano.

En relación con el uso del suelo, el Decreto 2811 señala que debe utilizarse conforme a su vocación natural y de acuerdo con su capacidad de uso, con el fin de evitar su erosión, contaminación o deterioro. Para ello, se contempla la zonificación ecológica y la aplicación de normas técnicas que orienten la explotación racional del recurso. El suelo, como componente fundamental del territorio, debe ser protegido especialmente en zonas de ladera, páramos, nacimientos de agua y áreas de recarga hídrica.

En municipios como Tona, donde existen zonas de pendiente fuerte, coberturas boscosas protectoras y ecosistemas de páramo, este código proporciona el respaldo normativo para restringir ciertas actividades económicas y promover otras más sostenibles. Por ejemplo, permite establecer zonas de reserva forestal protectora, prohibir el cambio de uso del suelo en áreas frágiles, e imponer medidas de recuperación cuando se identifiquen procesos de degradación o erosión.

Otro aspecto relevante del Decreto 2811 es que permite la imposición de sanciones administrativas en caso de uso indebido de los recursos naturales, y reconoce la posibilidad de que las autoridades ambientales ejerzan control preventivo. Asimismo, promueve la educación ambiental como estrategia para sensibilizar a la población sobre la importancia de cuidar el entorno natural.

En conclusión, el Decreto 2811 de 1974 sigue siendo una herramienta clave para la planificación ambiental y territorial, proporcionando criterios de manejo sustentable del suelo y sirviendo de base para muchas otras normas posteriores.

6.3.7. Normativa Local de Tona. – Acuerdo Municipal No. 08 de 2000 y Plan de Gestión Ambiental Municipal (PGAM).

A nivel local, el municipio de Tona ha adoptado normativas específicas que orientan el desarrollo de su territorio con base en principios de sostenibilidad y protección ambiental. Entre estas normas se destacan el Acuerdo Municipal No. 08 de 2000, mediante el cual se adopta el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT), y el Plan de Gestión Ambiental Municipal (PGAM), como instrumento complementario de gestión ambiental local.

El Acuerdo No. 08 de 2000 formaliza la aplicación del EOT como documento rector del ordenamiento territorial, estableciendo zonas de uso agrícola, forestal, de conservación ambiental, y de expansión urbana. También delimita las áreas con riesgo geológico o de inundación, y propone medidas de mitigación frente a amenazas naturales. El acuerdo reconoce explícitamente la existencia del Páramo de Santurbán dentro de la jurisdicción municipal y plantea su protección mediante usos compatibles y restricciones de actividades.

Por su parte, el PGAM es una herramienta de planeación que articula las políticas municipales con los objetivos ambientales regionales y nacionales. En él se plantean programas y proyectos enfocados en la conservación de cuencas hidrográficas, la

reforestación de zonas erosionadas, el manejo adecuado de residuos sólidos, la educación ambiental y la protección de la biodiversidad local.

Una de las fortalezas de la normativa local es que promueve la participación comunitaria en la toma de decisiones, mediante mecanismos como los comités ambientales rurales, las veedurías ciudadanas, y la concertación con juntas de acción comunal. Esto facilita la implementación efectiva de las políticas ambientales y fortalece el sentido de corresponsabilidad de la población frente al uso del suelo.

El municipio también ha avanzado en procesos de delimitación de áreas estratégicas, como zonas de recarga hídrica, nacimientos de quebradas, rondas hídricas y bosques protectores, las cuales han sido integradas a los instrumentos de planificación. Además, el EOT incluye un componente normativo que regula la construcción, subdivisión predial y ubicación de nuevas viviendas, con el fin de evitar la expansión desordenada y preservar el suelo agrícola.

En síntesis, la normativa local de Tona constituye un ejemplo de cómo los municipios pueden ejercer su autonomía para regular el uso del suelo y promover un desarrollo ambientalmente sostenible. Su integración con las normas nacionales y regionales es fundamental para enfrentar desafíos como la presión sobre el páramo, el cambio climático y la degradación de los recursos naturales.

6.4. Marco Ambiental

El municipio de Tona se ubica en una zona de alta sensibilidad ambiental por su relación directa con ecosistemas de páramo y bosque montano. Estas áreas cumplen funciones vitales como la regulación hídrica, captura de carbono y hábitat de especies endémicas (Ordoñez, 2007).

La caracterización agrícola propuesta en este proyecto no interfiere con los ecosistemas, sino que busca aportar información útil para su conservación y manejo adecuado. De hecho, la identificación de cultivos y el análisis del uso del suelo en las veredas estudiadas pueden servir como base para delimitar zonas de exclusión agrícola y diseñar estrategias productivas sostenibles.

Se adopta, por tanto, un enfoque de desarrollo rural sostenible, que prioriza el respeto por los ecosistemas, el uso responsable del suelo y el bienestar de las comunidades locales.

6.4.1. Clasificación de cultivos según el EOT de Tona (2002)

El Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) de Tona clasifica los cultivos con base en la vocación agroecológica del suelo, la disponibilidad hídrica y las condiciones climáticas propias del territorio. Esta clasificación permite definir zonas de manejo agrícola diferenciado y orientar el uso sostenible del suelo rural.

6.4.1.1. Zonas agrícolas prioritarias

El EOT identifica áreas con alta aptitud agroproductiva, donde se promueve la siembra de cultivos tradicionales como:

Papa, cebolla y hortalizas de clima frío, en zonas de ladera media y alta, con suelos fértiles y buena disponibilidad de agua.

Frutas de clima templado, como durazno, mora, y tomate de árbol, especialmente en áreas con acceso a riego y pendientes moderadas.

6.4.1.2. Zonas de uso restringido

Se determinan áreas donde la producción agrícola debe limitarse o adaptarse por motivos de protección ambiental:

En suelos con alta pendiente o riesgo de erosión, se recomienda agricultura de conservación, agroforestería y rotación de cultivos.

En zonas de páramo o cercanas a fuentes hídricas, se restringe la agricultura intensiva y se promueven prácticas agroecológicas de bajo impacto.

Criterios técnicos para clasificación se apoya en Estudios de capacidad de uso del suelo, Identificación de áreas con vocación forestal, agrícola o de conservación., Evaluación de condiciones ambientales como clima, altitud, pendiente y disponibilidad de agua.

7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología adoptada para el desarrollo del proyecto “Estrategias para caracterización de cultivos en las veredas Arnanía, Vegas, El Quemado, El Palmar y Alizal, de Tona, Santander, como aporte a la gestión territorial” se fundamenta en un enfoque mixto de investigación, que integra técnicas exploratorias, descriptivas y correlacionales, permitiendo abordar de manera amplia y detallada la realidad agrícola del territorio. Se articula un enfoque cuantitativo y cualitativo, lo que posibilita tanto el análisis estadístico de variables como la interpretación contextual de las dinámicas del uso del suelo y la producción agrícola.

El enfoque cualitativo incluye observación directa, registro fotográfico y análisis documental, con el fin de comprender las percepciones, conocimientos tradicionales y condiciones sociales asociadas a las prácticas agrícolas. En paralelo, el enfoque cuantitativo se apoya en la recolección de datos estructurados, georreferenciación, mediciones técnicas y análisis espacial.

De forma transversal, se integran herramientas tecnológicas avanzadas como:

Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el análisis espacial y la representación cartográfica del uso del suelo, condiciones topográficas, coberturas y distribución de cultivos.

Técnicas de análisis e interpretación SIG, que permitieron establecer correlaciones entre variables geográficas y agrícolas, facilitando una lectura integral del territorio.

Procesamiento de información de campo, con GPS, registros topográficos, cédulas de cultivo y caracterización directa en sitio.

El desarrollo metodológico se estructura en tres fases principales:

7.1. Fase 1: Recopilación de información secundaria

Incluye la revisión de documentos técnicos, normativos y académicos, así como la obtención de información cartográfica, ortofotos e imágenes satelitales. Se analiza el EOT de Tona y bases de datos del IGAC, IDEAM y otras entidades.

7.2. Fase 2: Trabajo de campo y aplicación de SIG

Se realiza la verificación en sitio de las condiciones reales del territorio, mediante recorridos por las veredas, aplicación de entrevistas, encuestas y levantamientos fotográficos.

7.3. Fase 3: Análisis y resultados

Se integran los datos obtenidos en las fases anteriores, aplicando técnicas de análisis espacial, estadístico y cualitativo. Se genera una caracterización detallada de los cultivos presentes en cada vereda, sus condiciones agroecológicas, nivel de intervención, distribución territorial y potencial de mejora. A partir de ello, se formulan estrategias técnicas y territoriales orientadas a fortalecer la gestión del suelo rural y la planificación agrícola del municipio.

8. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

El desarrollo del presente proyecto se realizó en 3 fases que permitieron cumplir los objetivos propuestos. En cada fase se integraron componentes técnicos y de análisis utilizando herramientas de topografía, sistemas de información geográfica (SIG) para esto se desarrolló de la siguiente manera:

