

Memoria metodológica para la espacialización de las problemáticas territoriales filtradas



Proyecto:

Diseño de herramientas metodológicas y técnicas de planeación y gestión para la implementación de sistemas de adaptación al cambio climático en el ámbito municipal para el departamento de Antioquia.

BPIN 2021000100489

Universidad Nacional de Colombia sede Medellín

Aliados:

Gobernación de Antioquia

Corporación Universitaria Remington

Fundación Universitaria Católica del Norte

2025



Contenido

Introducción.....	10
1. Dimensión de Biodiversidad	11
1.1 Daño en áreas protegidas	11
1.2 Daño a los ecosistemas por cultivos	15
1.3 Daño a los ecosistemas por ganadería	20
1.4 Daño a los ecosistemas por actividades mineras	23
1.5 Daño a ecosistemas por turismo ambiental.....	25
1.6 Incendios Forestales	27
1.7 Daño ambiental por especies invasoras.....	30
2. Dimensión de Agricultura	33
2.1 Disminución de producción en ganadería.....	33
2.2 Disminución de producción en cultivos.....	35
2.3 Daños ambientales causados por prácticas agrícolas	37
2.4 Uso inadecuado del suelo para el modelo de capacidad de acogida de ganadería.....	39
2.5 Uso inadecuado del suelo para el modelo de capacidad de acogida de cultivos	42
2.6 Ineficiente asistencia técnica para agricultores.....	45
2.7 Cambio de actividad económica de los campesinos.....	47
2.8 Deterioro de la salud animal asociada al cambio climático	49
2.9 Falta de innovación tecnológica para la producción agropecuaria	52
2.10 Aumento de enfermedades en cultivos.....	54
2.11 Pérdida de prácticas agrícolas tradicionales	57
2.12 Manejo inadecuado de los cultivos.....	59
2.13 Deficiente infraestructura para suministrar agua	61
3. Dimensión de Recursos hídricos	64
3.1 Agua contaminada por sustancias químicas	64
3.2 Restricción en el acceso al agua por aumento de la demanda en parcelaciones	66
3.3 Sobreexplotación del agua por cultivos agroindustriales	68
3.4 Deforestación en el retiro de las fuentes hídricas por actividades agropecuarias (Ganadería específicamente) y disminución de la disponibilidad de agua en los nacimientos por actividades agropecuarias (Ganadería específicamente).....	70
3.5 Deforestación en el retiro de las fuentes hídricas por usos inadecuados.....	72



3.6	Insuficiencia en las estrategias de conservación y protección de los ecosistemas asociados al agua.....	74
3.7	Ganancia y pérdida de cobertura boscosa en rondas hídricas	78
4.	Dimensión social y de medios de vida.....	80
4.1	Débil formación técnica para turismo	80
4.2	Débil formación para crear empresa ESAL	82
4.3	Débil formación técnica para mejorar productividad	84
4.4	Bajo interés comunitario para desarrollar emprendimientos	86
4.5	Deficiencia de espacios para centralizar y comercializar la producción agropecuaria ..	88
4.6	Débil formación para crear empresas.....	91
4.7	Bajo impulso a emprendimientos culturales	93
4.8	Bajo apoyo para el pequeño productor.....	95
4.9	Pocas alternativas económicas frente a la actividad minera.....	97
4.10	Débiles mecanismos para gestionar amenazas de origen natural y socionatural	99
4.11	Deficiente planificación productiva para cultivos.....	101
4.12	Deficiente planificación productiva pecuaria en especies mayores.....	103
4.13	Deficiente planificación productiva pecuaria en especies menores.	105
4.14	Deficiente comercialización pecuaria en especies mayores.	108
4.15	Deficiente comercialización de la producción agrícola.....	110
4.16	Deficiente comercialización pecuaria en especies menores.....	112
5.	Dimensión de Infraestructura	115
5.1	Falta de infraestructura para distribución de agua.....	115
5.2	Ausencia de espacio público	116
5.3	Servicios básicos afectados por eventos climáticos.	117
5.4	Falta de infraestructura para residuos sólidos	118
5.5	Falta de almacenamiento de agua	119
5.6	Falta de sistemas de gestión de aguas residuales	121
5.7	Falta de plantas de potabilización	122
5.8	Ausencia o insuficiencia de centros de gestión de residuos de la construcción y demolición RCD.....	124
5.9	Ausencia o insuficiencia de sistemas de captación de agua (bocatomas).....	125
5.10	Ausencia o insuficiencia de energía eléctrica	127
5.11	Ausencia o insuficiencia de infraestructura de transporte.....	128
5.12	Ausencia o insuficiencia de Centros de emergencia.....	129



5.13	Ausencia o insuficiencia de Sistemas de alerta temprana	130
5.14	Asentamientos afectados por eventos climáticos	131
5.15	Infraestructura que agrava problemas ambientales	132
5.16	Técnicas de construcción inadecuadas (déficit cualitativo).....	133
5.17	Falta de viviendas (hacinamiento) – Déficit cuantitativo	134
5.18	Materiales inadecuados en construcciones (déficit cualitativo).....	135
Referencias		139



Índice de figuras

Figura 1: municipios priorizados para la problemática de daño en las áreas protegidas.....	15
Figura 2: municipios priorizados para la problemática de daño a los ecosistemas por cultivos..	20
Figura 3: municipios priorizados para la problemática de daño a los ecosistemas por ganadería.	23
Figura 4:municipios priorizados para la problemática de daño a los ecosistemas por actividades mineras.	25
Figura 5:municipios priorizados para la problemática de daño ambiental por turismo ambiental.	27
Figura 6: municipios priorizados para la problemática de incendios forestales.	30
Figura 7: municipios priorizados para la problemática de daño ambiental por especies invasoras.	32
Figura 8: municipios priorizados para la problemática disminución de producción en ganadería.	35
Figura 9: municipios priorizados para la problemática disminución de la producción en cultivos.	37
Figura 10: municipios priorizados para la problemática de daños ambientales causados por prácticas agrícolas.	39
Figura 11: municipios priorizados para la problemática de uso inadecuado del suelo para el modelo de capacidad de acogida de ganadería	42
Figura 12: municipios priorizados para la problemática de uso inadecuado del suelo para el modelo de capacidad de acogida de cultivos.	45
Figura 13: municipios priorizados para la problemática ineficiente asistencia técnica para agricultores.....	47
Figura 14: municipios priorizados para la problemática de cambio de actividad económica de los campesinos.	49
Figura 15: municipios priorizados para la problemática deterioro de la salud animal asociada al cambio climático.....	52
Figura 16: municipios priorizados para la problemática de falta de innovación tecnológica para la producción agropecuaria.....	54
Figura 17: municipios priorizados para la problemática aumento de enfermedades en cultivos.	57
Figura 18: municipios priorizados para la problemática de pérdida de prácticas agrícolas tradicionales.	59



Figura 19: municipios priorizados para la problemática de manejo inadecuado de los cultivos.	61
Figura 20: municipios priorizados para la problemática de deficiente infraestructura para suministrar agua.....	63
Figura 21: municipios priorizados para la problemática de agua contaminada por sustancias químicas.....	66
Figura 22: municipios priorizados para la problemática de restricción en el acceso al agua por aumento de la demanda en parcelaciones.	68
Figura 23: municipios priorizados para la problemática de sobreexplotación del agua por cultivos agroindustriales.	70
Figura 24: municipios priorizados para la problemática de deforestación en el retiro de las fuentes hídricas por actividades agropecuarias y disminución de la disponibilidad de agua en los nacimientos por actividades agropecuarias.	72
Figura 25: municipios priorizados para la problemática de deforestación en el retiro de las fuentes hídricas por usos inadecuados.	74
Figura 26: municipios priorizados para la problemática de insuficiencia en las estrategias de conservación y protección de los ecosistemas asociados al agua.....	77
Figura 27: municipios priorizados para la problemática de pérdida de cobertura boscosa en rondas hídricas.....	79
Figura 28: municipios priorizados para la problemática de débil formación técnica para turismo.	82
Figura 29: municipios priorizados para la problemática de débil formación para crear empresa ESAL.....	84
Figura 30: municipios priorizados para la problemática de débil formación técnica para mejorar productividad.....	86
Figura 31: municipios priorizados para la problemática de bajo interés comunitario para desarrollar emprendimientos.	88
Figura 32. Municipios priorizados para la problemática de centros de acopio accesibilidad municipios.	91
Figura 33: municipios priorizados para la problemática de débil formación para crear empresas.	93
Figura 34: municipios priorizados para la problemática de bajo impulso a las prácticas culturales.....	95
Figura 35: municipios priorizados para la problemática de bajo apoyo para el pequeño para producir.....	97



Figura 36. Municipios priorizados para la problemática de contaminación minera / Alternativas a la minería.	99
Figura 37: municipios priorizados para la problemática de débiles mecanismos para gestión de amenazas.....	101
Figura 38. Municipios con deficiente asistencia técnica en la planificación productiva para cultivos.	103
Figura 39. Municipios con deficiente asistencia técnica en la planificación productiva pecuaria en especies mayores.	105
Figura 40. Municipios con deficiente asistencia técnica en la planificación productiva pecuaria en especies menores.	108
Figura 41. Municipios con deficiente asistencia técnica para la comercialización pecuaria en especies mayores.	110
Figura 42. Municipios con deficiente asistencia técnica en la comercialización de la producción agrícola.	112
Figura 43. Municipios con deficiente asistencia técnica para la comercialización pecuaria en especies menores.	114
Figura 44: municipios priorizados para la problemática de falta de infraestructura para distribución de agua.	116
Figura 45: municipios priorizados para la problemática de ausencia de espacio público.	117
Figura 46: municipios priorizados para la problemática de falta de infraestructura para residuos sólidos.....	119
Figura 47: municipios priorizados para la problemática de falta de almacenamiento de agua.	121
Figura 48: municipios priorizados para la problemática de falta de sistemas de gestión de aguas residuales.....	122
Figura 49: municipios priorizados para la problemática de falta de plantas de potabilización.	124
Figura 50: municipios priorizados para la problemática de ausencia o insuficiencia de centros de gestión de RCD.	125
Figura 51: municipios priorizados para la problemática de ausencia o insuficiencia de sistemas de.....	126
Figura 52: municipios priorizados para la problemática de ausencia o insuficiencia de energía eléctrica.....	128
Figura 53: municipios priorizados para la problemática de ausencia o insuficiencia de infraestructura de transporte.....	129
Figura 54: municipios priorizados para la problemática de asentamientos afectados por eventos climáticos.	132



Figura 55: municipios priorizados para la problemática de técnicas de construcción inadecuadas (déficit cualitativo).....	134
Figura 56: municipios priorizados para la problemática de falta de viviendas (hacinamiento) – Déficit cuantitativo.	135
Figura 57: municipios priorizados para la problemática de materiales inadecuados en construcciones (déficit cualitativo).	137



Índice de tablas

Tabla 1. Coberturas clasificadas como bosques y otras coberturas para 2018 y 2022.	11
Tabla 2. Matriz de calificación para las coberturas 2018 - 2022.	13
Tabla 3. Selección de coberturas como ecosistemas y otras coberturas.	16
Tabla 4. Matriz de clasificación para la ganancia - pérdida de ecosistemas.	18
Tabla 5. Criterios de selección empleados de ecosistemas a cultivos.	18
Tabla 6. Criterios de selección empleados de ecosistemas a ganado.	21
Tabla 7. Criterios empleados para la selección de áreas con actividades mineras.	24
Tabla 8. Municipios priorizados para la problemática disminución de la producción en ganadería.	34
Tabla 9. Municipios priorizados para la problemática disminución de la producción en cultivos	36
Tabla 10. Municipios priorizados para la problemática ineficiente asistencia técnica para agricultores.	46
Tabla 11. Municipios priorizados para la problemática deterioro de la salud animal asociada al cambio climático.	51
Tabla 12. Municipios priorizados para la problemática	53
Tabla 13. Municipios priorizados para la problemática aumento de enfermedades en cultivos.	55
Tabla 14. Cuerpos de agua receptores de vertimientos urbanos del Plan Ambiental del PAP-PDA de Antioquia (2015).	75
Tabla 15. Variables en la normalización por z score.	87
Tabla 16. Densidad de empresas por municipio.	92
Tabla 17. Datos NBI normalizados	98
Tabla 18. Unidades de medida en especies mayores. Fuente: Elaboración propia.	104
Tabla 19. Unidades de medida en especies menores.	106



Introducción

En el proceso de revisión de la información recogida en campo, referida a las problemáticas de los territorios observadas y planteadas por sus habitantes, se consolidó una base de datos con 814 problemas. Estos fueron procesados, organizados, integrados, resumidos, hasta lograr estructurarlos en un conjunto manejable y coherente, que diera cuenta de las situaciones halladas en los distintos lugares visitados en el departamento, y que se extienden a gran parte del mismo.

A este conjunto organizado de problemáticas se aplicaron una serie de filtros buscando excluir aquellos que superan la capacidad de gobernanza o de gestión por parte de comunidades o administraciones locales. También se hicieron varios ejercicios para diferenciar aquellas situaciones que se configuran como efectos de otros problemas territoriales, con el fin de priorizar los que son causas o problemas críticos, sobre aquellos que se consideran derivados, entendiendo que, si se resuelven las raíces generadoras de otras situaciones conflictivas, las demás también se irán resolviendo.

No obstante, persisten gran cantidad de problemáticas territoriales que pueden exceder la capacidad de gestión de una administración municipal o una comunidad, en el marco de un plan de adaptación al cambio climático. Por tanto, se hizo un ejercicio adicional para tratar de diferenciar cuáles de ellos prevalecen para cada municipio.

La lógica empleada para hacer este ejercicio atiende a que es posible, con base en información secundaria, pública, generada por entidades oficiales, configurar un panorama de las situaciones específicas de cada territorio municipal. Este supuesto no desconoce que hay gran cantidad de problemáticas por atender en los territorios, que éstas se interrelacionan e inciden, de manera directa o indirecta, sobre la salud y el bienestar ambiental y humano, pero trata de identificar cuáles deberían resolverse prioritariamente. El ejercicio se hizo desde las diversas dimensiones abordadas como son los ambiental o ecosistémico, los recursos hídricos, la infraestructura y el hábitat humano, la producción agraria y los medios de vida.

Este documento indica, para cada problemática abordada, cómo se entiende la problemática, qué datos, indicadores o información se emplearon en cada una, cómo se espacializaron y cuáles fueron los criterios de priorización. Esta información permite hacer una lectura más profunda de los territorios para establecer en qué lugares es más crítico un asunto que puede presentarse en otros, o en todos los municipios del departamento.

El documento se estructura en cinco apartados principales, cada uno de los cuales se refiere a una de las dimensiones en las que se organizaron las problemáticas: 1) biodiversidad, 2) agricultura, 3) Recursos hídricos, 4) social y de medios de vida, y 5) infraestructura. La cantidad de problemáticas abordadas en cada dimensión varía entre 7 y 18. Cada problemática contiene la descripción de la metodología empleada para construir el dato o el indicador con el cual se espacializó, la fuente de dicha información y muestra el resultado en clave de cuáles municipios del departamento resultaron señalados como los que tienen un comportamiento más crítico en dicha variable.



1. Dimensión de Biodiversidad

Comprende todo lo relacionado con los ecosistemas, los servicios ambientales y el cuidado del medio ambiente. Contiene siete problemáticas.

1.1 Daño en áreas protegidas

El daño en las áreas protegidas se evidencia a partir de la pérdida de coberturas forestales dentro de su delimitación, es decir, deforestación.

1.1.1 Metodología de construcción:

Supuesto: la deforestación dentro de áreas protegidas se puede datar a partir de cómo han variado las coberturas forestales en diferentes periodos.

Variables: se emplearon las coberturas del suelo para dos años: 2018 y 2022.