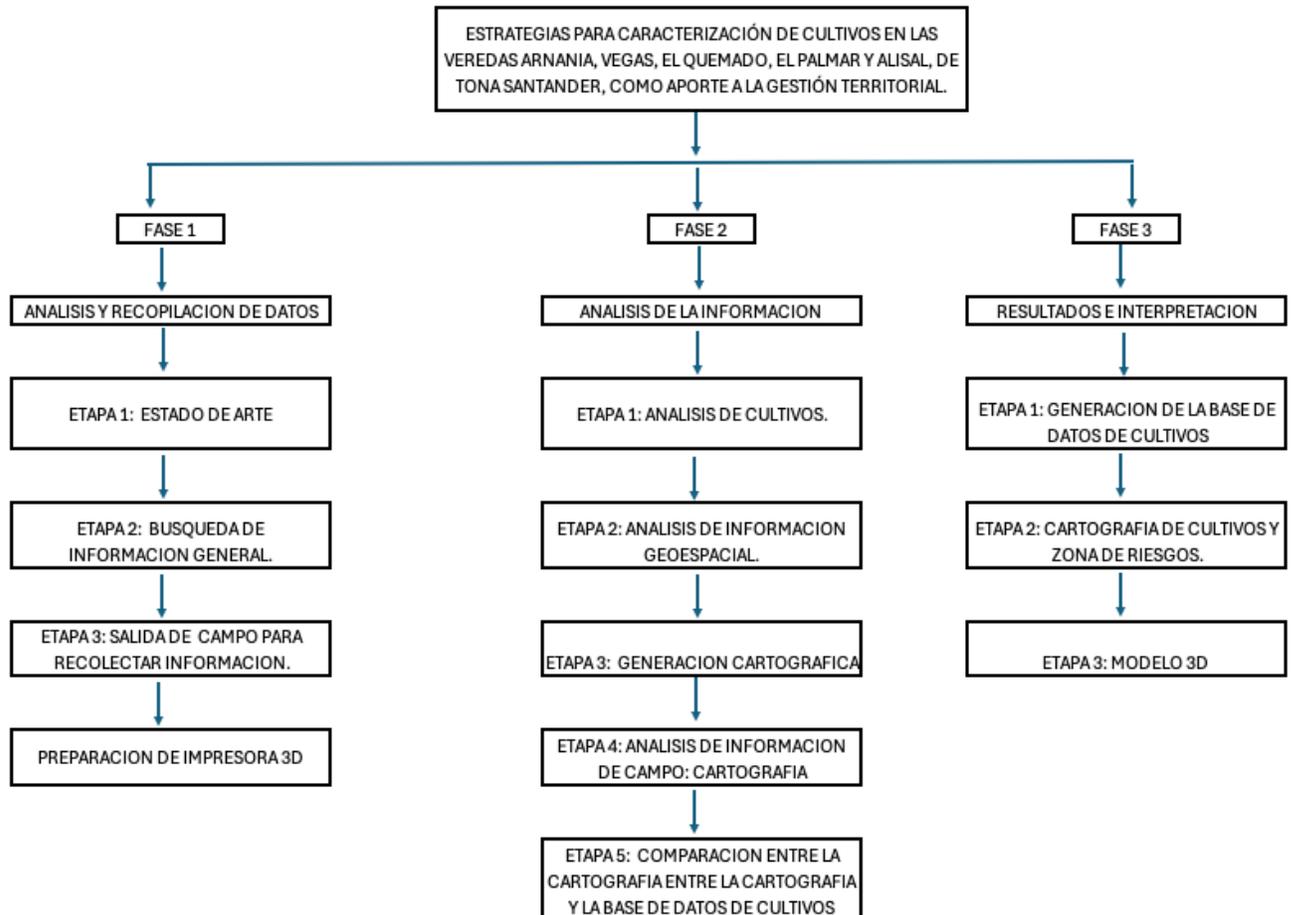


Ilustración 1, Fases de Investigación

8.1. FASE 1: ANALISIS Y RECOPIACION DE DATOS.

8.1.1. RECOLECCION Y ANALISIS DE INFORMACION.

En la primera fase del proyecto se dividió en 3 etapas principales donde se exponen componentes teóricos, conceptuales y prácticos, necesarios para la realización del proceso de caracterización de cultivos de algunas veredas del municipio de Tona Santander.

8.1.2. ETAPA 1: CONSTRUCCIÓN DEL ESTADO DE ARTE

En esta primera etapa se realizó una investigación documental de 10 proyectos y artículos relacionados con la caracterización de cultivos, uso del suelo, implementación de sistemas de información geográficos (SIG) y planificación territorial.

Se estructuró un cuadro comparativo el cual lleva: el título del estudio, los autores, la referencia bibliográfica y la relación que existe en el proyecto.

Las fuentes analizadas incluyeron trabajos a nivel municipal, departamental y nacional, lo que permite comprender como se está abordando la recopilación y el uso de datos agrícolas en diferentes escalas territoriales.

8.1.3. ETAPA 2: BUSQUEDA DE INFORMACION GENERAL.

La segunda etapa de la fase uno es relacionada en la recopilación de información conceptual, normativa, técnica y geoespacial necesaria para sustentar el análisis y caracterización de cultivos en algunas veredas del municipio de Tona Santander. Esta etapa permitió fortalecer los fundamentos de estudio e insumos bases para el análisis.

Durante esta etapa se investigaron los principales conceptos técnicos y teóricos relacionados con:

Caracterización de cultivos, sistemas de información geográfico SIG, Gestión territorial y uso de suelo, conservación del ecosistema paramos.

Se consultaron artículos científicos en bases de datos académicas (Redalyc, Scielo, Google Scholar), trabajos de grado, tesis universitarias, manuales técnicos y documentos institucionales como el EOT de Tona, lineamientos de la UPRA, y la normativa ambiental y territorial colombiana (Ley 388 de 1997, Decreto 044 de 2025, Ley 99 de 1993).

Este proceso permitió construir el marco conceptual y legal del proyecto, identificar enfoques metodológicos y establecer criterios técnicos para el análisis del territorio agrícola.

8.1.3.1. DESCARGA DE IMÁGENES GEOESPACIALES

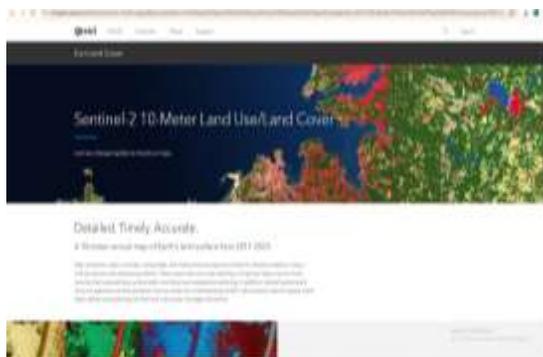


Ilustración 2, Descarga de imágenes sentinel

Se llevó a cabo la búsqueda, descarga y organización de insumos geográficos fundamentales para el desarrollo cartográfico del proyecto. Entre ellos se destacan:

Imágenes satelitales Sentinel-2 (descargadas desde la plataforma, ESRI LAND que permitieron observar coberturas vegetales y estructuras agrícolas de las veredas.

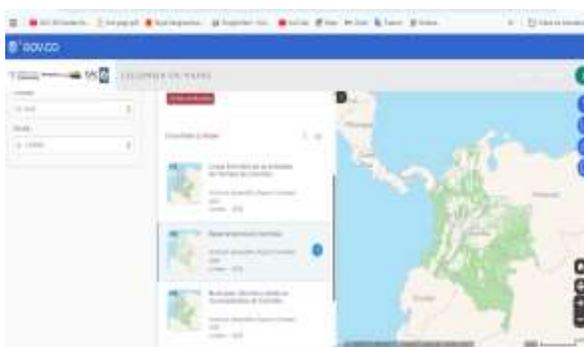


Ilustración 3, Descarga de datos Colombia en mapas (Igac).

Cartografía de Colombia en mapas, base oficial del IGAC, incluyendo límites verdales, Suelos, curvas de nivel y red hídrica, Departamentos, Municipios, veredas, descargada en formato GDB y shapefile para su posterior uso en SIG.

8.1.4. ETAPA 3: SALIDA DE CAMPO

Salida de campo – Municipio de Tona (2 de agosto de 2025)

El día 2 de agosto de 2025 se realizó una visita a la zona de estudio con el fin de adquirir datos para el análisis una salida de campo al municipio de Tona, visitando específicamente las veredas Vegas, El Palmar, Alizal, Arnanía y El Quemado. El recorrido se efectuó por carretera, registrando los cultivos presentes en cada vereda. Para ello se tomó registro fotográfico, se georreferenciaron los puntos mediante GPS y, con el uso de la herramienta Área, se estimó la extensión aproximada de cada cultivo.

Durante el recorrido se tuvo la oportunidad de dialogar con algunos habitantes, quienes informaron sobre las actividades agrícolas de cada vereda.

En cuanto a la producción agrícola, indicaron que el café es el cultivo predominante en las veredas El Quemado, El Palmar, Arnanía y Vegas, donde comúnmente se siembra bajo sombra de plantas de plátano. También se cultiva aguacate, principalmente de la variedad Hass.

Por su parte, en la vereda Alizal la actividad económica se centra más en la ganadería y lechería, debido a las condiciones de clima y relieve. Asimismo, se identificaron algunos cultivos de papa; sin embargo, según los habitantes, en la fecha (2 de agosto de 2025)

Pudimos observar que no había mucha producción, ya que la cosecha principal había finalizado.

Finalmente, se observó que las familias suelen ser numerosas, y que dentro de cada vereda es común encontrar varias viviendas de un mismo grupo familiar. En la mayoría de los hogares residen más de tres personas.

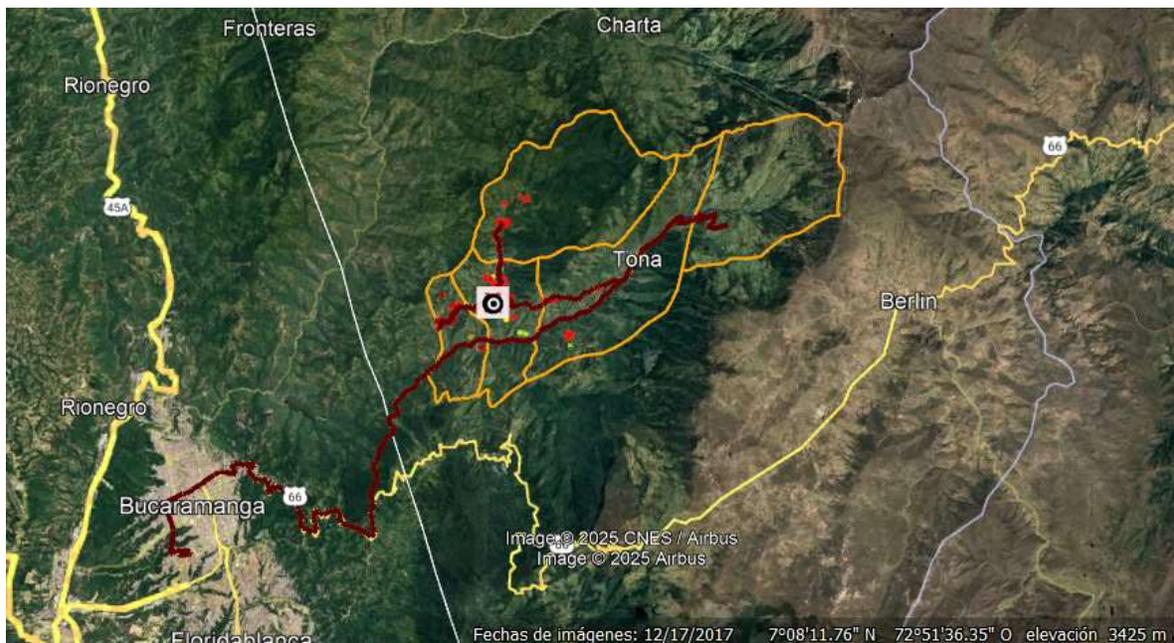


Ilustración 4, Imagen Google Earth de la zona de estudio.

8.1.4.1. Análisis del recorrido y levantamiento de información en campo

En la imagen se observa el área de estudio correspondiente a las veredas del municipio de Tona, Santander. El polígono de color rojo delimita las veredas incluidas dentro del proceso de levantamiento de información, mientras que la línea Vinotinto representa el track o ruta recorrida en campo, la cual fue georreferenciada mediante el uso de GPS.

El recorrido permitió cubrir la mayor parte del territorio delimitado, garantizando la representatividad espacial en la recolección de datos. Durante la salida de campo se tomaron registros de:

Coordenadas geográficas de los diferentes puntos visitados, Áreas de cultivo, calculadas un área aproximada con apoyo de herramientas de georreferenciación, registro fotográfico y descriptivo de las coberturas agrícolas predominantes, Este levantamiento de información posibilita la Caracterización agrícola de las veredas, identificando las áreas cultivadas y sus condiciones de localización.

8.1.4.2. RECORRIDO DE CAMPO TIPOS DE PAISAJES.

8.1.4.2.1. Vereda Vegas



Ilustración 5, Ubicación Vereda vegas.