Criterios de selección: se analizaron las áreas protegidas del RUNAP (Registro Único Nacional de Áreas Protegidas) ubicadas en Antioquia a 2022; años coincidente con las coberturas del suelo. Para cada una de estas áreas, se analizó la pérdida de cobertura forestal entre los años 2018 y 2020, con el fin de determinar las zonas en las que se estaba perdiendo el bosque. Debido a que muchas áreas protegidas son intermunicipales, estas se dividieron para analizar la pérdida de bosque por municipio, con el fin de determinar si el daño en las áreas protegidas se concentra en ciertos municipios de Antioquia.

El análisis de cobertura para los dos años se realizó teniendo como base la siguiente agrupación de coberturas, es decir, qué se seleccionó como bosques en 2018 y 2022, y qué no (Tabla 1).

Tabla 1. Coberturas clasificadas como bosques y otras coberturas para 2018 y 2022.

Coberturas bosque 2018	Otras coberturas 2018	Coberturas bosque 2022	Otras coberturas 2022
3.1.1. Bosque denso	1.1.1. Tejido urbano continuo	3.1.1. Bosque denso	1.1.1. Tejido urbano continuo
3.1.2. Bosque abierto	1.1.2. Tejido urbano discontinuo	3.1.2. Bosque abierto	1.1.2. Tejido urbano discontinuo
3.1.3. Bosque fragmentado	1.2.1. Zonas industriales o comerciales	3.1.3. Bosque fragmentado	1.2.1. Zonas industriales o comerciales
3.1.4. Bosque de galería y ripario	1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	3.1.4. Bosque de galería y ripario	1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados
3.2.1. Herbazal	1.2.3. Zonas portuarias	3.2.1. Herbazal	1.2.3. Zonas portuarias



Coberturas bosque 2018	Otras coberturas 2018	Coberturas bosque 2022	Otras coberturas 2022
3.2.2. Arbustal	1.2.4. Aeropuertos	3.2.2. Arbustal	1.2.4. Aeropuertos
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	1.2.5. Obras hidráulicas	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	1.2.5. Obras hidráulicas
	1.3.1. Zonas de extracción minera		1.3.1. Zonas de extracción minera
	1.4.1. Zonas verdes urbanas		1.3.2. Zona de disposición de residuos
	1.4.2. Instalaciones recreativas		1.4.1. Zonas verdes urbanas
	2.1.1. Otros cultivos transitorios		1.4.2. Instalaciones recreativas
	2.1.2. Cereales		2.1.1. Otros cultivos transitorios
	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos		2.1.2. Cereales
	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos		2.1.5. Tubérculos
	2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos		2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos
	2.2.4. Cultivos agroforestales		2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
	2.2.5. Cultivos confinados		2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos
	2.3.1. Pastos limpios		2.2.4. Cultivos agroforestales
	2.3.2. Pastos arbolados		2.2.5. Cultivos confinados
	2.3.3. Pastos enmalezados		2.3.1. Pastos limpios
	2.4.1. Mosaico de cultivos		2.3.2. Pastos arbolados
	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos		2.3.3. Pastos enmalezados
	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales		2.4.1. Mosaico de cultivos
	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales		2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos
	2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales		2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales



Coberturas bosque 2018	Otras coberturas 2018	Coberturas bosque 2022	Otras coberturas 2022
	3.1.5. Plantación forestal		2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales
	3.3.1. Zonas arenosas naturales		2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales
	3.3.2. Afloramientos rocosos		3.1.5. Plantación forestal
	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas		3.3.1. Zonas arenosas naturales
	3.3.4. Zonas quemadas		3.3.2. Afloramientos rocosos
	4.1.1. Zonas pantanosas		3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua		3.3.4. Zonas quemadas
	5.1.1. Ríos		4.1.1. Zonas Pantanosas
	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales		4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
	5.1.3. Canales		4.2.1. Pantanos costeros
	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales		5.1.1. Ríos
	5.2.1. Lagunas costeras		5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
			5.1.3. Canales
			5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
			5.2.1. Lagunas costeras

A partir de dicha clasificación para las capas asociadas a los dos años, se reclasificaron a partir de los dispuesto en la Tabla 2. Esto permitió, por medio de la sumatoria de los valores clasificados, conocer qué coberturas habían presentado ganancia, pérdida o se mantuvieron en las mismas coberturas durante 2018 y 2022, ya sea en bosque, u otras coberturas.

Tabla 2. Matriz de calificación para las coberturas 2018 - 2022.

Matriz de calificación		Bosque 2022	Otras coberturas 2022
		1	3
Bosque 2018	1	2 – Igual en coberturas boscosas	4 – Pérdida



Otras coberturas 2018	5	6 – Ganancia	8 – Igual en otras coberturas
-----------------------	---	--------------	-------------------------------

1.1.2 Fuente

Coberturas de la Tierra (IDEAM, 2018, 2022).

1.1.3 Descripción de resultados

Los municipios con mayores valores de deforestación (San Carlos, San Rafael, Puerto Berrío, Ituango, Nechí, Carolina del Príncipe, Gómez Plata y Santa Rosa de Osos), se excluyeron Carolina del Príncipe, Gómez Plata y Santa Rosa de Osos al ser áreas protegidas –Reservas Naturales de la Sociedad Civil, específicamente – creadas entre 2019-2023, en las que el fenómeno de deforestación, partiendo de los datos empleados para la Ganancia – Pérdida de coberturas 2018 -2020, fue anterior a su declaratoria como áreas de conservación, de ahí que sean las de mayor valor dentro del grupo de municipios; en este sentido, la creación de dichas áreas sobre zonas afectadas puede generar una reconversión en las coberturas en el tiempo, promoviendo la recuperación de los ecosistemas naturales.

Así, mencionado lo anterior, se consideran como críticos 5 municipios: San Carlos, San Rafael, Puerto Berrío, Ituango y Nechí.

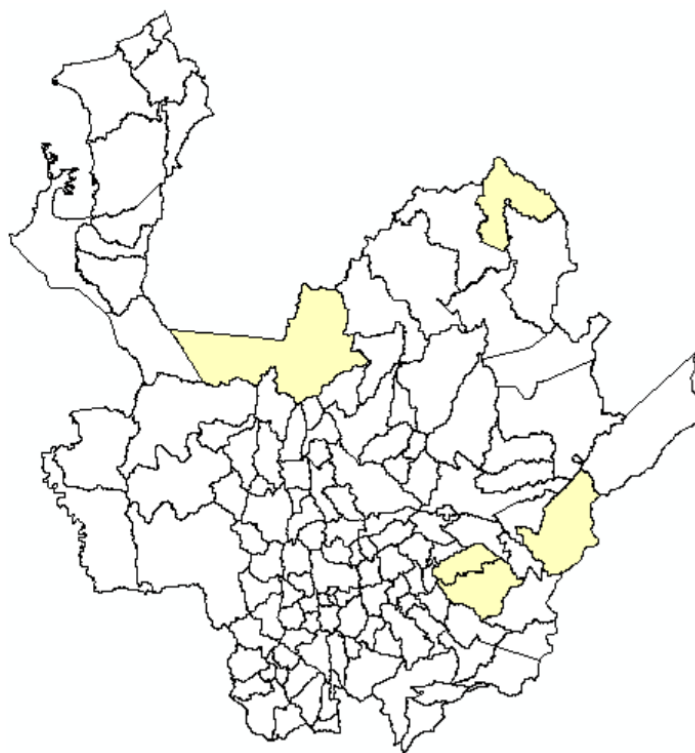


Figura 1: municipios priorizados para la problemática de daño en las áreas protegidas.

1.2 Daño a los ecosistemas por cultivos

Presentación: el daño a los ecosistemas por cultivos en el departamento se evidencia desde la presión que la actividad ejerce sobre los ecosistemas naturales.

1.2.1 Metodología de construcción

Supuesto: la presión de los ecosistemas por actividades agrícolas (cultivos), es posible rastrear a partir de tres elementos: la pérdida de ecosistemas entre 2018 y 2022, es decir, coberturas naturales que pasaron del 2018 a 2022 a coberturas asociadas a cultivos; la proporción municipal destinada a cultivos (intensidad de la actividad); y, por último, la mitigación de dicha presión desde la existencia de áreas protegidas.

Así, se planteó un índice que permitiera dar cuenta de la presión de la actividad sobre los ecosistemas naturales. Este consistió en una suma de valores normalizados que considera, además, factores α, β, γ que dan cuenta de la importancia de cada elemento que lo compone:



$$I_{crit} = \alpha * \left(\frac{\text{Área de cobertura natural en 2018} \rightarrow \text{Área de cultivo en 2022}}{\text{Área de cobertura natural en 2022}} \right) + \beta * \left(\frac{\text{Área cultivo en 2020}}{\text{Área municipal}} \right) - \gamma * \left(\frac{\text{Área de Área protegida}}{\text{Área municipal}} \right) \quad (1)$$

VARIABLES: Coberturas de la tierra para los años 2018 y 2022, y las áreas protegidas asociadas al RUNAP a 2022.

CRITERIOS DE SELECCIÓN: como primer paso se realizó un análisis de ganancia – pérdida de ecosistemas entre los dos años, 2018 y 2022. Este ejercicio se realizó a partir de la selección y reclasificación de las coberturas según lo dispuesto en la Tabla 3. Esto permitió, por medio de la sumatoria de los valores clasificados, conocer qué coberturas habían presentado ganancia, pérdida o se mantuvieron en las mismas coberturas durante 2018 y 2022, ya sea en coberturas naturales (ecosistemas), u otras coberturas. La

Tabla 4 presenta los valores asignados para la reclasificación y los resultados a obtener y su respectivo significado.

Tabla 3. Selección de coberturas como ecosistemas y otras coberturas.

Ecosistemas 2018	Otras coberturas 2018	Ecosistemas 2022	Otras coberturas 2022
3.1.1. Bosque denso	1.1.1. Tejido urbano continuo	3.1.1. Bosque denso	1.1.1. Tejido urbano continuo
3.1.2. Bosque abierto	1.1.2. Tejido urbano discontinuo	3.1.2. Bosque abierto	1.1.2. Tejido urbano discontinuo
3.1.3. Bosque fragmentado	1.2.1. Zonas industriales o comerciales	3.1.3. Bosque fragmentado	1.2.1. Zonas industriales o comerciales
3.1.4. Bosque de galería y ripario	1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	3.1.4. Bosque de galería y ripario	1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados
3.2.1. Herbazal	1.2.3. Zonas portuarias	3.2.1. Herbazal	1.2.3. Zonas portuarias
3.2.2. Arbustal	1.2.4. Aeropuertos	3.2.2. Arbustal	1.2.4. Aeropuertos
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	1.2.5. Obras hidráulicas	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	1.2.5. Obras hidráulicas
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	1.3.1. Zonas de extracción minera	4.1.1. Zonas Pantanosas	1.3.1. Zonas de extracción minera
4.1.1. Zonas pantanosas	1.4.1. Zonas verdes urbanas	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	1.3.2. Zona de disposición de residuos
4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	1.4.2. Instalaciones recreativas	4.2.1. Pantanos costeros	1.4.1. Zonas verdes urbanas



Ecosistemas 2018	Otras coberturas 2018	Ecosistemas 2022	Otras coberturas 2022
5.1.1. Ríos	2.1.1. Otros cultivos transitorios	5.1.1. Ríos	1.4.2. Instalaciones recreativas
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	2.1.2. Cereales	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	2.1.1. Otros cultivos transitorios
5.2.1. Lagunas costeras	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	5.2.1. Lagunas costeras	2.1.2. Cereales
	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos		2.1.5. Tubérculos
	2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos		2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos
	2.2.4. Cultivos agroforestales		2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
	2.2.5. Cultivos confinados		2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos
	2.3.1. Pastos limpios		2.2.4. Cultivos agroforestales
	2.3.2. Pastos arbolados		2.2.5. Cultivos confinados
	2.3.3. Pastos enmalezados		2.3.1. Pastos limpios
	2.4.1. Mosaico de cultivos		2.3.2. Pastos arbolados
	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos		2.3.3. Pastos enmalezados
6	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales		2.4.1. Mosaico de cultivos
2	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales		2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos
8	2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales		2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
4	3.1.5. Plantación forestal		2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales
	3.3.1. Zonas arenosas naturales		2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales
	3.3.2. Afloramientos rocosos		3.1.5. Plantación forestal
	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas		3.3.1. Zonas arenosas naturales
	3.3.4. Zonas quemadas		3.3.2. Afloramientos rocosos



Ecosistemas 2018	Otras coberturas 2018	Ecosistemas 2022	Otras coberturas 2022
	5.1.3. Canales		3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales		3.3.4. Zonas quemadas
			5.1.3. Canales
			5.1.4. Cuerpos de agua artificiales

Tabla 4. Matriz de clasificación para la ganancia - pérdida de ecosistemas.

Matriz de calificación		Ecosistemas 2022	Otras coberturas 2022
		1	3
Ecosistemas 2018	1	2 – Igual en coberturas boscosas	4 – Pérdida
Otras coberturas 2018	5	6 – Ganancia	8 – Igual en otras coberturas

Con base en estos resultados, es decir, una capa en términos de ganancia – pérdida, se procedió con la identificación de áreas que pasaron de cobertura naturales (ecosistemas) en 2018 a coberturas asociadas a cultivos. Esto se desarrolló a partir de la selección de las coberturas dispuestas en la Tabla 5. Se realizó una primera selección, ecosistema 2018, y dentro de esta, se seleccionaron las coberturas asociadas a cultivos a 2022.

Tabla 5. Criterios de selección empleados de ecosistemas a cultivos.

Selección Inicial 2018: ecosistemas	Selección 2020 dentro de la selección de 2018: ecosistemas a cultivos
3.1.1. Bosque denso	2.1.1. Otros cultivos transitorios
3.1.2. Bosque abierto	2.1.2. Cereales
3.1.3. Bosque fragmentado	2.1.5. Tubérculos
3.1.4. Bosque de galería y ripario	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos
3.2.1. Herbazal	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
3.2.2. Arbustal	2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	2.2.4. Cultivos agroforestales
4.1.1. Zonas pantanosas	2.2.5. Cultivos confinados
4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	2.4.1. Mosaico de cultivos
5.1.1. Ríos	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales



5.2.1. Lagunas costeras	2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales
	3.1.5. Plantación forestal

Una vez obtenida las áreas que pasaron de coberturas de ecosistemas a coberturas asociadas de cultivos, se procedió a calcular la proporción de dicha pérdida respecto a las coberturas naturales 2022 a nivel municipal. Este dato representa la pérdida relativa de ecosistemas susceptibles, es decir, municipios que hayan presentado mayor pérdida entre 2018-2022 de ecosistemas respecto a lo que queda en 2022, son más críticos.

A continuación, se calculó la intensidad de la actividad agrícola asociada a cultivos. Esto se realizó a partir del área municipal destinada a dichos usos a 2022. Este dato se presenta como una proporción de cultivos respecto al área municipal.

Por último, se calculó la proporción de las áreas protegidas respecto al área municipal. El cálculo no se realizó respecto a las coberturas naturales presentes a 2022, reconociendo que estas pueden incorporar zonas para la producción agrícola desde prácticas más amigables con el medio según su plan de manejo lo disponga. Este dato representa qué tanto el municipio puede mitigar la presión sobre los ecosistemas desde las prácticas asociadas a cultivos.

Así, con base en los resultados obtenidos, se procedió con la normalización de los datos a partir de máx-mín, lo que permitió obtener valores entre 0 y 1.

Según lo dispuesto en la fórmula 1, se asignaron valores a cada factor de la siguiente forma: $\alpha = 0.4$, $\beta = 0.35$ y $\gamma = 0.25$. Esto permitió obtener los valores del índice de criticidad por presión sobre los ecosistemas.

Algunos municipios (25) obtuvieron valores negativos, lo que significa que la proporción de áreas protegidas a nivel municipal compensa la presión que se puede dar desde las otras dos variables. Estos municipios se calificaron como 0 dentro del índice pues, no representan un estado crítico respecto a los otros.

Con base en este resultado, se calculó el percentil 0.8, y se seleccionaron los municipios mayores a dicho valor, esto, en aras de obtener los municipios más críticos del departamento.

1.2.2 Fuente

Coberturas de la Tierra (IDEAM, 2018, 2022), y Áreas protegidas (PNN, 2025).

1.2.3 Descripción de resultados

El número de municipios considerados críticos según el índice de criticidad por presión sobre los ecosistemas por cultivos, tomando los valores mayores al 80%, fue de 25.



Fueron 45 los municipios que obtuvieron valores negativos, asociados a la compensación por áreas protegidas respecto a la presión de las otras variables.

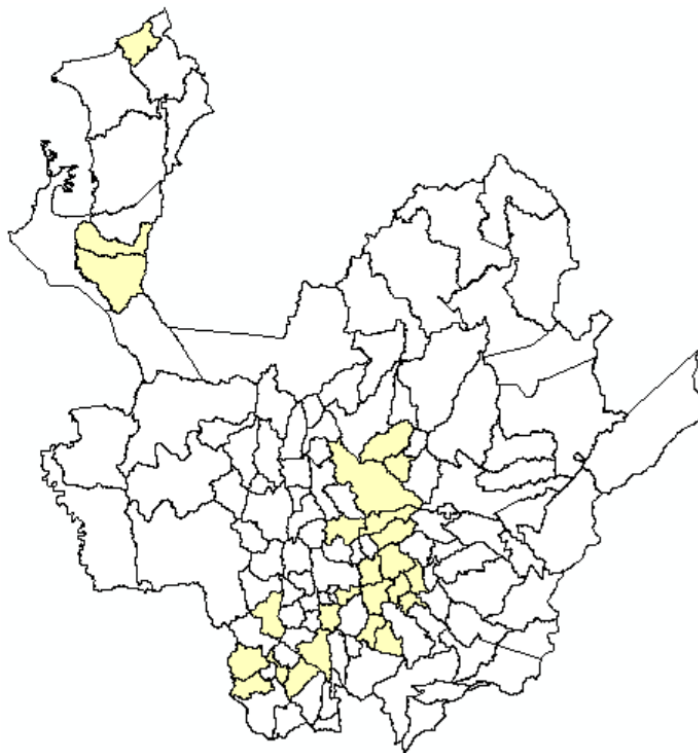


Figura 2: municipios priorizados para la problemática de daño a los ecosistemas por cultivos.

1.3 Daño a los ecosistemas por ganadería

El daño a los ecosistemas por ganadería en el departamento se evidencia desde la presión que la actividad ejerce sobre los ecosistemas naturales.

1.3.1 Metodología de construcción

Supuesto: la presión de los ecosistemas por actividades agrícolas (ganadería), es posible rastrear a partir de tres elementos: la pérdida de ecosistemas entre 2018 y 2022, es decir, coberturas naturales que pasaron del 2018 a 2022 a coberturas asociadas a ganadería; la proporción municipal destinada a ganadería (intensidad de la actividad); y, por último, la mitigación de dicha presión desde la existencia de áreas protegidas.



Así, se planteó un índice que permitiera dar cuenta de la presión de la actividad sobre los ecosistemas naturales. Este consistió en una suma de valores normalizados que considera, además, factores α, β, γ que dan cuenta de la importancia de cada elemento que lo compone:

$$I_{crit} = \alpha * \left(\frac{\text{Área de cobertura natural en 2018} \rightarrow \text{Área de ganado en 2022}}{\text{Área de cobertura natural en 2022}} \right) + \beta * \left(\frac{\text{Área ganado en 2020}}{\text{Área municipal}} \right) - \gamma * \left(\frac{\text{Área de Área protegida}}{\text{Área municipal}} \right) \quad (2)$$

Variabes: Coberturas de la tierra para los años 2018 y 2022, y las áreas protegidas asociadas al RUNAP a 2022.

Criterios de selección: se realizó un ejercicio de ganancia – pérdida de ecosistemas igual al planteado en la problemática de Daño a los ecosistemas por ganadería.

Con base en los resultados, se procedió con la identificación de áreas que pasaron de cobertura naturales (ecosistemas) en 2018 a coberturas asociadas a ganadería. Esto se desarrolló a partir de la selección de las coberturas dispuestas en la Tabla 6. Se realizó una primera selección, ecosistema 2018, y dentro de esta, se seleccionaron las coberturas asociadas a ganadería a 2022.

Tabla 6. Criterios de selección empleados de ecosistemas a ganado.

Selección inicial 2018: ecosistemas	Selección 2020 dentro de la selección de 2018: ecosistemas a ganado
3.1.1. Bosque denso	2.3.1. Pastos limpios
3.1.2. Bosque abierto	2.3.2. Pastos arbolados
3.1.3. Bosque fragmentado	2.3.3. Pastos enmalezados
3.1.4. Bosque de galería y ripario	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos
3.2.1. Herbazal	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
3.2.2. Arbustal	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	
4.1.1. Zonas pantanosas	
4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	
5.1.1. Ríos	
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	
5.2.1. Lagunas costeras	

Una vez obtenida las áreas que pasaron de coberturas de ecosistemas a coberturas asociadas a ganadería, se procedió a calcular la proporción de dicha pérdida respecto a las coberturas naturales 2022 a nivel municipal. Este dato representa la pérdida relativa de ecosistemas susceptibles, es decir, municipios que hayan presentado mayor pérdida entre 2018-2022 de ecosistemas respecto a lo que queda en 2022, son más críticos.



A continuación, se calculó la intensidad de la actividad agrícola asociada a ganadería. Esto se realizó a partir del área municipal destinada a dichos usos a 2022. Este dato se presenta como la proporción de ganadería respecto al área municipal.

Por último, se calculó la proporción de las áreas protegidas respecto al área municipal. El cálculo no se realizó respecto a las coberturas naturales presentes a 2022, reconociendo que estas pueden incorporar zonas para la producción agrícola desde prácticas más amigables con el medio según su plan de manejo lo disponga. Este dato se representa qué tanto el municipio puede mitigar la presión sobre los ecosistemas desde las prácticas asociadas a ganado.

Así, con base en los resultados obtenidos, se procedió con la normalización de los datos a partir de máx-mín, lo que permitió obtener valores entre 0 y 1.

Según lo dispuesto en la fórmula 1, se asignaron valores a cada factor de la siguiente forma: $\alpha = 0.4$, $\beta = 0.35$ y $\gamma = 0.25$. Esto permitió obtener los valores del índice de criticidad por presión sobre los ecosistemas.

Con base en este resultado, se calculó el percentil 0.75, y se seleccionaron los municipios mayores a dicho valor, esto, en aras de obtener los municipios más críticos del departamento.

1.3.2 Fuente

Coberturas de la Tierra (IDEAM, 2018, 2022), y Áreas protegidas (PNN, 2025).

1.3.3 Descripción de resultados

El número de municipios considerados críticos según el índice de criticidad por presión sobre los ecosistemas por cultivos, tomando los valores mayores al 80%, fue de 31.

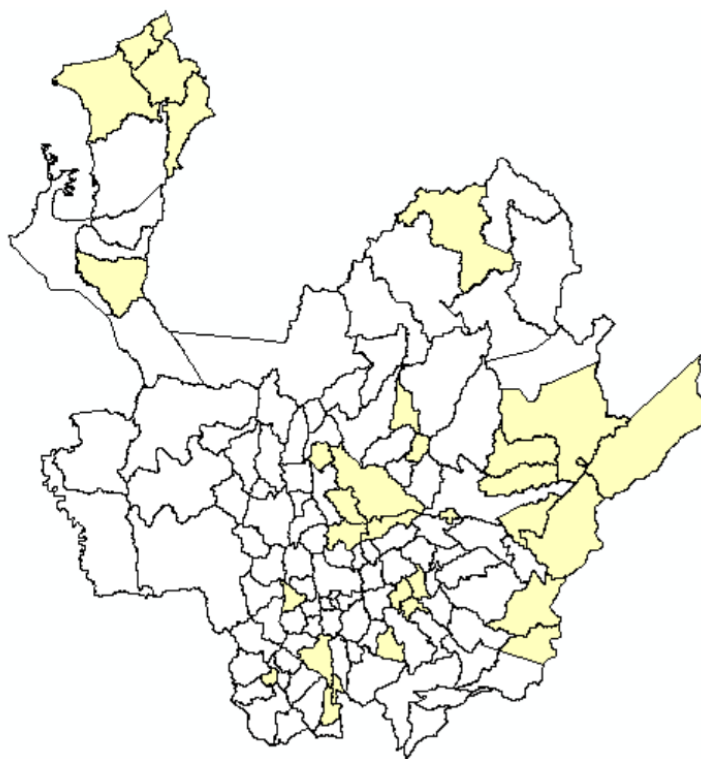


Figura 3: municipios priorizados para la problemática de daño a los ecosistemas por ganadería.

1.4 Daño a los ecosistemas por actividades mineras

El daño a los ecosistemas por actividades mineras es posible rastrearlo a partir de las coberturas de los suelos asociados a dichos usos. En este sentido, esta problemática se acota en términos de intervenciones superficiales.

1.4.1 Metodología de construcción

VARIABLES: Coberturas de la tierra.

Supuesto: las coberturas de la tierra permiten identificar áreas asociadas a usos mineros. Estas áreas pueden corresponder a minería formalizada o no; pero ante la dificultad de diferenciarlas, se consideran todas las disponibles desde la fuente de información. La solución planteada para dicho problema consiste en técnicas de biorremediación para suelos afectados por procesos mineros; en ese sentido, su aplicación implica que la actividad minera haya cesado. Esta solución reconoce que ciertas zonas del departamento, conocidas por ser focos de minería de oro – y que representan mayor área desde las coberturas disponibles-, poseen una mayor complejidad para aplicar la solución en términos del orden público, de ahí que, desde la espacialización de la problemática, se considere el total de información disponible asociados a otros materiales o



minerales que son extraídos y en donde, la solución pueda ser de mayor facilidad de aplicación. Si bien se puede relacionar esta selección de áreas asociadas a usos mineros en términos de pérdida de ecosistema en un periodo, se plantea el ejercicio bajo la consideración de que cualquier área con actividad minera implica un daño a los ecosistemas, independientemente del grado de conservación.

Criterios de selección: el daño a los ecosistemas por actividades mineras se calculó a partir de seleccionar las áreas de coberturas asociadas a minería a 2022 (Tabla 7). A partir de esta información se calculó la proporción de dichas áreas en términos municipales. Con este dato se procedió con su normalización mediante máx-min, obteniendo valores entre 0 y 1. Estos resultados permitieron seleccionar los municipios más críticos. El criterio para selección consistió en conservar los municipios que tuvieron valores normalizados por encima del cuantil 2, es decir, 25%. Este valor se definió en aras de mantener la mayor cantidad de municipios con otros materiales o minerales asociados a la extracción minera y que no solo quedaran los municipios con minería de oro, considerados como de mayor dificultad en la aplicación de la solución, que, además, poseen las mayores áreas.

Tabla 7. Criterios empleados para la selección de áreas con actividades mineras

Criterios de selección.
1.3.1. Zonas de extracción minera
1.3.1.1. Otras explotaciones mineras
1.3.1.4. Explotación de oro
1.3.1.5. Explotación de materiales de construcción

1.4.2 Fuente

Coberturas de la tierra (IDEAM, 2022).



1.4.3 Descripción de resultados

se obtuvieron 39 municipios considerados como críticos a partir de la información disponible.



Figura 4:municipios priorizados para la problemática de daño a los ecosistemas por actividades mineras.

1.5 Daño a ecosistemas por turismo ambiental

El daño a los ecosistemas por turismo ambiental se evidencia en ciertos municipios con atractivos naturales, que, además, son accesibles a los mayores núcleos urbanos del departamento.

1.5.1 Metodología de la construcción

Supuesto: el daño ambiental por turismo ambiental es posible rastrearlo desde los recorridos en entornos de naturaleza ofertados por distintas agencias. Además, desde un punto de vista prospectivo, se propone asociarlos a la accesibilidad. En tal sentido se incorporan las vías en construcción y en operación para el departamento. Se parte del supuesto de que, mayor accesibilidad pueden cambiar las dinámicas en dichos municipios, entre tanto es más fácil acceder a ellos y a sus atractivos turísticos.

Variables: Agencias de viaje y Concesiones de carreteras.



Criterios de selección:

Para la espacialización del daño de ecosistemas por turismo ambiental, se procedió con la indagación de cuáles son los destinos turísticos más recurrentes desde diferentes agencias de viajes en el departamento. Para ello, se empleó el buscador de Google, identificando 20 agencias que permitieron dar cuenta de los destinos con turismo ambiental más llamativos al año 2025: Camino Holístico, Antioquia es Mágica, Aventuras 2.0, Parche Viajes, Pangea Expedition, Naturescape Antioquia, Accionsports Adventure, Espíritu Libre, Tour del Ascadas, Vámonos de Caminata, Alcarahos Enrutados, Cinco Horizontes, Sol, Mar y Luna, Univiages, Destino Antioquia, Jardín Aventura, Fantasy Tour. Estas tendencias pueden variar en el tiempo debido a la disponibilidad de infraestructura para hacer más accesibles los atractivos, por ejemplo.

Dicha búsqueda arrojó algunos municipios asociados a turismo de naturaleza, a los cuales, se les sumaron otros derivados de la selección por colindancia con la infraestructura vial en construcción y operación.

Este resultado preliminar se filtró, adicionalmente, excluyendo municipios críticos en la problemática de daño a ecosistemas por minería (aquellos por encima del cuantil 50% en valores normalizados), ya que la minería puede limitar el turismo de naturaleza. Sin embargo, se incluyeron municipios entre el 25% y 50%.

Sobre esto, se encontraron tres casos a revisar, Buriticá, Amagá y La Pintada; el primero encontrándose dentro del rango aceptado desde la problemática de minería (25-50%), y que fue excluido de crítico en turismo dada el tipo de minería que se da en el territorio (oro); los otros dos, si bien se encontraban sobre el 50% desde minería, se incluyeron en turismo, al reconocer que, por su cercanía a Medellín, dinámicas asociadas al turismo de naturaleza pueden ser más fácilmente adoptadas.

1.5.2 Fuente

Agencias de viaje y Concesiones de carreteras (ANI, 2023)

1.5.3 Descripción de los resultados

El número de municipios rastreados a partir de las agencias de viaje fue de 34 (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Adicional, se le integran los 30 municipios resultado de incorporar el impacto de las vías en el corto plazo. Así, los municipios considerados críticos resultan en 64.



Figura 5: municipios priorizados para la problemática de daño ambiental por turismo ambiental.

1.6 Incendios Forestales

Los incendios forestales en el departamento se evidenciaron principalmente en entornos rurales, algunos, relacionados a actividades tradicionales como la quema para la preparación de la tierra en cultivos, y otros, asociados a malas prácticas en la disposición de residuos sólidos, e incluso, para liberar espacio para la ocupación informal.

1.6.1 Metodología de construcción

Supuesto: los incendios forestales como problemática se pueden rastrear desde información oficial que dé cuenta de la predisposición a estos y los reportes datados, ya sea por parte de la comunidad o por medio de información satelital. Los municipios con dicha problemática son más críticos si, además, no poseen una Estrategia Municipal para la Respuesta de Emergencias.

Variables: se emplearon variables como la Predisposición a incendios forestales, Reportes de incendios en el departamento, el Estado de las EMRE en el departamento y Puntos calientes; este último corresponde a reportes de anomalías de temperatura registrados por medio de satélites.



Criterios de selección: el criterio empleado para dar cuenta de la criticidad de la problemática constó en la intersección de las cuatro fuentes de información mencionadas.

La capa de predisposición de incendios forestales se compone de tres categorías: Alta, Baja y Moderada; para el ejercicio se seleccionaron únicamente los polígonos clasificados como Alta y Moderada. Los datos del DAGRAN se filtraron para los años 2020 – 2024. Respecto al estado de las EMRE, se seleccionaron como de interés los municipios que clasificados como “No tiene”, según la información disponible.