Durante la visita de campo a la vereda Vegas del municipio de Tona, se pudo observar un paisaje montañoso con laderas de pendientes moderadas a fuertes, cubiertas principalmente por cultivos de café y plátano que se mezclan con zonas de vegetación natural. El entorno presenta un clima templado-húmedo, con cielos parcialmente despejados y nubosidad que favorece la producción agrícola, mientras que en el horizonte se distinguen montañas que conforman un relieve típico de la región andina. También se evidencian áreas

con cobertura boscosa que aportan al equilibrio ambiental y a la protección de nacimientos de agua, conformando un escenario donde la actividad agrícola y la riqueza natural se integran en un mismo territorio.

8.1.4.2.2. Vereda Arnania



Ilustración 6, Ubicación Veredas Arnania

En la vereda Arnania se pudo apreciar un paisaje montañoso con pendientes pronunciadas, abundante vegetación y cultivos dispersos, donde se combinan áreas de producción agrícola con zonas de bosque que resaltan la riqueza natural y el valor ambiental del territorio.

8.1.4.2.3. Vereda el Quemado



Ilustración 7, Ubicación Vereda El Quemado.

En la vereda El Quemado se aprecia un paisaje rodeado de montañas cubiertas de vegetación y zonas abiertas de pastizales, en medio del cual resalta una fuente hídrica que recorre el valle, aportando al equilibrio ambiental y a las actividades productivas de la comunidad.

8.1.4.2.4. Vereda el Palmar

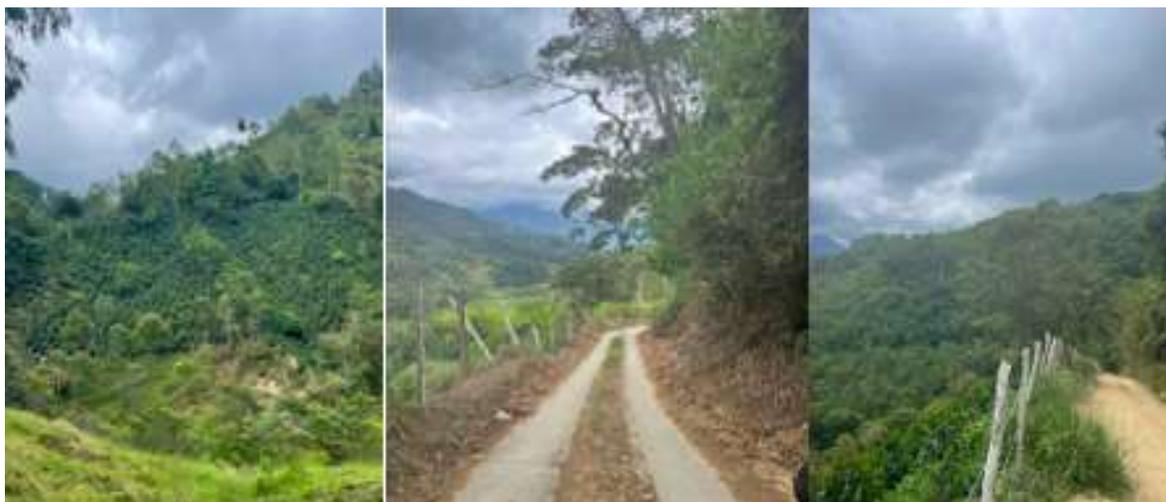


Ilustración 8, Ubicación Vereda El Palmar.

En la vereda El Palmar se observa un paisaje montañoso con pendientes cubiertas principalmente por cultivos de café, lo que refleja la vocación agrícola de la zona. La vía de acceso, aunque angosta y en algunos tramos sin pavimentar, conecta las parcelas productivas y evidencia la importancia de la movilidad rural para las actividades agrícolas y el transporte local. La vegetación circundante y las áreas boscosas aportan al equilibrio ambiental, mientras que el relieve inclinado resalta la necesidad de prácticas de conservación de suelos para garantizar la sostenibilidad productiva en el territorio.

8.1.4.2.5. Vereda el Alizal



Ilustración 9, Ubicación Vereda Alizal.

En la vereda Alizal se aprecia un paisaje de montaña donde predominan las actividades ganaderas, con potreros destinados al pastoreo de bovinos. Por la altura de la zona, también se observan cultivos de papa y otras siembras propias de climas fríos, lo que refleja la vocación agrícola de la región. Además, el territorio cuenta con la presencia de fuentes hídricas y un entorno natural que aporta al equilibrio ambiental y a la productividad de la comunidad.

8.1.4.3. TOMA DE DATOS EN CAMPO



Ilustración 10, Toma de datos en campo.

En la jornada de campo se realizó la toma de datos georreferenciados utilizando un dispositivo GPS Garmin, con el cual se registraron las coordenadas y la altitud del terreno. Este proceso consistió en ubicar puntos específicos en las parcelas agrícolas, como se observa en la imagen, donde se llevó a cabo el levantamiento de información en cultivos ubicados en zonas de ladera. La toma de datos permite obtener referencias precisas de localización y condiciones del área, fundamentales para el análisis espacial, la caracterización de los cultivos y la planificación territorial.

9. RESULTADOS

9.1. FASE 2: ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

9.1.1. ANÁLISIS DE CULTIVOS

CARACTERIZACION DE CULTIVOS								
VEREDA	CULTIVO	NORTE	ESTE	ALTURA	CLIMA	RELIEVE	COBERTURA	PENDIENTE
Arnania	Cítricos	1285794,189	1115088,586	1600	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Inclinado
Arnania	Café	1285773,000	1115097,000	1628	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Inclinado
Arnania	Maíz	1285832,800	1115222,600	1613	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Inclinado
Arnania	Café	1286083,034	1115134,356	1636	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Inclinado
Arnania	Café	1286099,900	1115318,900	1615	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Moderadamente Inclinado
Arnania	Café	1286152,100	1115591,400	1603	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Moderadamente Inclinado
Arnania	Café	1286355,500	1115724,100	1572	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Inclinado
Arnania	Café	1286426,503	1115707,384	1602	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Arnania	Café	1286586,305	1115623,622	1692	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado

Arnanía	Café	1286443,000	1115818,100	1585	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Arnanía	Café	1286481,177	1115881,709	1561	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Arnanía	Café	1286595,000	1115897,000	1605	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Arnanía	Café	1286715,357	1115689,622	1672	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Arnanía	Café	1287107,199	1115340,430	1840	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Arnanía	Café	1286680,297	1115912,731	1608	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Arnanía	Maíz	1286706,689	1116178,507	1622	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Arnanía	Frijol	1286488,870	1115800,382	1600	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Arnanía	Plátano	1286487,936	1115893,372	1600	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Arnanía	Aguacate	1285477,825	1116305,719	1401	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Arnanía	Aguacate	1285408,067	1116332,411	1357	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado

Alizal	Papa	1289451,389	1125337,357	2480	muy frio, húmedo y muy húmedo	filas, vigas, crestones y descarpes	vegetal	Moderadamente Inclinado
El Quemado	Café	1288978,641	1117454,806	1733	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Inclinado
El Quemado	Café	1289196,828	1117334,531	1788	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Inclinado
El Quemado	Plátano	1289266,267	1117413,713	1740	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Inclinado
El Quemado	Café	1289454,936	1117478,483	1749	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Inclinado
El Quemado	Café	1289457,699	1117506,103	1778	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Inclinado
El Quemado	Café	1289761,904	1117622,746	1764	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
El Quemado	Café	1289601,485	1117771,260	1786	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
El Quemado	Café	1289790,154	1117839,711	1788	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
El Quemado	Café	1290494,164	1117722,858	1860	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
El Quemado	Café	1290739,943	1118309,005	1821	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado

El Quemado	Maíz	1290626,226	1118571,985	1835	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
El Quemado	Aguacate	1289182,688	1117380,868	1767	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Vegas	Plátano	1286618,468	1116416,954	1600	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Suavemente inclinado
Vegas	Café	1286603,077	1116649,273	1680	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Vegas	Café	1286673,115	1116416,954	1680	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Suavemente inclinado
Vegas	Café	1287032,307	1117115,802	1680	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Moderadamente Inclinado
Vegas	Café	1286910,901	1117380,639	1680	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Inclinado
Vegas	Café	1287090,678	1117256,672	1680	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Inclinado
Vegas	Cítricos	1287090,678	1117256,672	1760	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Moderadamente Inclinado
Vegas	Maíz	1287061,435	1117770,103	1760	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Inclinado
Vegas	Café	1286977,533	1117897,149	1840	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado

Vegas	Café	1286683,154	1117853,236	1840	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Vegas	Maíz	1286150,943	1117709,559	1680	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Inclinado
Vegas	Café	1286196,089	1117987,000	1680	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Inclinado
Vegas	Maíz	1285595,012	1118222,034	1520	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Vegas	Aguacate	1285548,288	1118413,537	1600	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Vegas	Café	1286715,992	1118344,273	1840	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Inclinado
Vegas	Maíz	1286540,812	1118656,680	1920	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Vegas	Maíz	1286593,948	1118998,260	1920	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Vegas	Café	1287206,496	1117553,450	1760	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Moderadamente Inclinado
Vegas	Café	1287259,978	1117415,967	1680	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Inclinado
Vegas	Café	1287384,750	1117289,540	1680	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Inclinado

Vegas	Café	1287367,524	1117466,308	1680	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Moderadamente Inclinado
Vegas	Café	1287671,168	1117052,957	1760	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Inclinado
Vegas	Café	1287498,121	1117474,914	1680	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Inclinado
Vegas	Plátano	1287607,193	1117632,666	1760	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Inclinado
Vegas	Maíz	1287758,724	1116416,954	1680	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Vegas	Café	1288050,324	1117428,628	1680	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Moderadamente Inclinado
Vegas	Plátano	1288008,522	1117533,887	1680	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Moderadamente Inclinado
Vegas	Café	1288170,765	1117594,360	1680	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Moderadamente Inclinado
Vegas	Frijol	1288183,969	1117690,416	1680	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Moderadamente Inclinado
Palmar	Café	1286823,481	1119181,185	2000	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Palmar	Café	1286846,820	1119418,110	1920	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado

Palmar	Café	1286781,362	1119508,333	1920	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Palmar	Café	1285510,693	1120063,447	1840	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Palmar	Aguacate	1285113,059	1120096,573	2000	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Palmar	Cítricos	1285373,298	1121021,288	1840	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Palmar	Café	1285411,089	1121232,746	1760	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Fuertemente Inclinado
Palmar	Maíz	1287139,580	1121698,039	1760	medio, húmedo y muy húmedo	filas y vigas	vegetal	Moderadamente Inclinado
Palmar	Café	1287505,867	1121768,629	1760	medio, húmedo y muy húmedo	Glacís	vegetal	Inclinado

Tabla 2, Caracterización de cultivos.

9.1.1.1. RELACION ENTRE VEREDAS Y NUMEROS DE CULTIVOS.

VEREDAS	NUMERO DE CULTIVOS
Vegas	29
Armania	20
El Quemado	12
Palmar	9
Alizal	1
Total general	71

Tabla 3, Resultados de Cultivos.