Sobre los puntos de calor, se emplearon dos fuentes de información satelital: MODIS (Aqua y Terra) y VIIRS (NOAA-20, NOAA-21 y Suomi-NPP), de las cuales el IDEAM realiza una organización preliminar.

Estos datos poseen diversos atributos que se emplearon dentro del ejercicio a modo de filtro, entre ellos si el reporte fue diurno o nocturno; esto permite dar cuenta de reportes más veraces (nocturnos) que otros (diurnos) debido a otros factores que podrían indicar errores de medición.

Teniendo como base los atributos de la variable, se plantearon los siguientes filtros en aras de obtener el número de reportes con mayor probabilidad de representar puntos de calor asociados a incendios, disminuyendo la existencia de errores en los datos. A continuación, se presentan los criterios empleados a partir de los atributos:

1. **Confianza:** la confianza indica la probabilidad de que un píxel detectado corresponda a un incendio. VIIRS clasifica en Alta, Nominal y Baja; MODIS en términos porcentuales. Para el ejercicio se planteó considerar los siguientes niveles de confianza:
 - Nocturnos: VIIRS ("Alta" o "Nominal"), MODIS (>80%).
 - Diurnos: VIIRS ("Alta" o "Nominal"), MODIS (>80%).
2. **Temperatura (C):**
 - Nocturnos: >500°C.
 - Diurnos: >600°C.
3. **Radiación térmica (MW):** este atributo mide la intensidad del fuego. Los valores asignados para el presente ejercicio se sustentan en lo planteado por Wooster et al. (2005) y Armenteras et al. (2013):
 - Nocturnos: >40 MW.
 - Diurnos: >90 MW.
4. **Scan y Track:** estas variables medidas en kilómetros indican el tamaño real del píxel observado por sensores satelitales en la superficie terrestre. Valores menores indican mayor resolución espacial debido a que a píxeles más pequeños y precisos (más cercanos al centro de la imagen). Con base en esto, se seleccionaron, para ambos casos, valores menores a 50 km.
5. **Temperatura Alt (C):** representa una medición de temperatura en una banda espectral secundaria o alternativa, distinta de la banda principal usada para calcular la temperatura principal. Se le asignó un valor de 100°C con tal de que sea lo suficientemente alta para



superar la temperatura ambiental o reflejos que se puedan dar en horas diurnas, y, además, superar condiciones normales en los datos nocturnos.

Una vez realizado esto, se procedió con la intersección de los datos, permitiendo seleccionar los municipios que cumplan con la existencia de los puntos caliente, reporte de incendios y áreas con predisposición a incendios forestales.

Con base en un resultado preliminar se incluyeron algunos municipios en donde se cumplían dos condiciones: 1) municipios en donde existen diversos reportes de puntos calientes y que coinciden con áreas asociadas a predisposición de incendios, pero no tienen datos del DAGRAN; o, 2) municipios que presentan agrupaciones de puntos caliente y reportes de DAGRAN, pero no predisposición. Así, el número de municipios obtenidos fue de 71.

Un último filtro de intersección constó de incorporar la existencia de Estrategia Municipal de Respuesta a Emergencias (EMRE). Esto permitió seleccionar municipios que no contaran con dicha estrategia y que, además, tuvieran criticidad a incendios.

1.6.2 Fuente

Puntos calientes (IDEAM, 2025; NASA, 2025; NASA VIIRS Land Science Team, 2025), Estado de EMRE (DAGRAN & Gobernación de Antioquia, 2025a), reporte de incendios (DAGRAN & Gobernación de Antioquia, 2025b), y Mapa de Predisposición a Incendios Forestales (IGAC, 2024).

1.6.3 Descripción de resultados

El número de municipio considerados como críticos dentro de la problemática, fue de 21.

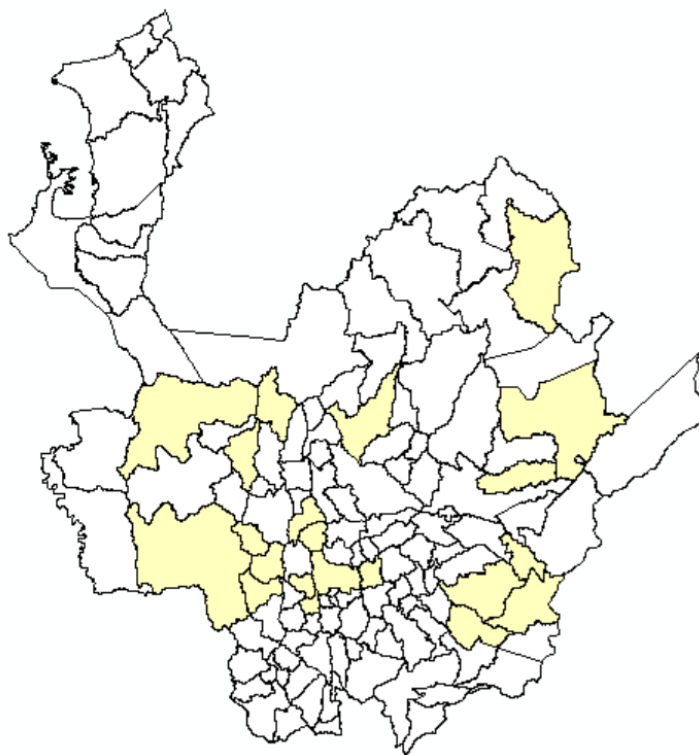


Figura 6: municipios priorizados para la problemática de incendios forestales.

1.7 Daño ambiental por especies invasoras.

El daño ambiental por especies invasoras se evidenció en algunos sitios del departamento, algunos, asociados a especie reconocidas como el caracol africano.

1.7.1 Metodología de construcción

Supuesto: el daño ambiental por especies invasoras puede rastrearse desde su existencia en ciertos municipios. Si bien no da cuenta del daño, su presencia en sí misma sí permite hablar de ecosistemas más vulnerables a ciertos efectos que estas especies puedan ocasionar como el desplazamiento de fauna y flora local por competencia.

Variables: se hizo uso de los reportes de avistamiento de fauna y flora en la plataforma iNaturalis para las siguientes especies: buchón de agua (*Eichhornia crassipes*), ojo de poeta (*Thunbergia alata*), retamo espinoso (*Ulex europaeus*), garza ganadera (*Ardea ibis*), rana toro (*Aquarana catesbeiana*), hipopótamo (*Hippopotamus amphibius*), caracol africano (*Lissachatina fulica*)

Criterios de selección: para espacializar esta problemática se emplearon datos de la plataforma iNaturalis, que emplea información datada por distintas personas a nivel nacional. Se filtró por departamento para las especies consideradas invasoras y que se mencionaron anteriormente. Si



bien no es la totalidad de especies consideradas como invasoras, representan las más comunes. Esta información contiene coordenadas geográficas del lugar en el que se realizó el avistamiento lo que permitió su georreferenciación. Dichos avistamientos se filtraron por *Revisado – sí*; es decir, que la información había sido corroborada por otros usuarios por medio de la descripción dada y la fotografía proporcionada.

A partir de esta información, una vez especializada, se realizó la selección de los municipios en donde se encuentran ubicados por lo menos un caso datado.

Se seleccionaron 93 municipios del departamento que contendrán la problemática asociada al daño de ecosistemas por especies invasoras.

A este resultado se le adicionó un filtro, entendiendo que dichos avistamientos son muy pocos en algunos municipios, se seleccionan municipios que tengan por lo menos 10 casos avistados.

1.7.2 Fuente

iNaturalist (2025)

1.7.3 Descripción de los resultados

Así, dentro de la problemática asociada al daño de los ecosistemas por especies invasoras, se obtuvo como municipios críticos, un total de 27.

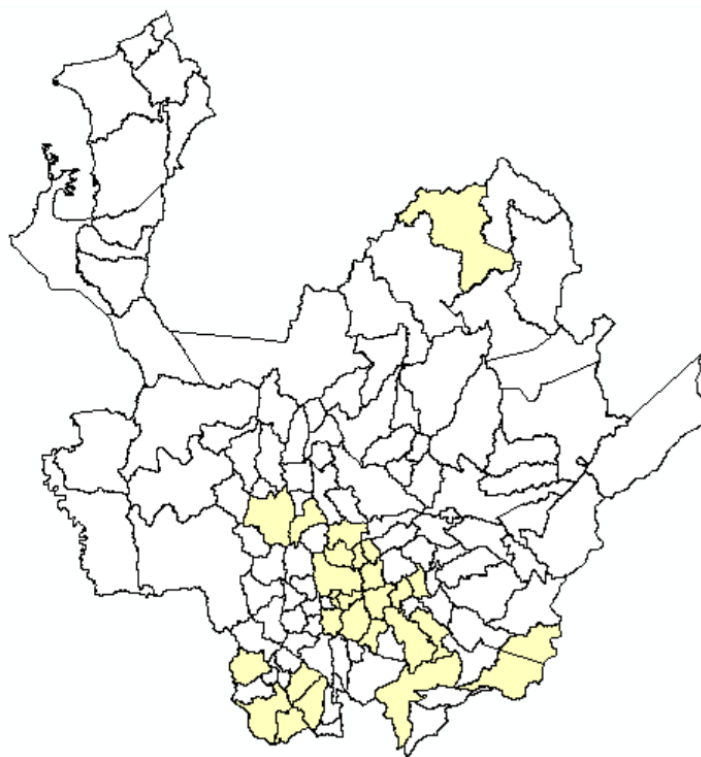


Figura 7: municipios priorizados para la problemática de daño ambiental por especies invasoras.



2. Dimensión de Agricultura

Esta dimensión comprende las problemáticas directamente relacionadas con la producción agropecuaria, las prácticas y modelos empleados en el campo, que podrían mejorarse para beneficiar a la población que depende de estas actividades, o para reducir afectaciones ambientales por contaminación o degradación del entorno.

2.1 Disminución de producción en ganadería

En el caso de la ganadería, la problemática se relaciona con la disminución del número de cabezas de ganado bovino reportadas en diferentes municipios del departamento durante los últimos años. Esta reducción en el hato bovino refleja una pérdida progresiva en la capacidad productiva del sector pecuario, lo que genera efectos tanto económicos como sociales en las comunidades que dependen de esta actividad.

2.1.1 Metodología de construcción del dato

Supuesto: La producción ganadera en Antioquia enfrenta una tendencia de contracción productiva, observable a través de la reducción en el número de cabezas bovinas registradas de manera oficial mediante los registros anuales de las EVAs. Este descenso sostenido es un indicador válido para priorizar territorios, bajo el entendido de que la caída en el hato bovino compromete tanto la productividad como la estabilidad socioeconómica local.

Variables utilizadas:

Número de cabezas de ganado bovino por municipio (2019–2024): registros anuales provenientes de las Evaluaciones Agropecuarias (EVAs).

Criterios de selección (paso a paso):

Cálculo de tasas anuales de variación:

$$Tasa\ de\ animales_{(n)} = \frac{Cabezas\ año_{(n)} - Cabezas\ año_{(n-1)}}{Cabezas\ año_{(n-1)}}$$

Este cálculo permitió medir el crecimiento o decrecimiento porcentual del hato bovino año a año.

Promedio de tasas de variación: con las tasas anuales de cada municipio se construyó un promedio simple para el periodo 2019–2024, que resume la tendencia general de crecimiento o disminución del hato bovino en el tiempo.

Determinación de la tendencia:



Municipios con promedio **negativo (< 0)** → considerados como territorios con **disminución sostenida** de la producción bovina.

Municipios con promedio **cero o positivo (≥ 0)** → considerados como territorios estables o con crecimiento.

Selección de municipios críticos: se priorizaron aquellos municipios en donde el promedio de variación resultó negativo, interpretándose como zonas en **retroceso productivo** dentro del periodo analizado.

2.1.2 Fuente

Evaluaciones Agropecuarias (EVAs), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019–2024.

2.1.3 Resultados

Tabla 8. Municipios priorizados para la problemática disminución de la producción en ganadería.

DANE	Municipio	DANE	Municipio	DANE	Municipio
05002	Abejorral	05697	Santuario	05591	Puerto Triunfo
05004	Abriaquí	05266	Envigado	05607	El Retiro
05030	Amagá	05282	Fredonia	05615	Rionegro
05034	Andes	05306	Giraldo	05631	Sabaneta
05036	Angelópolis	05318	Guarne	05642	Salgar
05051	Arboletes	05321	Guatapé	05647	San Andrés de Cuerquia
05059	Armenia	05364	Jardín	05658	San José de La Montaña
05088	Bello	05368	Jericó	05659	San Juan de Urabá
05086	Belmira	05376	La Ceja	05664	San Pedro de Los Milagros
05129	Caldas	05400	La Unión	05665	San Pedro de Urabá
05134	Campamento	05411	Liborina	05670	San Roque
05145	Caramanta	05440	Marinilla	05674	San Vicente
05147	Carepa	05001	Medellín	05679	Santa Bárbara
05172	Chigorodó	05467	Montebello	05756	Sonsón
05190	Cisneros	05480	Mutatá	05792	Tarso
05101	Ciudad Bolívar	05483	Nariño	05809	Titiribí
05209	Concordia	05495	Nechí	05819	Toledo
05212	Copacabana	05490	Necoclí	05842	Uramita
05240	Ebéjico	05576	Pueblorrico	05856	Valparaíso
05148	Carmen de Viboral	05585	Puerto Nare	05861	Venecia
				05873	Vigía del Fuerte

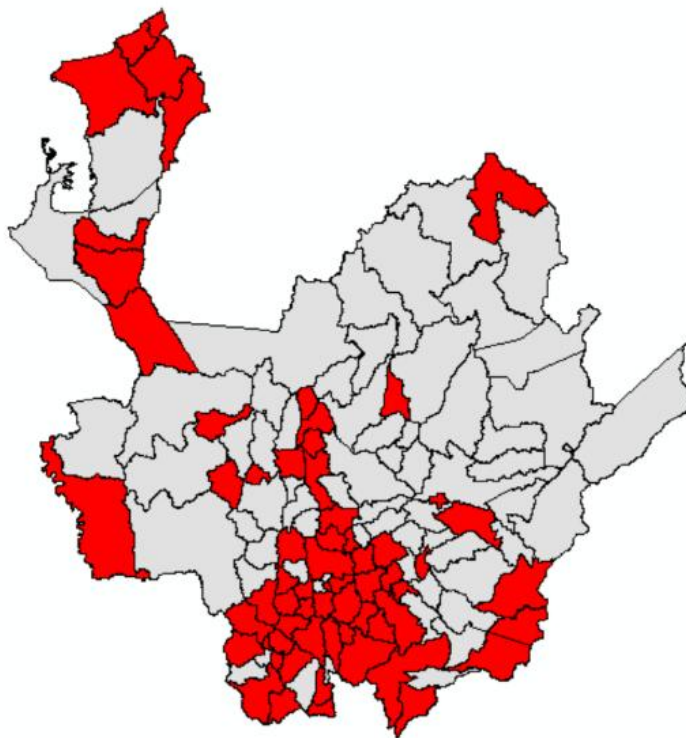


Figura 8: municipios priorizados para la problemática disminución de producción en ganadería.

2.2 Disminución de producción en cultivos

En el ámbito agrícola, la problemática identificada corresponde a la disminución en los rendimientos de los cultivos reportados en distintos municipios. La caída en la productividad agrícola es un indicador que refleja dificultades estructurales en el sector, con repercusiones directas sobre la seguridad alimentaria y la sostenibilidad económica de los territorios.

2.2.1 Metodología de construcción del dato

Supuesto: La producción agrícola en Antioquia muestra una tendencia de disminución en sus rendimientos, lo cual representa un signo de pérdida de capacidad productiva. Este descenso sostenido se asume como un indicador válido para priorizar municipios, considerando que afecta tanto la disponibilidad de alimentos como la estabilidad de los ingresos rurales.

Variables utilizadas

Rendimientos agrícolas por cultivo y municipio (2019–2023): datos reportados en las Evaluaciones Agropecuarias (EVAs).

Criterios de selección (paso a paso)



Cálculo de tasas de variación anual por cultivo:

$$Tasa\ de\ cultivo_{(n)} = \frac{Rendimiento\ año_{(n)} - Rendimiento\ año_{(n-1)}}{Rendimiento\ año_{(n-1)}}$$

Este cálculo permitió medir el crecimiento o decrecimiento porcentual de los rendimientos agrícolas año a año.

Promedio por cultivo: Para cada cultivo en cada municipio se calculó el promedio de sus tasas de variación anuales en el periodo 2019–2023.

Promedio general municipal: Con los promedios por cultivo, se construyó un promedio integrado por municipio, reflejando la tendencia global de la productividad agrícola en ese territorio.

Determinación de la tendencia:

Municipios con promedio negativo (< 0) → considerados como territorios con disminución sostenida de la productividad agrícola.

Municipios con promedio cero o positivo (≥ 0) → considerados como territorios estables o en crecimiento.

Selección de municipios críticos: Se priorizaron aquellos municipios en donde el promedio general resultó negativo, interpretándose como zonas en retroceso productivo agrícola dentro del periodo analizado.

2.2.2 Fuente

Evaluaciones Agropecuarias (EVAs), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019–2023.

2.2.3 Resultados

Tabla 9. Municipios priorizados para la problemática disminución de la producción en cultivos

DANE	Municipio	DANE	Municipio
05051	Arboletes	05361	Ituango
05059	Armenia	05380	La Estrella
05079	Barbosa	05495	Nechí
05093	Betulia	05579	Puerto Berrío
05138	Cañasgordas	05659	San Juan de Urabá
05190	Cisneros	05042	Santa Rosa de Osos
05101	Ciudad Bolívar	05792	Tarso
05206	Concepción	05885	Yalí
05321	Guatapé	05887	Yarumal

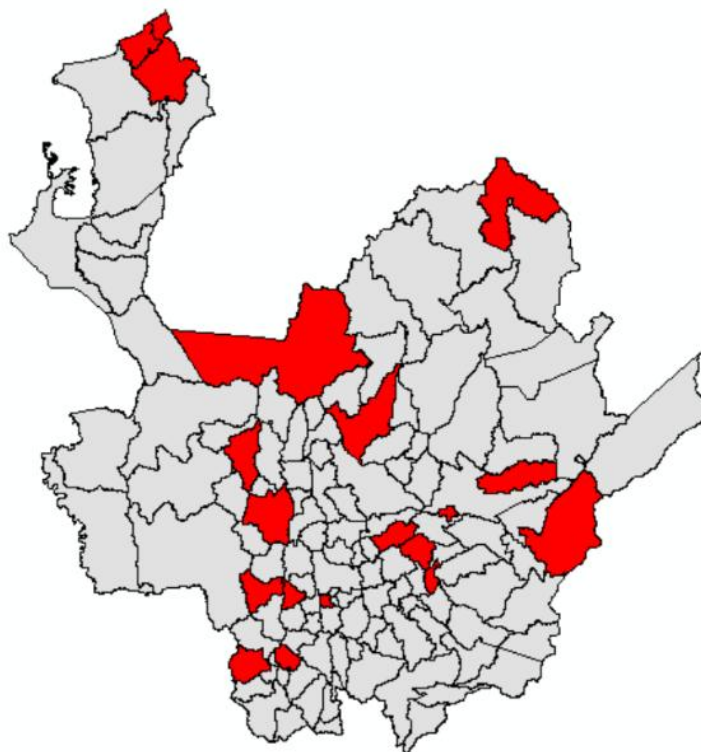


Figura 9: municipios priorizados para la problemática disminución de la producción en cultivos.

2.3 Daños ambientales causados por prácticas agrícolas

La problemática ambiental identificada corresponde a aquellos territorios donde la expansión de los usos agropecuarios ha generado una pérdida significativa de la cobertura boscosa. Este cambio en el uso del suelo, asociado principalmente a la ampliación de la frontera agrícola y a prácticas ganaderas extensivas, ha producido impactos negativos que comprometen la conservación de los ecosistemas y ponen en riesgo la sostenibilidad territorial. La deforestación vinculada a estas actividades afecta la regulación hídrica, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, incrementando la vulnerabilidad ambiental de los municipios más afectados.

2.3.1 Metodología de construcción del dato

Supuesto: La pérdida de cobertura boscosa transformada hacia usos agropecuarios constituye un indicador directo del impacto ambiental de las prácticas agrícolas y ganaderas. Se asume que los municipios donde este fenómeno es más intenso presentan mayor deterioro ambiental y, por lo tanto, deben ser priorizados en las estrategias de conservación y gestión sostenible del territorio.



VARIABLES UTILIZADAS

Cobertura de la tierra del 2018 y 2022): insumos construidos a partir de la metodología CORINE Land Cover.

CRITERIOS DE SELECCIÓN (PASO A PASO)

Reclasificación de coberturas: las capas de coberturas de CORINE Land Cover de 2018 y 2022 fueron simplificadas en dos categorías:

- Áreas boscosas.
- Áreas destinadas a usos agropecuarios (agrícolas y ganaderos).

Cruce temporal de coberturas: se identificaron las áreas que en 2018 estaban clasificadas como bosque y que, en 2022, aparecían transformadas en usos agropecuarios.

Cuantificación de pérdida de bosque: para cada municipio se calcularon las hectáreas de bosque transformadas hacia actividades agropecuarias.

Ordenamiento municipal: los municipios fueron clasificados de mayor a menor pérdida boscosa para identificar patrones de presión ambiental.

Determinación del umbral de priorización: se calculó el percentil 82 de la distribución, tomado como valor de corte para definir los municipios con pérdidas más significativas.

Selección de municipios críticos: fueron priorizados aquellos municipios cuya pérdida de bosque hacia usos agropecuarios superó el valor correspondiente al percentil 82.

2.3.2 Fuente

IDEAM, 2018 e IDEAM, 2022. Coberturas de la tierra según CORINE Land Cover, 2018 y 2022.



2.3.3 Resultados

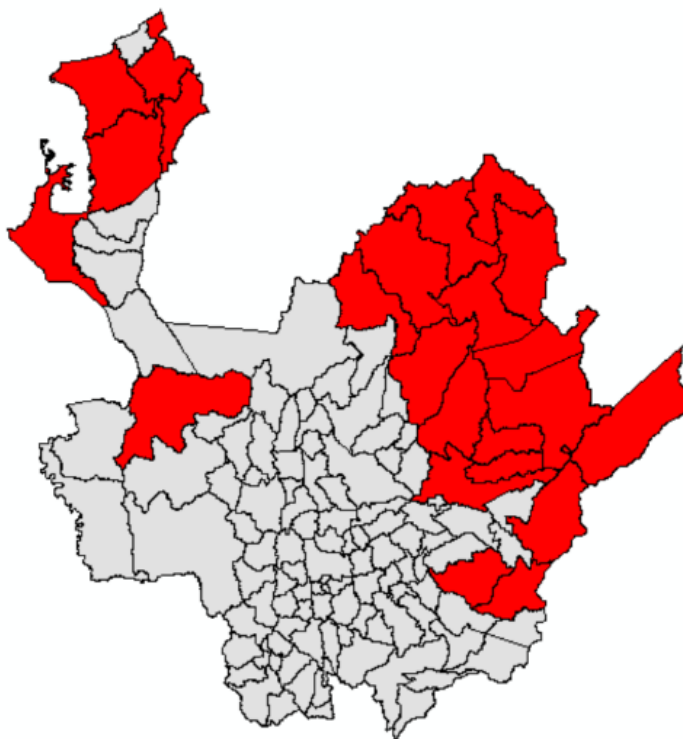


Figura 10: municipios priorizados para la problemática de daños ambientales causados por prácticas agrícolas.

2.4 Uso inadecuado del suelo para el modelo de capacidad de acogida de ganadería

La problemática corresponde a aquellas áreas donde actualmente existen coberturas clasificadas como cultivos según la metodología CORINE Land Cover 2022, pero que, al ser evaluadas mediante el modelo de capacidad de acogida para la ganadería, resultan con aptitud media o alta. En estos casos, el uso actual no coincide con la vocación natural del suelo, pues se destinan a la agricultura territorios que presentan condiciones biofísicas y funcionales más apropiadas para la actividad ganadera.

De igual manera, también se identificaron zonas que hoy están ocupadas por actividades ganaderas, pero que presentan baja aptitud para dicha actividad, lo que igualmente constituye un uso inadecuado del suelo. Esta tensión entre vocación y uso actual refleja una problemática relevante para la sostenibilidad territorial y la planificación del ordenamiento rural.



2.4.1 Metodología de construcción del dato

Supuesto: se parte del supuesto de que los suelos deben usarse conforme a su vocación, en este caso definida en términos de la capacidad de acogida para la ganadería. Cuando existe discordancia entre el uso actual (cultivos o ganadería) y la aptitud del suelo, se configura una condición de conflicto o uso inadecuado. Identificar estos territorios permite focalizar esfuerzos de reconversión productiva y orientar decisiones de ordenamiento.

Variables utilizadas:

Coberturas de la tierra según CORINE Land Cover 2022.

Modelo de capacidad de acogida para la ganadería (aptitud y vulnerabilidad).

Información base para construcción del modelo: pendiente, clima, cercanía a centros poblados, factores de erosión, drenaje y proximidad a cuerpos de agua.

Extensión total municipal (para relativizar los conflictos de uso).

Criterios de selección (paso a paso):

Reclasificación de coberturas CORINE 2022:

Ganadería: pastos limpios, pastos arbolados y pastos enmalezados.

Cultivos: cultivos permanentes arbustivos, arbóreos, agroforestales, otros cultivos transitorios, cereales, cultivos permanentes herbáceos y cultivos confinados.

Construcción del modelo de aptitud para ganadería: El modelo se generó a partir de tres variables: pendiente, clima y cercanía a centros poblados. Inicialmente se contemplaban variables de accesibilidad vial (vías primarias y secundarias), con un peso de 0.40; sin embargo, fueron eliminadas porque sesgaban la aptitud hacia zonas cercanas a carreteras. Para compensar esta exclusión, se redistribuyeron los pesos de manera proporcional: pendiente (0.50), clima (0.3333) y cercanía a centros poblados (0.1667). Estos valores se integraron en un álgebra de mapas en ArcGIS 10.8, que permitió generar un ráster continuo de aptitud.

Clasificación de la aptitud: El ráster resultante fue reclasificado en tres categorías mediante intervalos iguales: Baja (0.33 – 3.55); Media (3.55 – 6.78); Alta (6.78 – 10).

Construcción de la vulnerabilidad ganadera: Se integraron factores de erosión, drenaje y proximidad a cuerpos de agua, con pesos iguales. Para armonizar con la escala de aptitud, la codificación fue invertida: baja vulnerabilidad = 12, media = 6, alta = 2.

Capacidad de acogida: Del cruce entre aptitud y vulnerabilidad resultó la capacidad de acogida para la ganadería, clasificada en: Alta (uso permitido); Media (uso condicionado); Baja (uso no permitido).

Identificación de usos: adecuados/inadecuados: Se comparó la capacidad de acogida frente a los usos actuales del suelo:

**Usos inadecuados:**

Áreas con aptitud media o alta para ganadería actualmente ocupadas por cultivos.

Áreas con baja aptitud para ganadería actualmente ocupadas por ganadería.

Usos adecuados:

Áreas con baja aptitud para ganadería que se mantienen como cultivos.

Áreas con aptitud media o alta para ganadería actualmente ocupadas por ganadería.

Cuantificación y priorización: los resultados fueron convertidos a formato poligonal e intersecados con los límites municipales. De esta manera se cuantificaron las hectáreas en condición de conflicto para cada municipio. Con el fin de priorizar, no se utilizó únicamente el área absoluta en conflicto, sino la proporción que este representaba frente al área total del municipio. Esta decisión metodológica evitó que los municipios de gran extensión quedaran sobrerrepresentados.

Finalmente, se seleccionaron como municipios críticos aquellos que superaron el percentil 80 % en términos de proporción de área en conflicto.

2.4.2 Fuente

IDEAM, 2022. Coberturas de la tierra según CORINE Land Cover 2022.

Modelo de capacidad de acogida para la ganadería, construcción propia en ArcGIS 10.8.

Límites municipales, IGAC.



2.4.3 Resultados

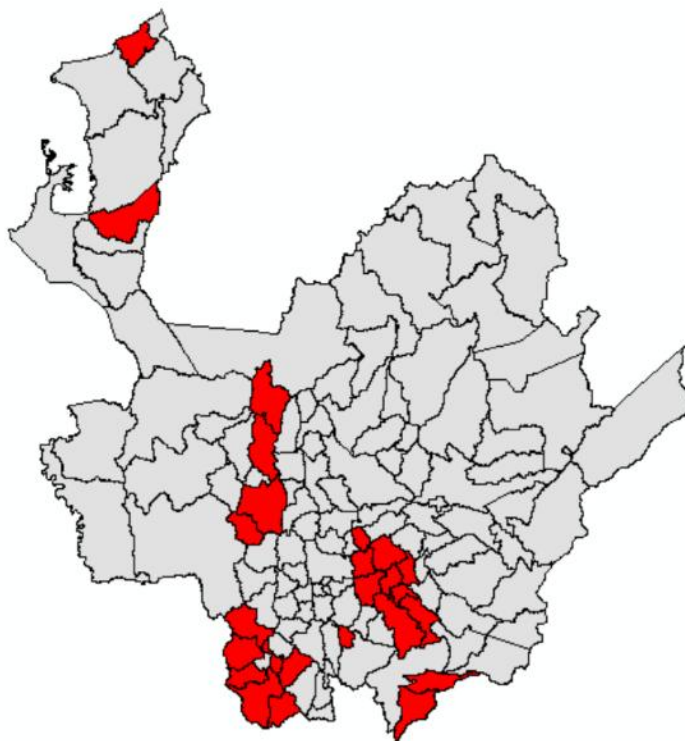


Figura 11: municipios priorizados para la problemática de uso inadecuado del suelo para el modelo de capacidad de acogida de ganadería

2.5 Uso inadecuado del suelo para el modelo de capacidad de acogida de cultivos

La problemática corresponde a aquellas áreas donde actualmente existen coberturas asociadas a la ganadería, según las coberturas de la tierra CORINE Land Cover 2022, pero que, al ser evaluadas mediante el modelo de capacidad de acogida para cultivos, presentan aptitud media o alta para cultivos. En estas situaciones, el territorio se destina a pastoreo cuando, en realidad, posee condiciones más favorables para la agricultura, lo cual constituye un uso inadecuado del suelo.

Del mismo modo, se considera uso inadecuado cuando áreas con aptitud baja para cultivos están siendo explotadas como cultivos, ya que ello indica una discordancia entre la vocación del suelo y su uso actual. Esta doble dimensión del conflicto (cultivos en suelos de baja aptitud y ganadería en suelos con alta aptitud agrícola) refleja un desaprovechamiento del potencial productivo y compromete la sostenibilidad territorial.



2.5.1 Metodología de construcción del dato

Supuesto: Se asume que los suelos deben utilizarse preferentemente conforme a su aptitud agrícola: los suelos con aptitud alta o media deberían priorizarse para cultivos, y aquellos con aptitud baja deberían orientarse hacia usos distintos (por ejemplo, ganadería extensiva o conservación). Cuando existe discordancia entre la vocación (aptitud) y el uso actual (cultivos o ganadería) se configura un conflicto de uso que debe ser identificado para informar procesos de reconversión productiva y ordenamiento territorial.

Variables utilizadas:

Coberturas de la tierra según CORINE Land Cover 2022.

Modelo de capacidad de acogida para cultivos (sólo aptitud).

Información base para construcción del modelo: pendiente, clima, cercanía a centros poblados,

Extensión total municipal (para relativizar los conflictos de uso).

Criterios de selección (paso a paso)

Reclasificación de coberturas CORINE 2022: Para simplificar el análisis se consolidaron las clases en dos grupos principales:

Cultivos: cultivos permanentes arbustivos, cultivos permanentes arbóreos, cultivos agroforestales, otros cultivos transitorios, cereales, cultivos permanentes herbáceos y cultivos confinados.