NUMERO DE CULTIVOS

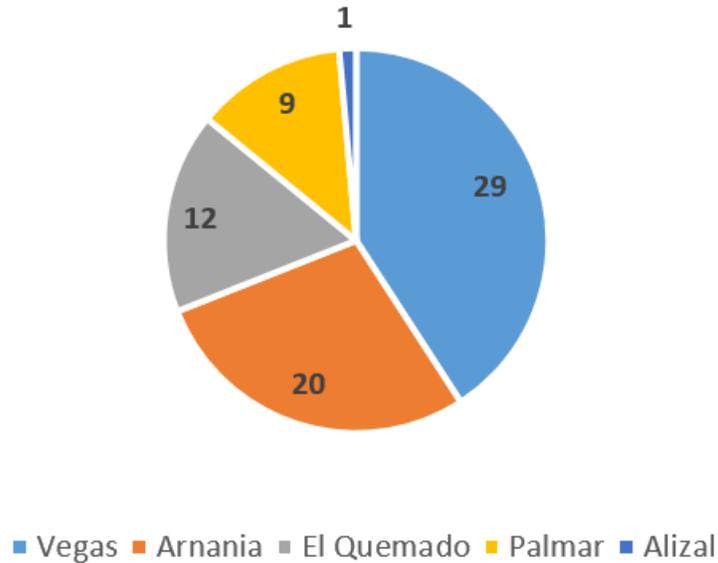


Ilustración 11, Grafica de distribución de cultivos.

La gráfica anterior muestra la distribución de cultivos por vereda, destacando que Vegas concentra la mayor actividad agrícola con 29 cultivos (41%), seguida por Arnanía con 20 cultivos (28%), lo que indica que ambas veredas son los principales centros de producción del municipio. El Quemado y Palmar presentan una participación intermedia, con 12 y 9 cultivos respectivamente. Por otro lado, Alizal refleja una actividad agrícola casi nula con solo 1 cultivo, lo cual podría estar relacionado con limitaciones geográficas, clima o uso del suelo.

9.1.1.2. RELACION ENTRE CLIMA Y CULTIVOS

Clima	Aguacate	Café	Cítricos	Frijol	Maíz	Papa	Platano	Total general
medio, humedo y muy humedo	5	45	3	2	10		5	70
muy frio, humedo y muy humedo						1		1
Total general	5	45	3	2	10	1	5	71

Ilustración 12, Relación de clima y cultivos.

La tabla presenta la relación entre tipos de clima y cultivos agrícolas en condiciones de “medio, húmedo y muy húmedo” y “muy frío, húmedo y muy húmedo”. Se observa que ambos climas permiten la producción de una variedad de cultivos como aguacate, café, cítricos, frijol, maíz, papa y plátano, aunque en diferentes proporciones. El clima medio, húmedo y muy húmedo parece ser más favorable para una mayor diversidad y cantidad de cultivos, lo que podría deberse a temperaturas más templadas que benefician especialmente al café, cítricos y plátano. En contraste, el clima muy frío limita más la producción, posiblemente favoreciendo cultivos resistentes como la papa y el frijol. Esta información es clave para orientar decisiones agrícolas según las condiciones climáticas predominantes.

9.1.1.3. RELACIÓN ENTRE LOS CULTIVOS Y LA ALTITUD

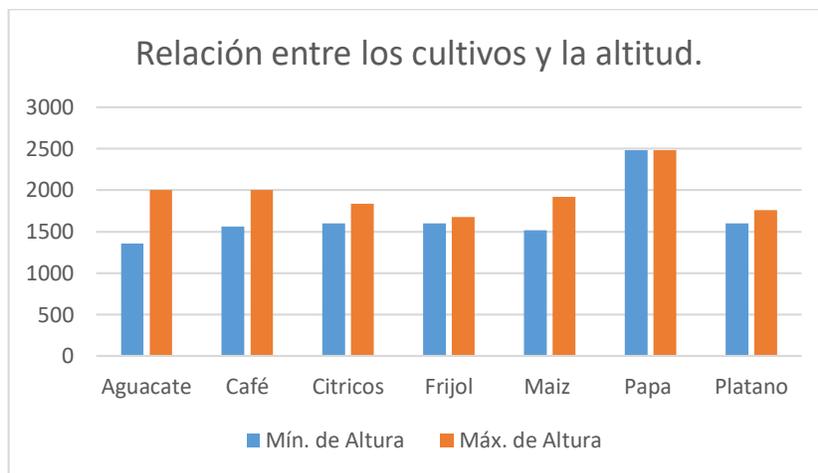


Ilustración 13, Relación de cultivos y altitud.

La gráfica muestra la altitud mínima y máxima en la que se cultivan diferentes productos agrícolas. Se observa que el café, la papa y el maíz tienen un rango de altitud más amplio, lo que indica su adaptabilidad a diversas zonas. La papa destaca por cultivarse a las mayores altitudes, mientras que el aguacate y el plátano se producen en zonas más bajas. Estos datos son útiles para planificar cultivos según la altura del terreno y optimizar la producción agrícola.

9.1.1.4. RELACION ENTRE PENDIENTES Y RELIEVE.

Pendientes	Relieve			
	filas y vigas	filas, vigas, crestones y descarpes	Glacís	Total general
Inclinado	21		1	22
Moderadamente Inclinado	11	1		12
Suavemente inclinado	2			2
Fuertemente Inclinado	35			35
Total general	69	1	1	71

Tabla 4, Relación de pendientes y relieve.

En la tabla se identifican 71 unidades de terreno clasificadas según su pendiente y el tipo de relieve. Predominan las pendientes fuertemente inclinadas, con 35 unidades (49%), todas asociadas a relieves de tipo "filas y vigas", lo cual sugiere un terreno abrupto, posiblemente montañoso o con fuerte erosión estructural.

Le sigue la categoría inclinada, con 22 unidades, de las cuales 21 también corresponden a "filas y vigas" y solo una a "Glacis", lo que evidencia la predominancia de relieves estructurales incluso en pendientes menos marcadas.

Las pendientes moderadamente inclinadas suman 12 unidades, repartidas entre "filas y vigas" (11 unidades) y una unidad en el relieve de "filas, vigas, crestones y descarpes", lo cual indica mayor variabilidad en el tipo de relieve.

Finalmente, las pendientes suavemente inclinadas son mínimas (2 unidades), y también se asocian exclusivamente a "filas y vigas".

En resumen, el relieve dominante es el de filas y vigas, presente en 69 de las 71 unidades analizadas (97%), lo que refleja una topografía alargada y disectada, con fuertes pendientes en gran parte del área, lo cual puede tener implicaciones en procesos erosivos y estabilidad del terreno.

Debido a las características geomorfológicas del área de estudio en el municipio de Toná, donde predominan formas de relieve asociadas a fuertes procesos erosivos, no es común encontrar terrenos intensamente cultivados, como podría suponerse. La inestabilidad del suelo y las condiciones del terreno limitan el desarrollo agrícola extensivo en esta zona.

9.1.2. ANALISIS DE INFORMACION GEOESPACIAL Y GENERACION DE CARTOGRAFIA.

9.1.2.1. MAPA DE PENDIENTE

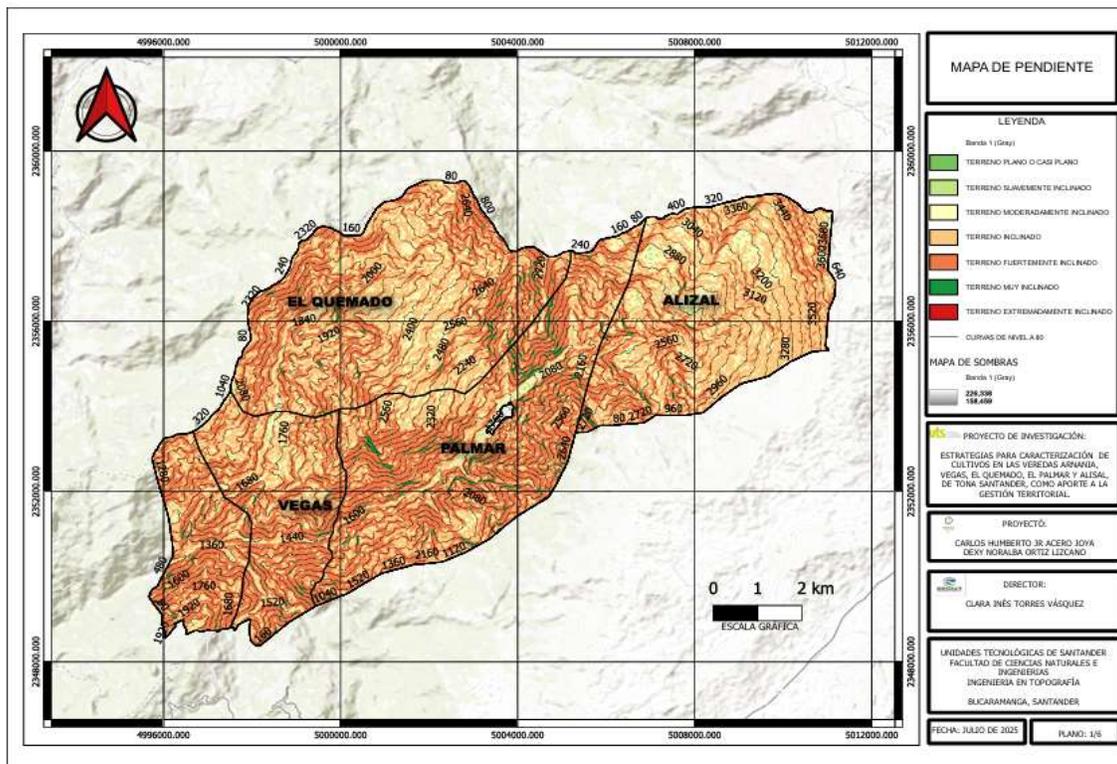


Ilustración 14, Mapa de pendiente.

Se contemplan siete clases de pendiente, desde “terreno plano o casi plano” hasta “terreno extremadamente inclinado”.

Terreno plano o casi plano (0°-2°)

Terreno suavemente inclinado (2°-6°)

Terreno moderadamente inclinado (6°-13°)

Terreno muy inclinado (13°-25°)

Terreno fuertemente inclinado (25°-45°)

Terreno muy inclinado (45° - 60°)

Terreno extremadamente inclinado ($> 60^{\circ}$)

Esto indica que la región presenta una topografía accidentada y de alta montaña, con escasa presencia de áreas planas. La ausencia casi total de colores verde o amarillo (pendientes suaves) confirma que el relieve no es apto para usos agropecuarios extensivos mecanizados.

9.1.2.1.1. Implicaciones para el uso del suelo

9.1.2.1.1.1. Agricultura

Las pendientes pronunciadas incrementan el riesgo de erosión y pérdida de suelo fértil. Solo es viable la agricultura en terrazas o cultivos adaptados a laderas.

9.1.2.1.1.2. Infraestructura

La construcción de vías, viviendas o redes de servicios requiere mayores costos y obras de estabilización.