Ganadería: pastos limpios, pastos arbolados y pastos enmalezados.

Construcción del modelo de aptitud agrícola: El modelo se elaboró en ArcGIS (álgebra de mapas) utilizando las variables pendientes, clima y cercanía a centros poblados. Se excluyó la variable de accesibilidad vial para evitar el sesgo de concentrar aptitud en zonas próximas a carreteras. Tras eliminarla se renormalizaron los pesos de las variables, quedando: pendiente = 0.1667; clima = 0.4167; cercanía a centros poblados = 0.4167. La combinación ponderada de estas tres capas generó un ráster continuo de aptitud agrícola.

Clasificación de la aptitud: El ráster continuo de aptitud fue reclasificado en tres categorías por intervalos iguales: baja, media y alta aptitud agrícola. Estas categorías constituyen la base de la capacidad de acogida para cultivos.

Contraste aptitud — uso actual (identificación de usos: adecuados / inadecuados): Se cruzó la capa de aptitud agrícola con las coberturas CORINE para establecer reglas dicotómicas que caracterizan cada polígono territorial como **adecuado** o **inadecuado** respecto a la actividad agrícola:

Usos adecuados:



Zonas con alta o media aptitud agrícola que están ocupadas por cultivos (coherencia vocación–uso).

Zonas con baja aptitud agrícola que están ocupadas por ganadería (uso acorde a baja aptitud para cultivo).

Usos inadecuados:

Zonas con alta o media aptitud agrícola que están ocupadas por ganadería (se desaprovecha potencial agrícola).

Zonas con baja aptitud agrícola que están ocupadas por cultivos (uso incompatible con la vocación para cultivo).

Conversión a polígono e intersección municipal: El resultado ráster se vectorizó (polígonos) y se intersecó espacialmente con los límites de los 125 municipios de Antioquia, de modo que cada polígono quedó etiquetado como adecuado o inadecuado.

Cuantificación del conflicto y relativización por área municipal: Para cada municipio se calculó el área total en hectáreas en condición de conflicto. Para evitar sesgos por tamaño municipal, la magnitud del conflicto se relativizó: se obtuvo la proporción de área en conflicto respecto al área total del municipio (conflicto proporcional = hectáreas en conflicto / hectáreas municipales). Esto asegura que municipios pequeños con alta incidencia relativa no queden ocultos frente a municipios grandes con mayor área absoluta pero menor participación relativa.

Priorización: Los municipios se ordenaron según el indicador de conflicto proporcional. Con el fin de jerarquizar objetivamente, se consideraron municipios críticos aquellos cuya proporción de área en conflicto superó el percentil 80 de la distribución de ese indicador entre los 125 municipios.

2.5.2 Fuente

IDEAM, 2022. Coberturas de la tierra según CORINE Land Cover 2022.

Modelo de capacidad de acogida para la ganadería, construcción propia en ArcGIS 10.8.

Límites municipales, IGAC.



2.5.3 Resultados

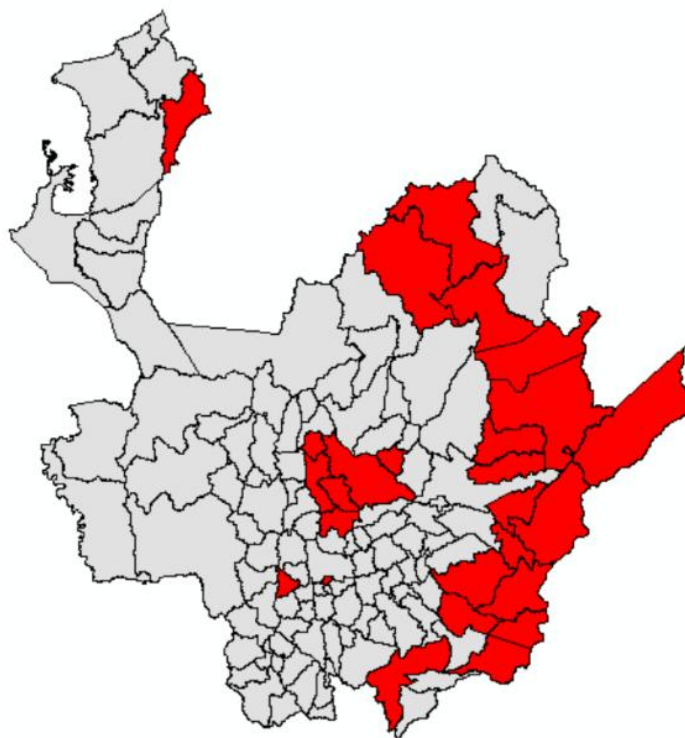


Figura 12: municipios priorizados para la problemática de uso inadecuado del suelo para el modelo de capacidad de acogida de cultivos.

2.6 Ineficiente asistencia técnica para agricultores

La problemática corresponde a la nula asistencia técnica brindada por parte del Estado hacia los productores agropecuarios del departamento de Antioquia durante el periodo comprendido entre los años 2021 y 2023. La ausencia de acompañamiento técnico limita la transferencia de conocimiento, la adopción de prácticas productivas sostenibles y la implementación de innovaciones en los sistemas de producción, afectando la productividad y competitividad del sector rural.

Esta situación refleja brechas en la articulación institucional y en la capacidad de gestión de los programas de extensión agropecuaria, especialmente en aquellos municipios que no recibieron ningún tipo de asistencia técnica de manera continua durante los tres años analizados.

2.6.1 Metodología de construcción del dato

Supuesto:

La ausencia total de asistencia técnica agropecuaria durante los años 2021, 2022 y 2023



evidencia una ineficiencia estructural en la cobertura y gestión del servicio de extensión agropecuaria en el territorio.

Variables utilizadas:

Registro municipal de asistencia técnica agropecuaria, según el Plan Departamental de Extensión Agropecuaria de Antioquia (PDEA) para los años 2021, 2022 y 2023.

Criterios de selección (paso a paso):

Se extrajeron los registros municipales de asistencia técnica reportados en el PDEA de Antioquia correspondientes a los años 2021, 2022 y 2023.

Se identificaron los municipios que no presentaron registro alguno de asistencia técnica en ninguno de los tres años del periodo analizado.

Estos municipios fueron clasificados como priorizados, al evidenciar ausencia total del servicio de extensión agropecuaria.

Los municipios que sí contaron con asistencia técnica en uno o más años fueron clasificados como no priorizados.

2.6.2 Fuente

Plan Departamental de Extensión Agropecuaria de Antioquia (PDEA), años 2021, 2022 y 2023.

2.6.3 Resultados

Del total de 125 municipios del departamento, se identificaron 52 municipios priorizados por no haber recibido asistencia técnica en ninguno de los tres años del periodo 2021–2023.

Tabla 10. Municipios priorizados para la problemática ineficiente asistencia técnica para agricultores

DANE	Municipio	DANE	Municipio	DANE	Municipio
05004	Abriaquí	05308	Girardota	05631	Sabaneta
05021	Aleandría	05310	Gómez Plata	05642	Salgar
05030	Amagá	05313	Granada	05647	San Andrés de Cuerquia
05051	Arboletes	05315	Guadalupe	05652	San Francisco
05055	Argelia	05318	Guarne	05660	San Luis
05059	Armenia	05321	Guatapé	05664	San Pedro de Los Milagros
05086	Belmira	05347	Heliconia	05665	San Pedro de Urabá
05107	Briceño	05364	Jardín	05679	Santa Bárbara
05113	Buriticá	05390	La Pintada	05789	Támesis
05120	Cáceres	05467	Montebello	05790	Tarazá
05129	Caldas	05480	Mutatá	05792	Tarso
05142	Caracolí	05483	Nariño	05809	Titiribí



DANE	Municipio	DANE	Municipio	DANE	Municipio
05145	Caramanta	05501	Olaya	05854	Valdivia
05172	Chigorodó	05541	Peñol	05856	Valparaíso
05206	Concepción	05591	Puerto Triunfo	05861	Venecia
05697	Santuario	05607	El Retiro	05873	Vigía del Fuerte
05282	Fredonia	05615	Rionegro	05885	Yalí
05306	Giraldo				

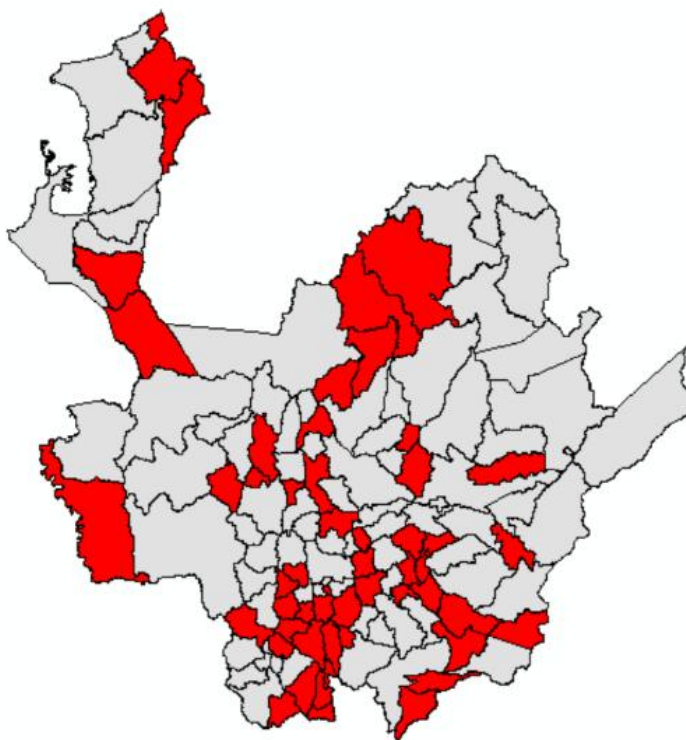


Figura 13: municipios priorizados para la problemática ineficiente asistencia técnica para agricultores.

2.7 Cambio de actividad económica de los campesinos

La problemática corresponde a la transformación de las dinámicas productivas campesinas, expresada en el abandono progresivo de actividades agrícolas como fuente principal de sustento y en la transición hacia otros sectores económicos. Este cambio de actividad impacta directamente la seguridad alimentaria, la permanencia en el territorio y la continuidad de la cultura campesina. La pérdida de vocación agrícola no solo implica una disminución en la producción de alimentos, sino también una alteración en la identidad cultural y económica de las comunidades rurales.



2.7.1 Metodología de construcción del dato

Supuesto: el cambio en la vocación económica de los municipios puede observarse a través de la reducción de áreas agrícolas y del tránsito de las economías locales desde actividades primarias hacia sectores terciarios. Este desplazamiento productivo constituye un indicador válido para priorizar territorios en los que la economía campesina se encuentra en mayor riesgo de transformación estructural.

Variables utilizadas:

Coberturas de la tierra del 2018 y 2022: permiten identificar las áreas agrícolas que dejaron de estar destinadas a cultivos.

Valor agregado municipal (2011 y 2023): permite clasificar la vocación económica en actividades primarias, secundarias o terciarias.

Criterios de selección (paso a paso):

Identificación de cambios en el uso del suelo (2018–2022): Se cruzaron las coberturas CORINE Land Cover de ambos años (convertidas a usos del suelo), registrando las áreas que en 2018 estaban clasificadas como agrícolas y que en 2022 dejaron de estarlo.

Clasificación de vocación económica (2011 y 2023): A partir de la base de valor agregado, los municipios fueron clasificados según su actividad predominante en primaria, secundaria o terciaria. Se prestó especial atención a dos casos: municipios que mantuvieron vocación primaria en ambos años y municipios que en 2011 tenían vocación primaria y que en 2023 transitaron a vocación terciaria.

Cruce de información: La combinación de los dos insumos permitió identificar la relación entre pérdida de cobertura agrícola y cambios en la vocación económica. Ejemplo: municipios que conservaron vocación primaria: Remedios, El Bagre, Carepa y Yondó. Municipios que pasaron de vocación primaria (2011) a terciaria (2023): Betulia, Caramanta, Nechí, Cañasgordas, Angostura, Tarazá y Alejandría.

Cuantificación de la pérdida agrícola.: en cada municipio se midió la magnitud de la pérdida en hectáreas, obteniendo así una base comparativa para los 125 municipios de Antioquia.

Priorización de municipios críticos: Con el fin de garantizar objetividad, la priorización se realizó con un criterio combinado:

Se consideró la pérdida de cobertura agrícola (2018–2022).

Se relativizó frente al área total municipal, para evitar sesgos por extensión territorial.

Se aplicó el **percentil 80** sobre esta distribución relativa, priorizando únicamente a los municipios que superaron el umbral.



2.7.2 Fuente

Coberturas de la tierra según CORINE Land Cover 2018 y 2022.

Base de datos de valor agregado municipal, 2011 y 2023.

2.7.3 Resultados

Del procedimiento de priorización se obtuvieron dos grupos:

Municipios no priorizados: Cañasgordas, Carepa, Betulia, Alejandría y Caramanta (registraron pérdida agrícola, pero por debajo del umbral relativo: percentil 80).

Municipios priorizados: El Bagre, Yondó, Nechí, Angostura, Tarazá y Remedios (superaron el percentil 80 en términos relativos y cumplen con condiciones de vocación económica).

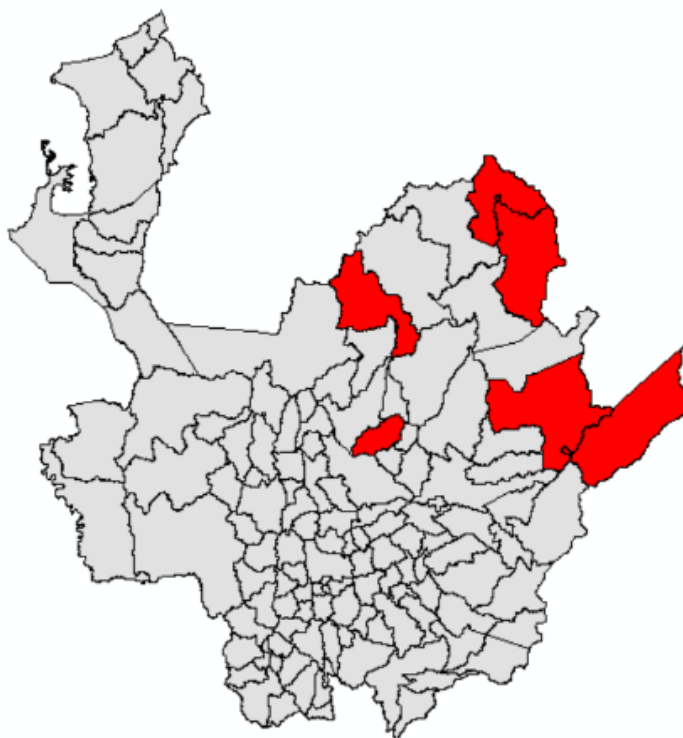


Figura 14: municipios priorizados para la problemática de cambio de actividad económica de los campesinos.

2.8 Deterioro de la salud animal asociada al cambio climático

La problemática corresponde al deterioro de la salud animal, no desde la perspectiva de la contaminación con agroquímicos, sino a partir de los efectos del cambio climático en la dispersión



de vectores transmisores de enfermedades en especies pecuarias. El aumento de la temperatura, las variaciones en la humedad y los cambios en los patrones climáticos favorecen la expansión de insectos y patógenos hacia nuevas áreas, lo que incrementa el riesgo sanitario para animales de producción como bovinos, aves y porcinos. Esta situación compromete la estabilidad del sector pecuario y, de manera indirecta, la seguridad alimentaria y el bienestar económico de las comunidades rurales.

2.8.1 Metodología de construcción del dato

Supuesto: la vulnerabilidad sanitaria de los sistemas pecuarios en Antioquia puede identificarse a partir de la concentración de animales en el territorio. Se asume que una mayor densidad pecuaria incrementa el riesgo de aparición y propagación de enfermedades transmitidas por vectores en contextos de cambio climático.

Variables utilizadas

Inventario pecuario por municipio (2025): datos del ICA sobre bovinos, aves y cerdos.