9.1.2.1.1.3. Riesgos

La inclinación y la geología de montaña pueden favorecer procesos de remoción en masa (deslizamientos, flujos torrenciales) en temporadas de lluvia.

9.1.2.1.1.4. Cobertura vegetal

Mantener la cobertura boscosa y vegetación protectora es esencial para estabilizar el terreno y conservar fuentes hídricas.

9.1.2.2. MAPA DE COBERTURA VEGETAL

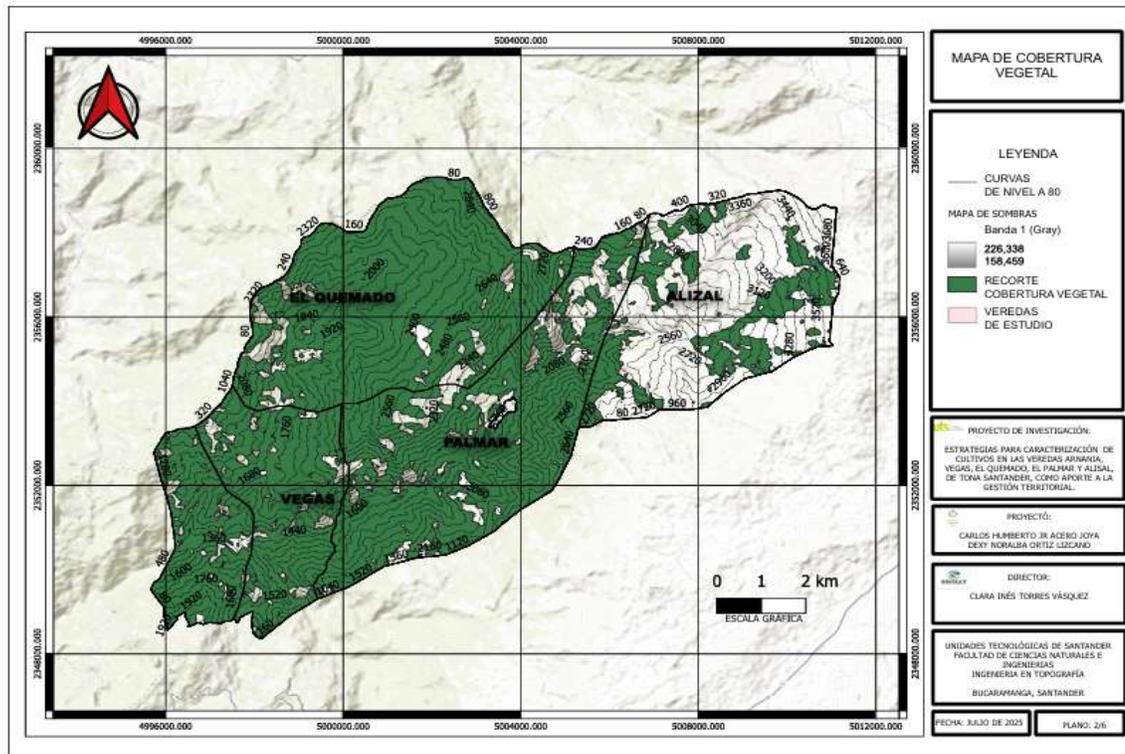


Ilustración 15, Mapa de cobertura vegetal.

Las áreas con más vegetación están representadas en color verde oscuro y se concentran principalmente en las veredas El Quemado, Palmar y Vegas. Estas zonas presentan pendientes suaves a moderadas, ya que las curvas están más separadas en algunos sectores, lo que favorece la cobertura vegetal.

Las zonas con menor vegetación (blanco) se ven más en la vereda Alizal, y en partes internas de El Quemado y Palmar. Aquí las curvas de nivel están más juntas, indicando pendientes fuertes, lo que puede dificultar la cobertura vegetal.

En las áreas montañosas (donde las curvas son muy cercanas entre sí), la pendiente es alta, por lo que la vegetación puede estar más dispersa o limitada por el relieve.

9.1.2.3. MAPA DE DRENAJE SENCILLO

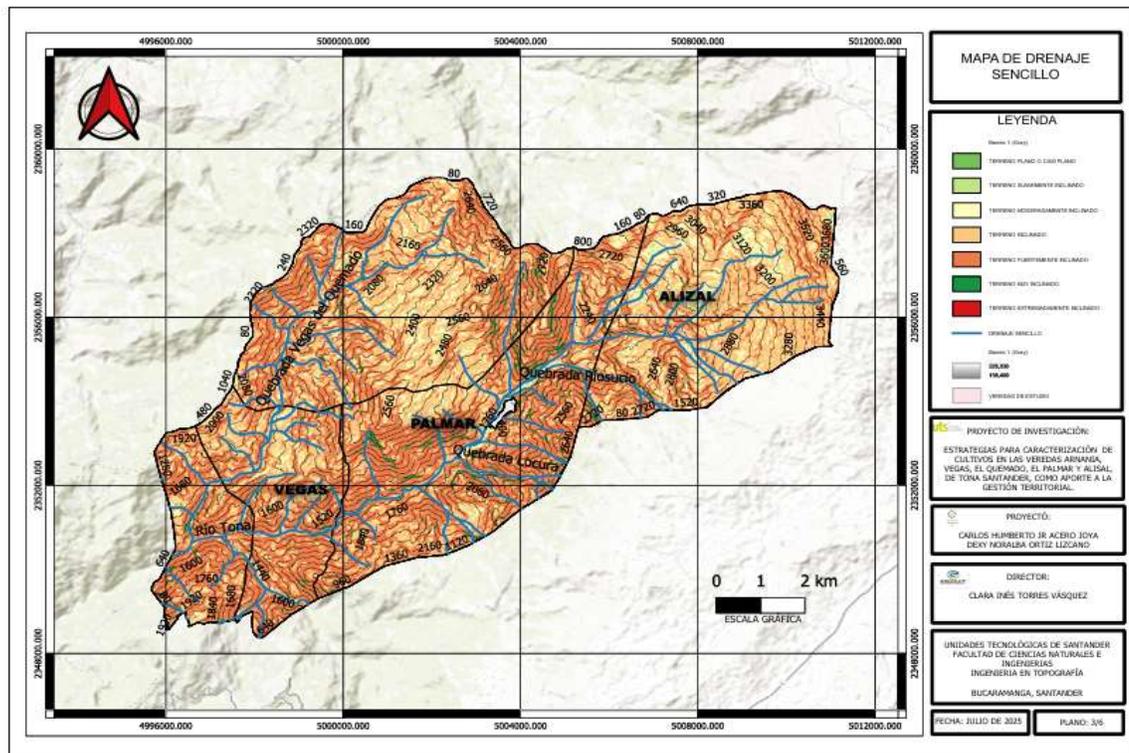


Ilustración 16, Mapa de drenaje sencillo.

En el territorio se destacan varios ríos y quebradas principales:

Río Tona: nace en la parte suroccidental, en la vereda Vegas, a una altura aproximada de 2.640 m s. n. m., y fluye hacia el sur-occidente.

Quebrada Locura: su nacimiento está en el centro-oriental de la vereda Palmar, cerca de los 2.520 m s. n. m., y desemboca hacia el Río Tona.

Quebrada Riosucio: nace en el sector oriental de la vereda Alizal, a unos 2.720 m s. n. m., y desciende hacia el occidente.

Afluentes secundarios: pequeñas quebradas que nacen en partes altas de El Quemado y Alizal (entre 2.640 y 2.800 m s. n. m.) y que alimentan las corrientes principales.

En general, los ríos y quebradas nacen en zonas altas con pendientes fuertes, lo que les da un cauce rápido y con bastante energía, mientras que en las zonas bajas (menos de 2.400 m s. n. m.) el flujo es más lento y permite mayor aprovechamiento agrícola.

En el mapa se identifican diferentes tipos de relieve y pendientes según la leyenda, Las zonas planas y de pendiente baja (verde claro y amarillo) son escasas, principalmente en vegas de ríos y quebradas como el Río Tona y la Quebrada Locura, donde el terreno es más estable y apto para cultivos.

Las áreas con pendiente moderada a fuerte (naranja y rojo) cubren la mayor parte del territorio, sobre todo en las veredas Palmar, Vegas y El Quemado, lo que limita el uso agrícola y favorece vegetación natural.

Las zonas muy escarpadas (rojo oscuro y marrón) están concentradas en las partes altas, especialmente en Alizal y el norte de El Quemado, donde las curvas de nivel son muy cerradas y hay mayor riesgo de erosión.

9.1.2.4. MAPA DE CLIMA

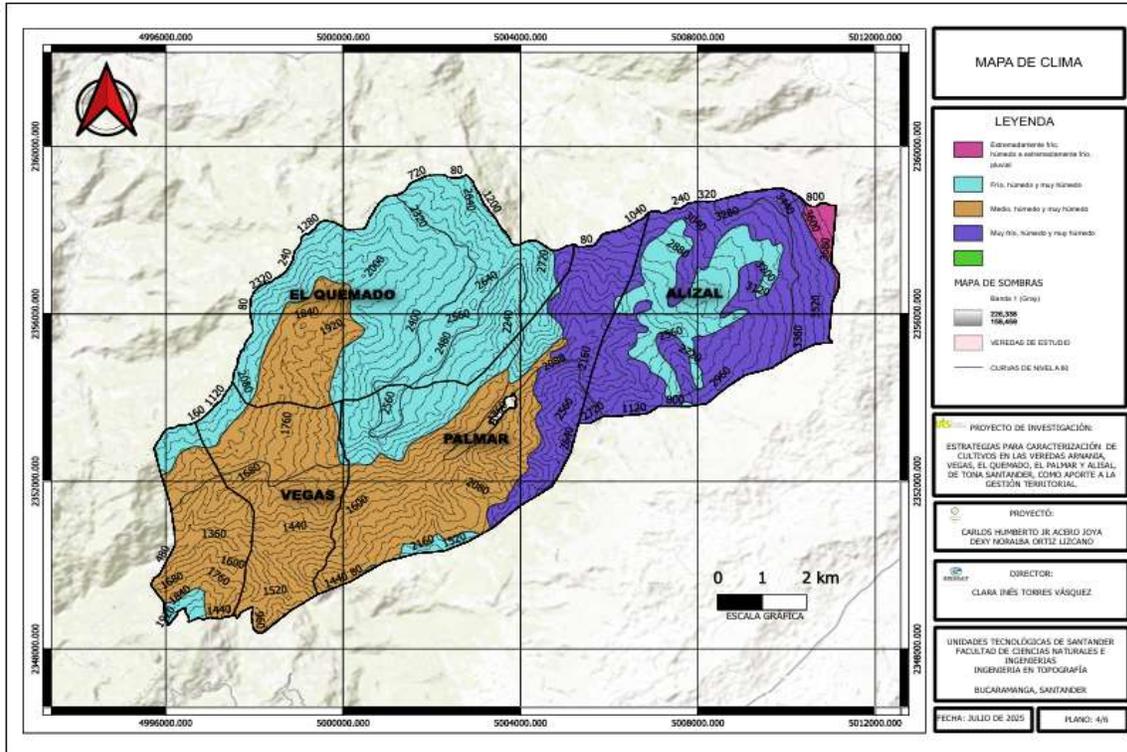


Ilustración 17, Mapa de clima.

El mapa presenta diferentes zonas climáticas según la humedad y temperatura, clima frío, húmedo y muy húmedo (color azul claro): presente en gran parte de El Quemado y sectores altos de Palmar y Alizal. Corresponde a alturas entre 2.400 y 2.720 m s. n. m., con temperaturas bajas y alta humedad, favoreciendo bosques y vegetación densa.

Clima medio, húmedo y muy húmedo (color marrón): domina en la vereda Vegas y sectores bajos de Palmar, a alturas entre 1.320 y 1.680 m s. n. m. Aquí las temperaturas son más cálidas y la humedad se mantiene alta, lo que lo hace apto para cultivos como café, cítricos y frutales.

Clima muy frío, húmedo y muy húmedo (color morado): cubre gran parte del este de Alizal, entre 2.520 y más de 3.000 m s. n. m., con temperaturas muy bajas y alta humedad, predominando vegetación de páramo y protección de nacimientos de agua.

Clima extremadamente frío, húmedo a extremadamente húmedo (color fucsia): presente en una pequeña franja oriental de Alizal, sobre los 3.360 m s. n. m., donde se encuentran condiciones de páramo alto y posibles nevadas ligeras en temporadas extremas.

9.1.2.5. MAPA DE RELIEVE

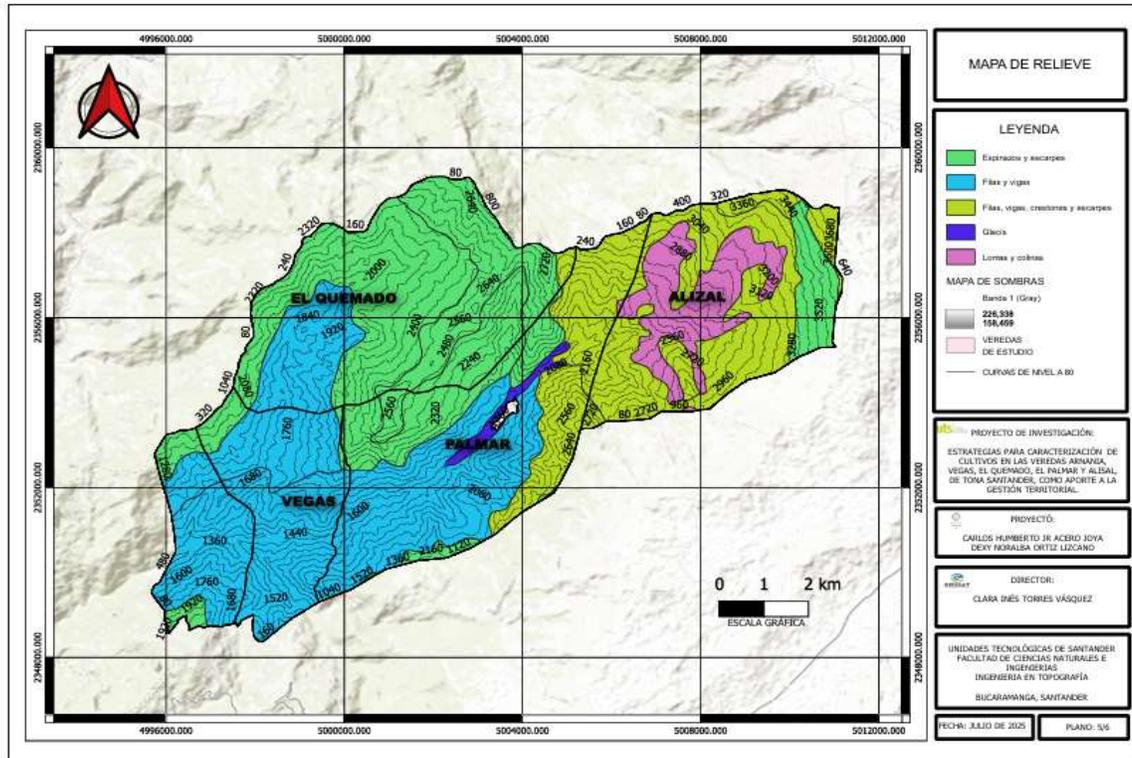


Ilustración 18, Mapa de relieve

El mapa muestra diferentes formas de relieve que condicionan el uso del suelo y la agricultura:

Filas y vigas (color azul): predominan en la vereda Vegas y parte sur de Palmar. Son zonas de relieve alargado con pendientes suaves a medias, ideales para cultivos como café, cítricos y frutales por su accesibilidad.

Filas, vigas y escarpes (color verde): presentes en El Quemado y centro de Palmar. Tienen pendientes más marcadas, por lo que se usan más para cultivos de clima frío como papa y hortalizas, aunque requieren manejo de erosión.

ELABORADO POR:
 Docencia

REVISADO POR:
 Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
 FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

Filas, vigas, crestones y escarpes (color amarillo): ocupan parte de Alizal y el límite con Palmar. Presentan pendientes fuertes e inestables, siendo más aptos para pastos y protección ambiental.

Glacis (color morado): zonas reducidas en el centro y oriente de Alizal, formadas por depósitos inclinados, con suelos variables que pueden usarse para cultivos resistentes o reforestación.

Lomas y colinas (color rosado): se encuentran en el noreste de Alizal, con relieve redondeado y pendiente suave a moderada, adecuado para pastos y cultivos mixtos.

9.1.2.6. MAPA DE AREA CONSTRUIDA

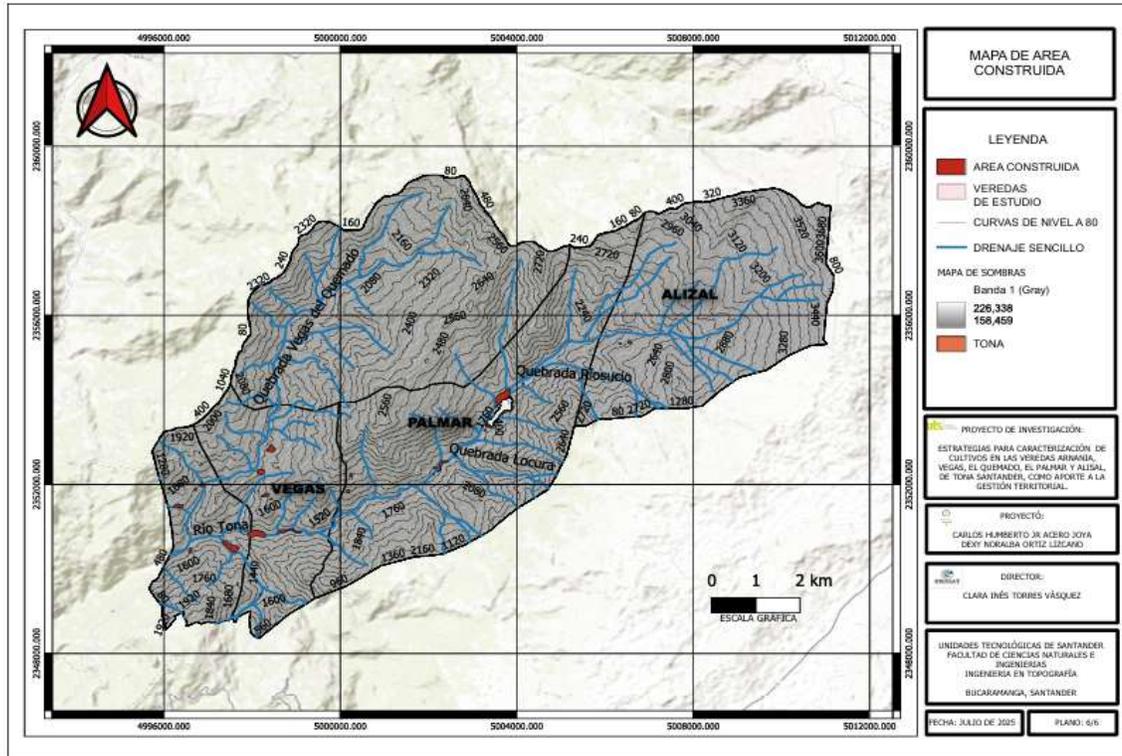


Ilustración 19, Mapa de área construida.

El mapa muestra las zonas edificadas en color rojo y la red de drenaje principal (ríos y quebradas) en azul.

Las áreas construidas son reducidas y se localizan principalmente en puntos estratégicos de las veredas Vegas, Palmar y Alizal, cerca de las vías y fuentes hídricas.

En Vegas, la zona urbana está próxima al Río Tona, lo que facilita el acceso al agua, pero implica riesgo en épocas de creciente.

En Palmar, el área construida se ubica cerca de la Quebrada Locura, aprovechando su recurso hídrico.

En Alizal, la edificación está cercana a la Quebrada Riosucio, también en un punto de conexión con el resto de la vereda.

La mayoría del territorio es rural, con predominio de uso agrícola y ganadero, y una baja densidad de construcciones.

9.1.2.7. MAPA DE CULTIVOS

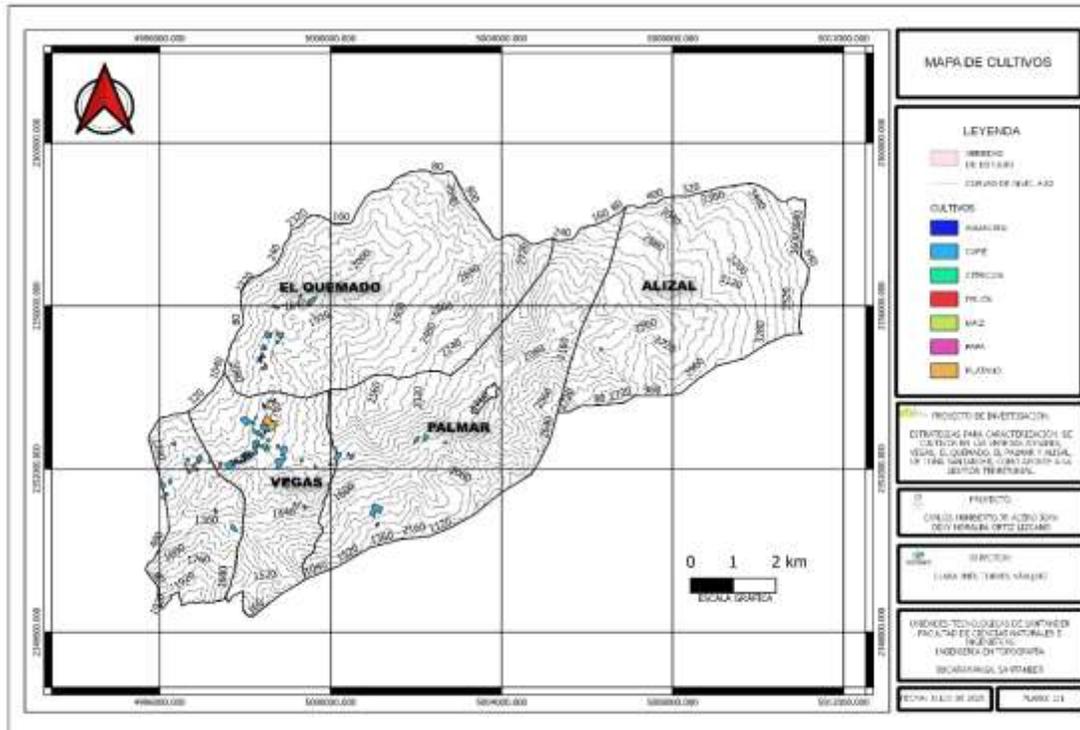


Ilustración 20, Mapa de cultivos.