Área municipal (km²): información geográfica oficial utilizada para el cálculo de densidad.

Criterios de selección (paso a paso)

Cálculo del total de animales por municipio: se sumaron los valores reportados de bovinos, aves y cerdos en el inventario pecuario del ICA para 2025.

Cálculo de la densidad pecuaria:

$$Densidad\ pecuaria = \frac{Total\ de\ animales}{Área\ municipal\ (km^2)}$$

Este indicador permitió expresar la cantidad de animales presentes en cada kilómetro cuadrado del municipio.

Construcción de la distribución estadística: se organizaron los valores de densidad pecuaria de todos los municipios para identificar su comportamiento estadístico.

Determinación del umbral de priorización: se definió como criterio de selección el tercer cuartil (Q3) de la distribución, que representa el 25 % de municipios con mayores densidades pecuarias.

Selección de municipios críticos: aquellos municipios con una densidad superior a Q3 fueron priorizados como los más vulnerables frente a la propagación de enfermedades transmitidas por vectores en escenarios de cambio climático.



2.8.2 Fuente

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Inventario Pecuario 2025.

Información geográfica oficial sobre área municipal (IGAC/DANE).

2.8.3 Resultados

Tabla 11. Municipios priorizados para la problemática deterioro de la salud animal asociada al cambio climático

DANE	Municipio	DANE	Municipio
05030	Amagá	05001	Medellín
05079	Barbosa	05579	Puerto Berrío
05088	Bello	05604	Remedios
05129	Caldas	05607	El Retiro
05147	Carepa	05615	Rionegro
05172	Chigorodó	05631	Sabaneta
05206	Concepción	05664	San Pedro de Los Milagros
05237	Don Matías	05674	San Vicente
05240	Ebéjico	05686	Santa Fe de Antioquia
05148	Carmen de Viboral	05690	Santo Domingo
05697	Santuario	05809	Titiribí
05282	Fredonia	05837	Turbo
05284	Frontino	05887	Yarumal
05308	Girardota	05890	Yolombó
05318	Guarne	05893	Yondó
05376	La Ceja		

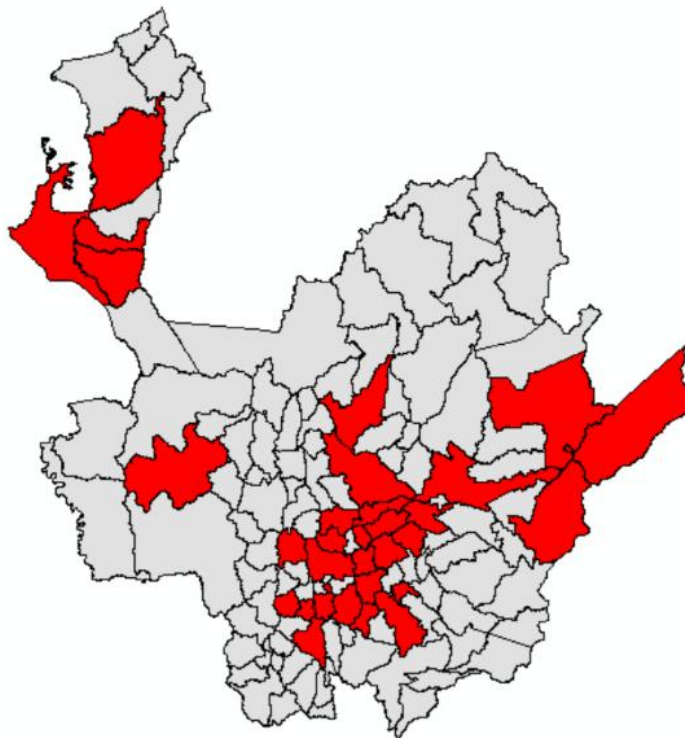


Figura 15: municipios priorizados para la problemática deterioro de la salud animal asociada al cambio climático.

2.9 Falta de innovación tecnológica para la producción agropecuaria

La problemática corresponde a la limitada adopción de tecnologías que faciliten y optimicen los procesos de producción agropecuaria en los municipios. En particular, se evidencian carencias en el uso de sistemas de riego, un componente clave para garantizar la productividad agrícola, la eficiencia en el uso del agua y la resiliencia frente a la variabilidad climática. La ausencia de estas tecnologías refleja un rezago en innovación, lo que repercute directamente en la competitividad del sector rural.

2.9.1 Metodología de construcción del dato

Supuesto: La disponibilidad de sistemas de riego es un indicador válido de innovación tecnológica en el sector agropecuario. Se parte del supuesto de que los municipios donde la mayoría de las Unidades de Producción Agropecuaria (UPAs) no cuentan con riego son territorios con mayores limitaciones en la adopción de tecnología básica, lo que los hace menos competitivos y más vulnerables frente a la variabilidad climática.

Variables utilizadas



Disponibilidad de sistemas de riego en las UPAs: información reportada en el Censo Nacional Agropecuario (2014).

Criterios de selección (paso a paso)

Identificación de UPAs sin riego: a partir de los datos del Censo Nacional Agropecuario de 2014 se clasificaron las unidades productivas según reportaran o no disponer de algún sistema de riego (aspersión, goteo, manual, bombeo o inundación).

Cálculo del porcentaje municipal: para cada municipio se estimó el porcentaje de UPAs sin riego sobre el total de UPAs.

Construcción de la distribución estadística: se organizaron los porcentajes municipales para analizar su comportamiento y establecer puntos de corte.

Determinación del umbral de priorización: se definió como criterio el tercer cuartil (Q3), correspondiente al 25 % de municipios con mayores porcentajes de UPAs sin riego.

Selección de municipios críticos: se priorizaron los municipios por encima de Q3, al considerarse como los más rezagados en términos de innovación tecnológica para la producción agropecuaria.

2.9.2 Fuente

Censo Nacional Agropecuario (CNA), Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, 2014.

2.9.3 Resultados

Tabla 12. Municipios priorizados para la problemática

DANE	Municipio	DANE	Municipio
05021	Aleandría	05368	Jericó
05031	Amalfi	05425	Maceo
05038	Angostura	05001	Medellín
05044	Anzá	05475	Murindó
05059	Armenia	05483	Nariño
05091	Betania	05501	Olaya
05125	Caicedo	05576	Pueblorrico
05134	Campamento	05628	Sabanalarga
05138	Cañasgordas	05642	Salgar
05145	Caramanta	05652	San Francisco
05190	Cisneros	05809	Titiribí
05101	Ciudad Bolívar	05847	Urao



05209	Concordia	05873	Vigía del Fuerte
05240	Ebéjico	05885	Yalí
05315	Guadalupe	05890	Yolombó
05360	Itagüí		

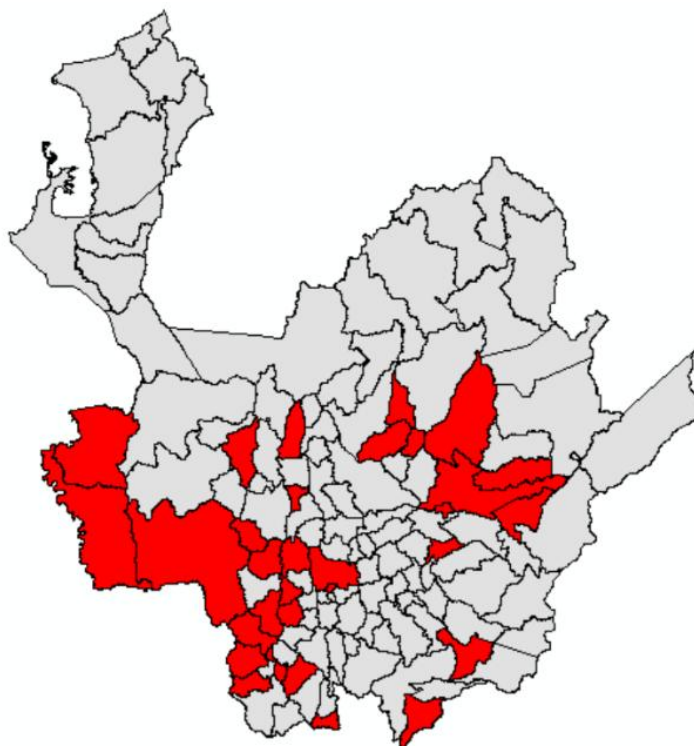


Figura 16: municipios priorizados para la problemática de falta de innovación tecnológica para la producción agropecuaria.

2.10 Aumento de enfermedades en cultivos

La problemática corresponde a la presencia y expansión de enfermedades en cultivos agrícolas, una situación que afecta de manera directa la productividad y la sostenibilidad del sector. Estas enfermedades pueden reducir los rendimientos, deteriorar la calidad de la producción y, en casos extremos, comprometer la viabilidad de ciertos sistemas de cultivo. El fenómeno se ve potenciado por factores relacionados tanto con las prácticas de manejo del agua como con la limitada disponibilidad de asistencia técnica para los agricultores.



2.10.1 Metodología de construcción del dato

Supuesto: La vulnerabilidad frente al aumento de enfermedades en cultivos se explica por la confluencia de dos factores críticos: deficiencias en el manejo del agua (ausencia de riego) y falta de acompañamiento técnico. Se parte del supuesto de que los municipios donde coinciden estas condiciones son más propensos a enfrentar la propagación de plagas y patógenos.

Variables utilizadas

Cobertura de asistencia técnica agropecuaria: información analizada en el problema *“Ineficiente asistencia técnica para agricultores”*.

Disponibilidad de sistemas de riego: información del Censo Nacional Agropecuario (2014), utilizada en el problema *“Falta de innovación tecnológica para la producción agropecuaria”*.

Criterios de selección (paso a paso)

Identificación de municipios sin asistencia técnica: retomando el análisis de la variable de asistencia técnica, se listaron los municipios que no recibieron este servicio en el periodo de referencia.

Identificación de municipios con alta proporción de UPAs sin riego: a partir del cálculo de porcentajes de UPAs sin riego y de la distribución estadística, se seleccionaron aquellos ubicados por encima del tercer cuartil (Q3).

Cruce de variables: se interceptaron los resultados de los dos análisis, identificando los municipios que presentan simultáneamente baja cobertura de asistencia técnica y alta proporción de UPAs sin riego.

Selección de municipios críticos: los territorios que cumplen ambas condiciones fueron clasificados como los más vulnerables al aumento de enfermedades en cultivos, dado que presentan mayores limitaciones para la prevención, control y manejo de plagas y patógenos.

2.10.2 Fuente

Anuario estadístico del sector agropecuario, Departamento de Antioquia, 2024.

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria – UPRA, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Censo Nacional Agropecuario (CNA), DANE, 2014.

2.10.3 Resultados

Tabla 13. Municipios priorizados para la problemática aumento de enfermedades en cultivos

DANE	Municipio	DANE	Municipio	DANE	Municipio
------	-----------	------	-----------	------	-----------



05004	Abriaquí	05209	Concordia	05576	Pueblorrico
05021	Alejandría	05240	Ebéjico	05591	Puerto Triunfo
05030	Amagá	05697	Santuario	05607	El Retiro
05031	Amalfi	05282	Fredonia	05615	Rionegro
05038	Angostura	05306	Giraldo	05628	Sabanalarga
05044	Anzá	05308	Girardota	05631	Sabaneta
05051	Arboletes	05310	Gómez Plata	05642	Salgar
05055	Argelia	05313	Granada	05647	San Andrés de Cuerquia
05059	Armenia	05315	Guadalupe	05652	San Francisco
05086	Belmira	05318	Guarne	05660	San Luis
05091	Betania	05321	Guatapé	05664	San Pedro de Los Milagros
05107	Briceño	05347	Heliconia	05665	San Pedro de Urabá
05113	Buriticá	05360	Itagüí	05679	Santa Bárbara
05120	Cáceres	05364	Jardín	05789	Támesis
05125	Caicedo	05368	Jericó	05790	Tarazá
05129	Caldas	05390	La Pintada	05792	Tarso
05134	Campamento	05425	Maceo	05809	Titiribí
05138	Cañasgordas	05001	Medellín	05847	Urrao
05142	Caracolí	05467	Montebello	05854	Valdivia
05145	Caramanta	05475	Murindó	05856	Valparaiso
05172	Chigorodó	05480	Mutatá	05861	Venecia
05190	Cisneros	05483	Nariño	05873	Vigía del Fuerte
05101	Ciudad Bolívar	05501	Olaya	05885	Yalí
05206	Concepción	05541	Peñol	05890	Yolombó

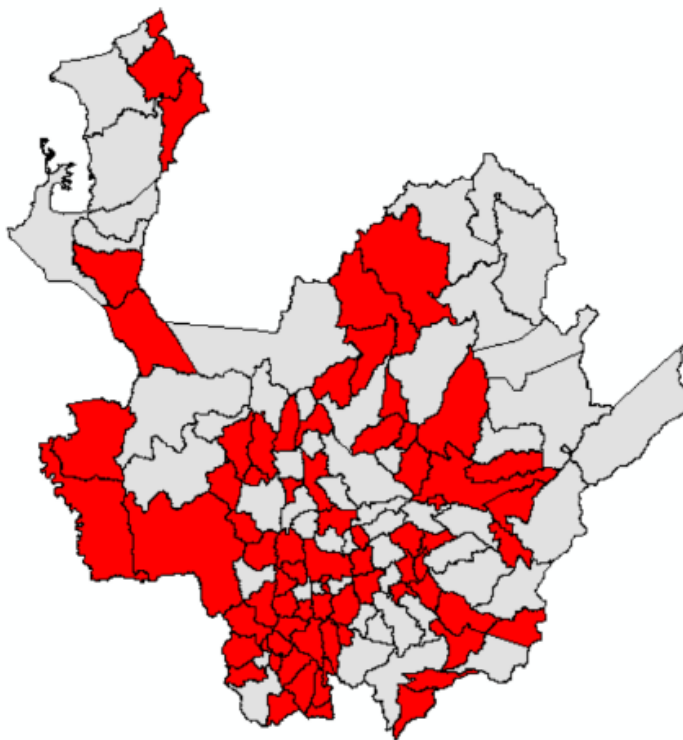


Figura 17: municipios priorizados para la problemática aumento de enfermedades en cultivos.

2.11 Pérdida de prácticas agrícolas tradicionales

La problemática corresponde a los municipios en los que se observa una disminución en la importancia relativa de las prácticas agrícolas tradicionales, medida a través de la menor proporción de población ocupada en actividades como la agricultura, la ganadería, la caza, la silvicultura y la pesca. Esta tendencia refleja una pérdida progresiva de la vocación rural y un debilitamiento de los saberes productivos que sostienen la identidad campesina. Más allá de la reducción económica, el fenómeno implica un riesgo cultural y territorial, pues la desvinculación de las comunidades con la agricultura tradicional limita la transmisión intergeneracional de conocimientos y compromete la seguridad alimentaria.

2.11.1 Metodología de construcción del dato

Supuesto: la pérdida de prácticas agrícolas tradicionales puede ser detectada a través de la reducción de la participación de la población en actividades primarias. Un menor porcentaje de ocupación en estos sectores indica un desplazamiento hacia dinámicas no agrícolas y, por tanto, un debilitamiento de la vocación campesina.

VARIABLES UTILIZADAS:



Encuesta de Calidad de Vida (2023): porcentaje de población ocupada en agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca.

Subregiones de Antioquia: Bajo Cauca, Magdalena Medio, Nordeste, Norte, Occidente, Oriente, Suroeste, Urabá y Valle de Aburrá.

Criterios de selección (paso a paso):

Análisis subregional:

Los 125 municipios fueron organizados según su pertenencia a las nueve subregiones del departamento.

Se calculó el promedio subregional del porcentaje de ocupación agrícola.

Se identificaron los municipios con valores por debajo de este promedio, señalando así una pérdida relativa dentro de su propio contexto territorial.

Análisis departamental:

Se calculó el promedio de ocupación agrícola considerando el conjunto del departamento.

Se marcaron los municipios cuyo valor estuvo por debajo de este promedio general.