El análisis se realizó a partir del modelo digital de elevación y el trabajo de campo sobre los cultivos existentes, se identificó una clara relación entre el relieve del terreno y la distribución de los cultivos.

La vereda Vegas presenta la mayor concentración y diversidad de cultivos, con predominio de frijol y café, además de aguacate, maíz, cítricos y plátano en menor proporción. Esta vereda se ubica entre los 2.400 y 2.800 metros sobre el nivel del mar (msnm), lo cual favorece los cultivos de clima frío. La topografía de Vegas, aunque montañosa, presenta zonas con pendientes moderadas que permiten el desarrollo agrícola.

ELABORADO POR:
 Docencia

REVISADO POR:
 Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
 FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

En la vereda Palmar, la actividad agrícola es intermedia. Se identificaron cultivos de café y frijoles distribuidos de forma más dispersa. Las altitudes varían entre los 2.400 y 2.600 msnm, condiciones también aptas para cultivos andinos, aunque posiblemente con restricciones por el relieve más quebrado en algunas áreas.

Por otro lado, las veredas El Quemado y Alizal muestran una menor presencia de cultivos. En El Quemado se hallaron algunos puntos de cultivo de café, frijol y aguacate, mientras que en Alizal la actividad agrícola es mínima, con pocos registros de maíz y papa. A pesar de que ambas veredas alcanzan elevaciones similares a Vegas, la topografía más accidentada y la posible limitación en el acceso parecen dificultar la producción agrícola.

9.1.2.8. MAPA DE MODELO DE ELEVACION DIGITAL

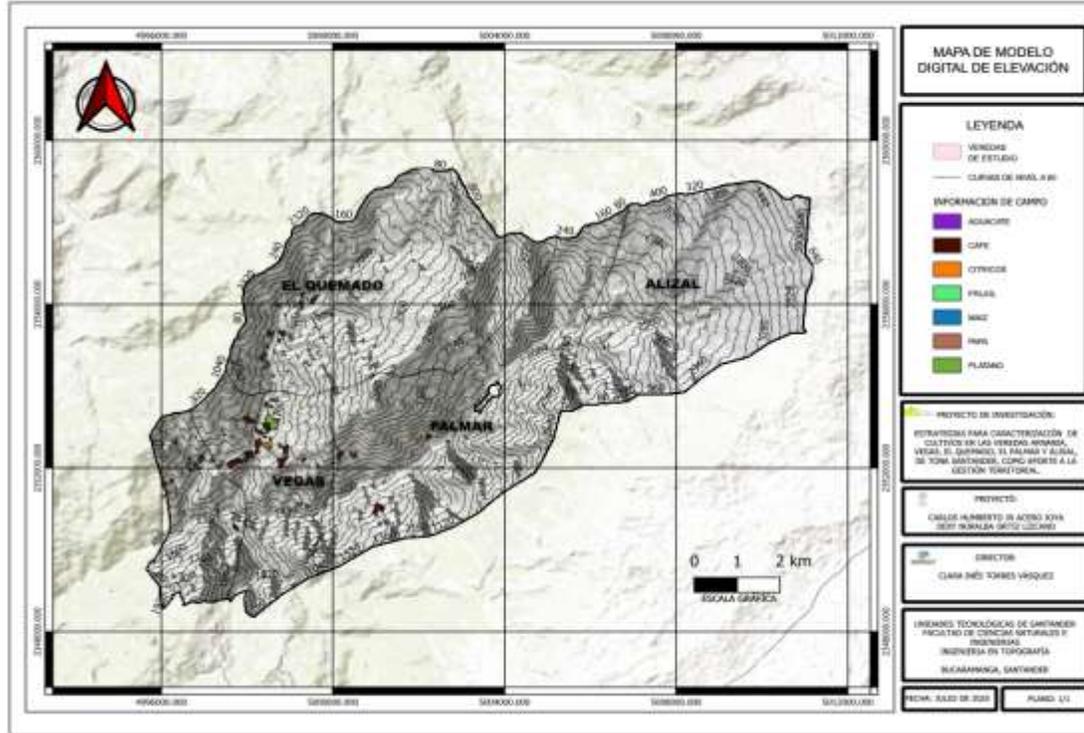


Ilustración 21, Mapa de modelo digital de elevación

El modelo digital de elevación (MDE) presentado en la imagen fue utilizado como base para la elaboración del modelo tridimensional (3D) del área de estudio, correspondiente a las veredas El Quemado, Vegas, Palmar y Alizal, en el municipio de Tona, Santander. Este MDE permitió representar con precisión el relieve del terreno mediante curvas de nivel y valores altimétricos, esenciales para construir un modelo físico que refleja fielmente las características topográficas de la zona.

9.1.3. ANALISIS DE INFORMACION DE CAMPO

Se realizó un registro fotográfico georreferenciado en las veredas Las Vegas, Arnania, El Quemado, El Palmar y El Alizal, utilizando dispositivos GPS para la toma de coordenadas y altitudes en los diferentes puntos de muestreo.

Esta actividad permitió identificar y localizar de manera precisa los principales cultivos presentes en cada vereda, como café, cítricos, plátano y papa. La información obtenida constituye una herramienta fundamental para la caracterización territorial, ya que integra evidencias visuales con datos espaciales que facilitan el análisis del uso del suelo y la planificación de actividades productivas y ambientales en el municipio de Tona

CAFÉ		CAFÉ		CITRICOS	
					
1116649,273	1116649,273	1286673,12	1116416,95	1287090,68	1117256,67
Altura 1680		Altura 1680		Altura 1760	
VRA VEGAS		VRA VEGAS		VRA VEGAS	

Ilustración 22, Análisis de cultivos.

MAIZ		CAFÉ		CAFÉ	
					
1287061,435	1117770,103	1287032,31	1117115,8	1286910,9	1117380,64
Altura 1760		Altura 1680		Altura 1762	
VRA VEGAS		VRA VEGAS		VRA VEGAS	

Ilustración 23, Análisis de cultivos

CAFÉ		CAFÉ		MAIZ	
					
1287090,678	1117256,672	1286977,53	1117897,15	1286150,94	1117709,56
Altura 1680		Altura 1680		Altura 1680	
VRA VEGAS		VRA VEGAS		VRA VEGAS	

Ilustración 24, Análisis de cultivos.

CAFÉ		MAIZ		FOTO	
					
1286683,154	1117853,236	1285595,01	1118222,03	1286196,09	1117987
Altura 1840		Altura 1520		Altura 1680	
VRA VEGAS		VRA VEGAS		VRA VEGAS	

Ilustración 25, Análisis de cultivos.

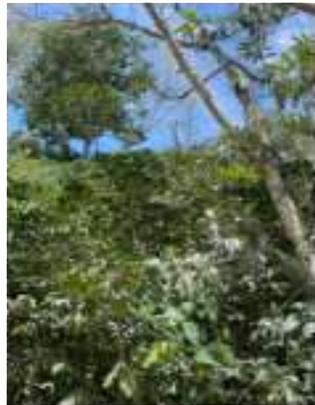
CAFÉ		CAFÉ		FOTO	
					
1286715,992	1118344,273	1287206,5	1117553,45	1287259,98	1117415,97
Altura 1840		Altura 1760		Altura 1680	
VRA VEGAS		VRA VEGAS		VRA VEGAS	

Ilustración 26, Análisis de cultivos.

PLATANO		PLATANO		FOTO	
					
1287607,193	1117632,666	1288008,52	1117533,89	1287384,75	1117289,54
Altura 1760		Altura 1680		Altura 1680	
VRA VEGAS		VRA VEGAS		VRA VEGAS	

Ilustración 27, Análisis de cultivos.

CAFÉ		CAFÉ		CAFÉ	
					
1287367,524	1117466,308	1287671,17	1117052,96	1287498,12	1117474,91
Altura 1680		Altura 1760		Altura 1680	
VRA VEGAS		VRA VEGAS		VRA VEGAS	

Ilustración 28, Análisis de cultivos.

CAFÉ		CAFÉ		AGUACATE	
					
1288170,765	1117594,36	1288050,32	1117428,63	1285548,29	1118413,54
Altura 1680		Altura 1680		Altura 1600	
VRA VEGAS		VRA VEGAS		VRA VEGAS	

Ilustración 29, Análisis de cultivos.

CAFÉ		FRIJOL		CAFÉ	
					
1286823,481	1119181,185	1288183,97	1117690,42	norte	este
Altura 2000		Altura 1681		Altura 1682	
VRA PALMAR		VRA VEGAS		VRA VEGAS	

Ilustración 30, Análisis de cultivos

PLATANO		CAFÉ		CAFÉ	
					
1286618,468	1116416,954	1286846,82	1119418,11	1285773	1115097
Altura 1600		Altura 2001		Altura 1628	
VRA VEGAS		VRA VEGAS		VRA ARNANIA	

Ilustración 31, Análisis de cultivos.

CAFÉ		FRIJOL		CAFÉ	
					
1286099,9	1115318,9	1286488,87	1115800,38	1286083,03	1115134,36
Altura 1615		Altura 1600		Altura 1636	
VRA ARNANIA		VRA ARNANIA		VRA ARNANIA	

Ilustración 32, Análisis de cultivos.

FOTO		FOTO		FOTO	
					
1286152,1	1115591,4	1286355,5	1115724,1	1286426,5	1115707,38
Altura 1603		Altura 1572		Altura 1602	
VRA ARNANIA		VRA ARNANIA		VRA ARNANIA	

Ilustración 33, Análisis de cultivos.

CAFÉ		CAFÉ		CAFÉ	
					
1286586,305	1115623,622	1286443	1115818,1	1286481,18	1115881,71
Altura 1692		Altura 1585		Altura 1561	
VRA ARNANIA		VRA ARNANIA		VRA ARNANIA	

Ilustración 34, Análisis de cultivos.

CAFÉ		CAFÉ		CAFÉ	
					
1286595	1115897	1286715,36	1115689,62	1287107,2	1115340,43
Altura 1605		Altura 1672		Altura 1840	
VRA ARNANIA		VRA ARNANIA		VRA ARNANIA	

Ilustración 35, Análisis de cultivos.

MAIZ		CAFÉ		CITRICOS	
					
1286706,689	1116178,507	1286680,3	1115912,73	1285794,19	1115088,59
Altura 1622		Altura 1608		Altura 1600	
VRA ARNANIA		VRA ARNANIA		VRA ARNANIA	

Ilustración 36, Análisis de cultivos.

CAFÉ		CAFÉ		PLATANO	
					
1288978,641	1117454,806	1289196,83	1117334,53	1286487,94	1115893,37
Altura 1733		Altura 1788		Altura 1600	
VRA EL QUEMADO		VRA EL QUEMADO		VRA ARNANIA	

Ilustración 37, Análisis de cultivos.

MAIZ		AGUACATE		AGUACATE	
					
1290626,226	1118571,985	1285477,83	1116305,72	1289182,69	1117380,87
Altura 1835		Altura 1401		Altura 1767	
VRA EL QUEMADO		VRA ARNANIA		VRA EL QUEMADO	

Ilustración 38, Análisis de cultivos.

MAIZ		PAPA		AGUACATE	
					
1285832,8	1115222,6	1289451,39	1125337,36	1285408,07	1116332,41
Altura 1613		Altura 2480		Altura 1357	
VRA ARNANIA		VRA ALIZAL		VRA ARNANIA	

Ilustración 39, Análisis de cultivos.

PLATANO		CAFÉ		CAFÉ	
					
1289266,267	1117413,713	1289454,94	1117478,48	1289457,7	1117506,1
Altura 1740		Altura 1749		Altura 1778	
VRA EL QUEMADO		VRA EL QUEMADO		VRA EL QUEMADO	

Ilustración 40, Análisis de cultivos.

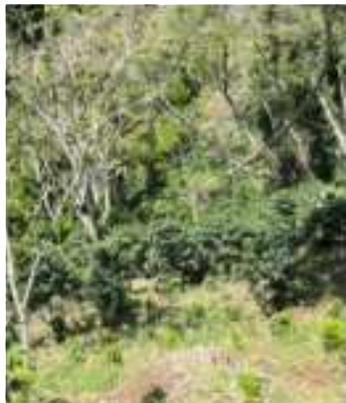
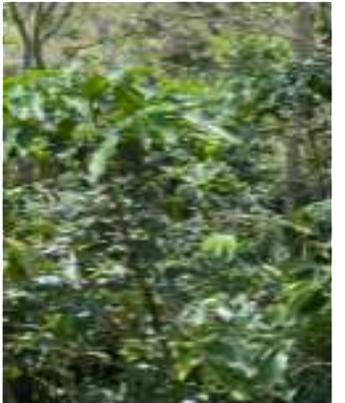
CAFÉ		CAFÉ		CAFÉ	
					
1289761,904	1117622,746	1289601,49	1117771,26	1289790,15	1117839,71
Altura 1764		Altura 1786		Altura 1788	
VRA EL QUEMADO		VRA EL QUEMADO		VRA EL QUEMADO	

Ilustración 41, Análisis de cultivos.

CITRICOS		CAFÉ		CAFÉ	
					
1285373,298	1121021,288	1290494,16	1117722,86	1290739,94	1118309,01
Altura 1840		Altura 1860		Altura 1821	
VRA EL QUEMADO		VRA EL QUEMADO		VRA EL QUEMADO	

Ilustración 42, Análisis de cultivos.

CAFÉ		CAFÉ		FOTO	
					
1290739,943	1118309,005	1285411,09	1121232,75	1286593,95	1118998,26
Altura 1821		Altura 1822		Altura 1920	
VRA EL QUEMADO		VRA EL PALMAE		VRA VAGA	

Ilustración 43, Análisis de cultivos.

10. CONCLUSIONES

Se obtuvo información suficiente que permitió la elaboración de un estado del arte sólido, el cual sirvió como fundamento para el desarrollo de la caracterización de los cultivos en el área de estudio.

Se obtuvo y analizó información existente y geoespacial para las veredas Arnania, Vegas, El Quemado, Palmar y Alizal, del municipio de Tona, lo cual permitió la elaboración de cartografía relevante para el estudio. a través del análisis de imágenes satelitales de acceso libre se logró identificar coberturas generales del área, aunque dichas fuentes presentaron limitaciones para una interpretación detallada de los cultivos específicos, se evidenció la necesidad de complementar la información secundaria y el análisis geoespacial con visitas de campo, a fin de garantizar una caracterización más precisa y confiable de los cultivos presentes en la zona de estudio.

Mediante la salida de campo se logró complementar la información, facilitando la identificación de cultivos predominantes como cítricos, plátano, aguacate, maíz, frijol y café, en un contexto de climas medios, húmedos y muy húmedos.

La vereda con mayor presencia de cultivos fue Vegas, ubicada en un rango altitudinal entre 1.600 y 2.000 msnm, caracterizada por terrenos inclinados y fuertemente inclinados, lo que influye directamente en el tipo de prácticas agrícolas desarrolladas en la zona.

11. RECOMENDACIONES

Se recomienda mantener actualizado el estado del arte con nuevas investigaciones y fuentes disponibles, de manera que continúe siendo un fundamento sólido para futuros trabajos de caracterización agrícola en el municipio de Tona.

Se recomienda complementar permanentemente el análisis geoespacial con visitas de campo, lo que permitirá una validación más precisa y confiable de la información recolectada.

Se recomienda continuar realizando salidas de campo periódicas que fortalezcan la identificación de cultivos predominantes y su relación con las condiciones climáticas de la zona (clima medio, húmedo y muy húmedo), generando datos de mayor detalle para la toma de decisiones en el sector agrícola.

Se recomienda implementar prácticas agrícolas sostenibles y adaptadas a la topografía, con el fin de minimizar riesgos de erosión y optimizar la productividad.

Se recomienda consolidar una base de datos georreferenciada que integre tanto información secundaria como resultados de campo, de manera que sirva como insumo para investigaciones futuras, planes de ordenamiento territorial y estrategias de desarrollo agrícola en la región.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Desarrollo Rural. (2020). *Plan Departamental de Extensión Agropecuaria – PDEA Santander 2020-2023*. ADR. <https://www.adr.gov.co/wp-content/uploads/2023/12/11.1.-PDEA-Santander-2020-2023.pdf>
- Agencia de Desarrollo Rural – ADR. (2024). *Plan Departamental de Extensión Agropecuaria – PDEA Santander 2024*. https://www.adr.gov.co/wp-content/uploads/2024/08/01_PDEA_Santander_2024.pdf
- Sustainable Development Goals*. (2023). Obtenido de Sustainable Development Goals: <https://sdgs.un.org/es/goals>
- Agrosavia. (2021). *Boletín agrológico del departamento de Santander*. Obtenido de <https://www.agrosavia.co>:
- BONNET, R. J. (2022). *EPISODIOS DE LA HISTORIA DE LA AGRICULTURA EN COLOMBIA*. BOGOTÁ: FEDESARROLLO.
- Codazzi, I. G. (2015). *Estudios de suelos y agrología de Santander*. Obtenido de IGAC.
- DANE. (2021). *Censo Nacional de Población y Vivienda*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co>.
- Daza, A. R. (06 de 2021). *Unidad de Planificación Rural Agropecuaria UPRA*. Obtenido de Unidad de Planificación Rural Agropecuaria UPRA: https://upra.gov.co/Kit_Territorial/2-%20Informaci%C3%B3n%20por%20Departamentos/SANTANDER/Priorizaci%C3%B3n%20de%20Alternativas%20Productivas%20Agropecuarias%20y%20Diagn%C3%B3stico%20de%20Mercados%20para%20el%20Departamento%20de%20Santander2021.pdf
- EOT. (2000). *EOT*. Obtenido de EOT: <https://www.tona-santander.gov.co/planeacion/eot--municipio-de-tona>
- Espinosa Mendoza, L. M. (s.f.). Análisis de zonas aptas para cultivo agrícola. *Repositorio UNAD*.
- ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL*. (2000). Obtenido de *ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL*: <file:///D:/USUARIO/Downloads/ESQUEMA%20ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL%20TONA.pdf>
- GARCIA, P., , Pérez Atray, J. J., Hernández Santana, L., Gustabello Cogle, R., & Becerra de Armas, E. (2018). Geographic information system for sugarcane agriculture in the province of Villa Clara. *Redalyc*.
- Herce, M. (02 de 12 de 2005). Urbanización, precios del suelo y modelo territorial: la evolución reciente del área metropolitana de Barcelona. *Revista Eure*, 17. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0250-71612005009300003&script=sci_arttext&tlng=pt
- HERNANDEZ, S. A. (04 de 08 de 2015). *UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA*. Obtenido de <https://repository.umng.edu.co/items/6ee3a808-f5eb-45f3-a42c-79172b581e8f>
- Ley 388 de 1997. (s.f.). *Diario Oficial No. 43.091*.

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022). *Informe sector agropecuario colombiano*.
Obtenido de <https://www.minagricultura.gov.co>
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2020). *Lineamientos para el ordenamiento territorial*. Obtenido de
<https://www.minvivienda.gov.co>
- Ordoñez, M. E. (2007). Caracterización ambiental del municipio de Tona. Tesis de grado.
Universidad Industrial de Santander.
- Orjuela Medina, W. Y. (s.f.). Aplicación de SIG y diseño de modelo lógico. *Repositorio UNAD*.
- ORTIZ, A. B. (2000). *ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (EOT)*. Obtenido de
[https://tonasantander.micolombiadigital.gov.co/sites/tonasantander/content/files/000587/
29344_eot-tona-proyecto-de-acuerdo-2.pdf](https://tonasantander.micolombiadigital.gov.co/sites/tonasantander/content/files/000587/29344_eot-tona-proyecto-de-acuerdo-2.pdf)
- Pérez García, C. (2018). Geographic information system for sugarcane agriculture in the province
of Villa Clara. *Redalyc*.
- Pérez García, C. e. (2018). GIS for sugarcane agriculture in Villa Clara. . *Redalyc*.
- Programa de las Naciones Unidas*. (s.f.). Obtenido de [https://www.undp.org/es/sustainable-
development-goals/agua-limpia-saneamiento](https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals/agua-limpia-saneamiento)
- SÁNCHEZ, M. A. (2023). *Approaches and Debates of Territoriality in the Territorial Model of
Health of Bogotá (Colombia)*, 13.
- SILVA, F. A. (07 de 04 de 2017). Del poblamiento prehispánico al modelo territorial colonial
modelo territorial colonial Cundinamarca: reflexión geográfica histórica de su configuración
socioespacial. *Revista perspectiva geografica, volumen 22 n°1*, 20. Obtenido de
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-37692017000100069&script=sci_arttext
- TONA, A. D. (2000). *EOT*. Obtenido de EOT: [https://www.tona-santander.gov.co/planeacion/eot-
municipio-de-tona](https://www.tona-santander.gov.co/planeacion/eot-municipio-de-tona)
- TONA, E. M. (2000). *ALCALDIA DE TONA SANTANDER*. Obtenido de ALCALDIA DE TONA
SANTANDER: <https://www.tona-santander.gov.co/planeacion/eot--municipio-de-tona>
- Torres Ledesma, S. L. (s.f.). Implementación de Sistemas de Información Geográfica (SIG).
Repositorio UNAD.
- UNIDAS, N. (2023). *OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE*. Obtenido de
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>
- Vargas, A. F. (2020). Caracterización fisicoquímica y mineralógica de un suelo de uso agrícola.
Repositorio USTA.