Cruce de resultados:

Se seleccionaron únicamente los municipios que coincidieron en estar por debajo tanto del promedio subregional como del promedio departamental.

Esta doble condición permitió aislar de manera más precisa aquellos territorios con mayor pérdida de prácticas agrícolas tradicionales, descartando casos que pudieran estar afectados únicamente por la comparación en una sola escala.

2.11.2 Fuente

Encuesta de Calidad de Vida (2023).

2.11.3 Resultados

El procedimiento permitió diferenciar entre municipios con desempeños relativos bajos frente a su propia subregión y aquellos con desempeños bajos frente al conjunto departamental. Solo los que coincidieron en ambas condiciones fueron priorizados como críticos en términos de pérdida de prácticas agrícolas tradicionales.

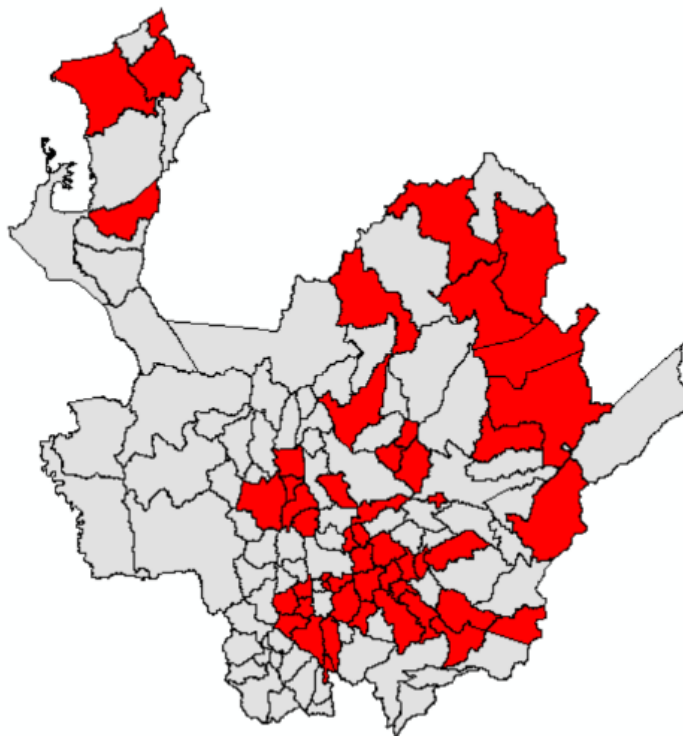


Figura 18: municipios priorizados para la problemática de pérdida de prácticas agrícolas tradicionales.

2.12 Manejo inadecuado de los cultivos

La problemática corresponde a los municipios en los que las áreas destinadas a cultivos presentan una reducción significativa, atribuible a un manejo inadecuado que ha derivado en la transformación del suelo hacia pastos u otros usos distintos a la agricultura. Este fenómeno refleja una pérdida en la capacidad de mantener sistemas productivos agrícolas estables y sostenibles, afectando la permanencia de la vocación agrícola en el territorio y, con ello, la seguridad alimentaria y la economía campesina.

2.12.1 Metodología de construcción del dato

Supuesto: cuando las áreas agrícolas son reemplazadas por pastos u otros usos no agrícolas, ello constituye una evidencia de manejo inadecuado de los cultivos, en tanto se pierde la continuidad de sistemas productivos que deberían sostener la vocación agrícola del territorio.

Variables utilizadas:

Coberturas de la tierra del 2018 y 2022 (CORINE Land Cover): permitieron identificar las áreas de cultivos que dejaron de estar clasificadas como tales.



Vocación económica municipal (2023): definida a partir del sector de mayor participación en la estructura económica, clasificando a los municipios en primarios, secundarios o terciarios.

Criterios de selección (paso a paso):

Identificación de cambios en el uso del suelo (2018–2022): mediante el cruce de coberturas (convertidas a usos del suelo) CORINE, se localizaron las áreas que en 2018 estaban destinadas a cultivos y que en 2022 habían sido transformadas en otros usos que no corresponden a los de cultivos.

Cuantificación de la pérdida agrícola: en cada municipio se midió la superficie de cultivos reemplazada, expresada en hectáreas.

Filtrado por vocación económica (2023): se seleccionaron únicamente los municipios cuya vocación económica predominante correspondía a actividades primarias, dado que allí la pérdida de áreas agrícolas tiene un impacto más directo. Ejemplos de municipios con vocación primaria: Buriticá, Abejorral, Anzá, Betania, Carepa, Caucasia, Concordia, Ebéjico, El Bagre, Fredonia, Jericó, Mutatá, Peñol, Remedios, Santo Domingo, Segovia, Sonsón, Támesis, Uramita, Urrao, Valparaíso, Vegachí y Yondó.

Priorización de municipios críticos: la pérdida agrícola (hectáreas) fue relativizada frente al área total municipal, con el fin de evitar sesgos por extensión territorial. Posteriormente, se aplicó el percentil 80 como umbral, priorizando únicamente a los municipios con vocación primaria que superaron este valor.

2.12.2 Fuente

Coberturas de la tierra según CORINE Land Cover 2018 y 2022.

Base de valor agregado municipal 2023 (para clasificación de vocación económica).

2.12.3 Resultados

Del procedimiento de priorización se obtuvieron dos grupos:

Municipios no priorizados: Abejorral, Anzá, Betania, Carepa, Concordia, Ebéjico, Fredonia, Jericó, Peñol, Santo Domingo, Sonsón, Támesis, Uramita, Valparaíso y Vegachí (aunque registraron pérdida de cobertura agrícola, esta fue inferior al umbral relativo definido por el percentil 80).

Municipios priorizados: Buriticá, Caucasia, El Bagre, Mutatá, Remedios, Segovia, Urrao y Yondó (superaron el percentil 80 en pérdida relativa de cultivos y, al mismo tiempo, presentan vocación económica primaria, lo que los convierte en los territorios más críticos).

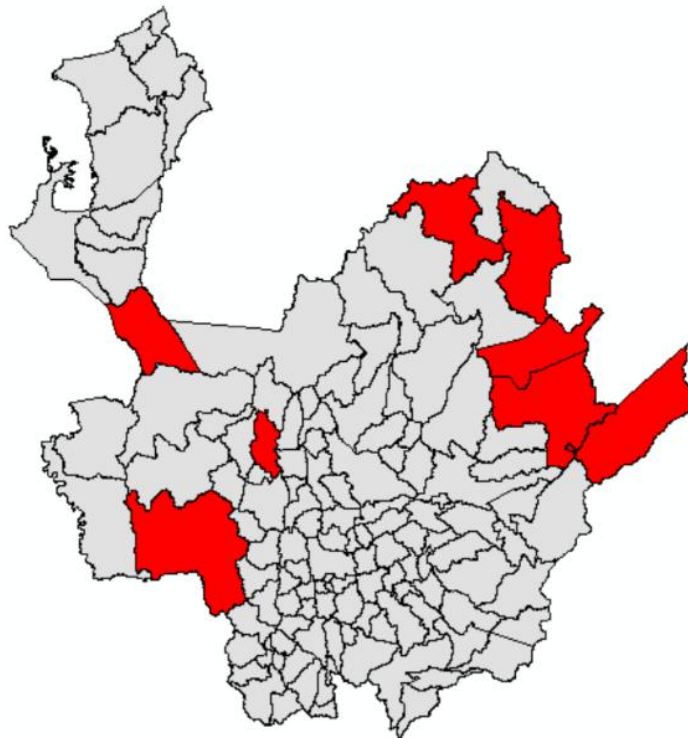


Figura 19: municipios priorizados para la problemática de manejo inadecuado de los cultivos.

2.13 Deficiente infraestructura para suministro de agua

Se evidencia que, varios de los procesos productivos agropecuarios, en los municipios, existen limitaciones de acceso al agua para la producción agropecuaria. Analizar las implicaciones de dicha limitante, se constituye en eje central, dada la importancia del recurso, en la sostenibilidad de los sistemas productivos rurales. Así, la disponibilidad hídrica, determina no solo los niveles de productividad agrícola y pecuaria, sino también, la seguridad alimentaria, la competitividad territorial y la estabilidad socioeconómica de las comunidades campesinas. La escasez de agua, agravada por fenómenos de variabilidad y cambio climático, puede intensificar procesos de degradación ambiental, incrementar los costos de producción y generar conflictos por el uso del recurso. Incluso, limita la capacidad de los productores para diversificar sus actividades económicas y adaptarse a las dinámicas de los mercados.

2.13.1 Metodología de construcción:

Supuesto: La débil infraestructura para proporcionar agua a las diversas actividades agropecuarias, les resta competitividad a los pequeños productores rurales. A pesar de que la información se toma del Censo Nacional Agropecuario del año 2014, se asume que los cambios



en la ruralidad aún son lentos, comparados con los cambios urbanos. Además, muchos contextos sociales pueden estar viviendo en las mismas condiciones o con pequeñas mejoras.

Variables: Se toma el dato de Cantidad de “Unidades de Producción Agropecuaria -UPA- con dificultades para el uso del agua, en actividades agropecuarias”.

Criterios de selección: Para identificar los municipios con mayor criticidad, se realizó el siguiente proceso metodológico:

Se calculó la proporción de UPA, con una o más dificultades en el uso del agua respecto al total de UPA, por municipio. Con base en este dato, se normalizaron los datos según *max-min*, obteniendo valores entre 0 y 1. Por último, se seleccionaron los municipios mayores al 80% más crítico, es decir, en términos de los valores normalizados, menores al 20%.

2.13.2 Fuente

Se trabajó con la cantidad de “Unidades de Producción Agropecuaria -UPA- con dificultades para el uso del agua, en actividades agropecuarias del Censo Nacional Agropecuario (DANE, 2014).

2.13.3 Descripción de resultados

De los 125 municipios, 25 cumplen con el criterio.



Figura 20: municipios priorizados para la problemática de deficiente infraestructura para suministrar agua.



3. Dimensión de Recursos hídricos

Aunque estas problemáticas son bastante cercanas a las dos dimensiones anteriores, se diferencian porque ponen en riesgo el abastecimiento hídrico tanto para el consumo humano como para la producción agraria y otras actividades humanas.

3.1 Agua contaminada por sustancias químicas

La problemática corresponde a la afectación de la calidad de las fuentes hídricas por la presencia de sustancias químicas derivadas de actividades extractivas. En Antioquia, la minería —formal e informal— suele implicar el uso de insumos que, a través de procesos de escorrentía o infiltración, terminan llegando a ríos y quebradas. Esta situación pone en riesgo la salud humana, la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos y la disponibilidad de agua para consumo y producción rural.

3.1.1 Metodología de construcción del dato

Supuesto: la localización de áreas con cobertura de la tierra según la metodología Corine Land cover en “minería” dentro de las rondas hídricas constituye un indicador de riesgo de contaminación química de los cuerpos de agua.

Variables utilizadas:

Coberturas de la tierra CORINE Land Cover (escala 1:100.000 del año 2022): insumo principal para identificar áreas de minería.

Red hídrica departamental: base cartográfica de cauces superficiales con su respectivo buffer de 30 metros: delimitación normativa de rondas hídricas y zonas de protección.

Criterios de selección (paso a paso):

Delimitación de rondas hídricas: se generó un buffer de 30 m alrededor de la red hídrica.

Cruce espacial: se intersectó el buffer con las coberturas de la tierra (Corine land cover del año 2022), identificando las áreas clasificadas como mineras dentro de la franja de protección.

Identificación de usos:

Adecuado: cauces cuya ronda hídrica no presenta coberturas mineras.

Inadecuado: cauces cuya ronda hídrica presenta minería en su interior.

Cuantificación municipal: se calcularon las hectáreas de minería dentro de rondas hídricas por municipio, obteniendo un valor comparativo para los 125 municipios de Antioquia.



Priorización de municipios críticos: con el fin de garantizar objetividad, se utilizó como umbral el **percentil 80 %** de la distribución. Solo los municipios que superaron este valor fueron clasificados como críticos en cuanto al riesgo de contaminación química del agua.

3.1.2 Fuente

Coberturas de la tierra CORINE Land Cover 2022 (escala 1:100.000).

Red hídrica departamental, con buffer de 30 m para delimitación de rondas.

3.1.3 Resultados

El procedimiento permitió identificar los municipios donde la presencia de minería en rondas hídricas es más significativa y, por lo tanto, donde el riesgo de contaminación química es más alto. Los municipios que no alcanzaron el umbral fueron considerados no críticos, aunque igualmente presentan presiones ambientales que requieren gestión. En contraste, los municipios que superaron el percentil 80 % constituyen los territorios prioritarios para focalizar acciones de prevención, control y recuperación ambiental.

Los municipios priorizados en este caso se ubican sobre todo en la subregión del bajo cauca, el nordeste antioqueño y el Magdalena Medio. Sin embargo, existen otros municipios priorizados en otras subregiones como el caso del suroeste antioqueño, el AMVA, el oriente antioqueño y el Urabá.

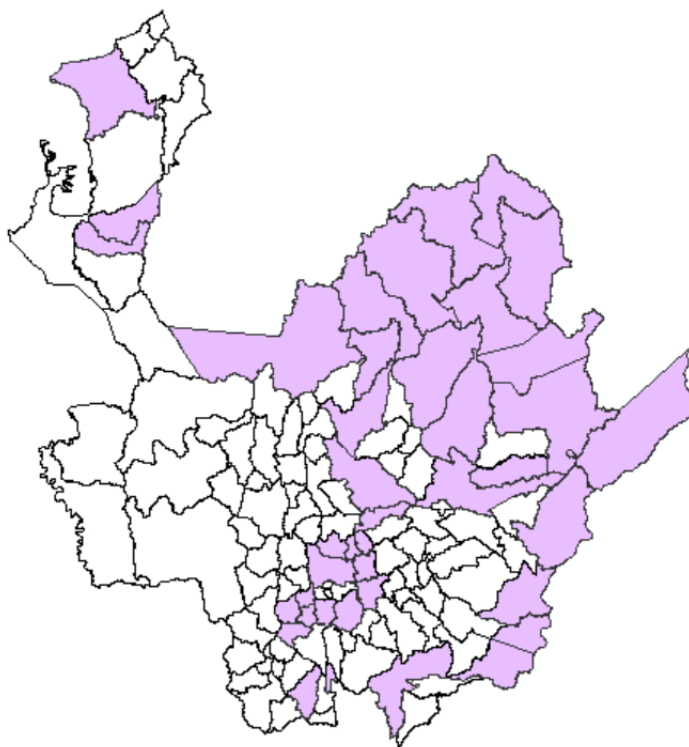


Figura 21: municipios priorizados para la problemática de agua contaminada por sustancias químicas.

3.2 Restricción en el acceso al agua por aumento de la demanda en parcelaciones

La problemática corresponde a la presión que ejercen las parcelaciones sobre las fuentes hídricas. La proliferación de predios de pequeña extensión, frecuentemente destinados a usos residenciales o recreativos, genera un incremento en la demanda de agua en áreas donde históricamente predominaban actividades productivas agropecuarias o estaban en zonas de conservación. Este fenómeno no solo intensifica la competencia por el recurso hídrico, sino que también limita el acceso equitativo al agua para las comunidades rurales, afectando la sostenibilidad del recurso.

3.2.1 Metodología de construcción del dato

Supuesto: la subdivisión del suelo en predios pequeños (microfundios y minifundios) refleja procesos de parcelación asociados a mayor presión y demanda de agua en los cauces cercanos.

Variables utilizadas:

Red hídrica departamental: base cartográfica de cauces superficiales con su respectivo buffer de 30 metros: delimitación normativa de rondas hídricas y zonas de protección.



Clasificación de tamaño de predios (IGAC, 2023): diferenciación en cinco categorías, con énfasis en tipo “A” (0–3 ha) y tipo “B” (3–10 ha).

Criterios de selección (paso a paso):

Delimitación de rondas hídricas: se generó un buffer de 30 m alrededor de cada cauce, en coherencia con las disposiciones normativas de protección.

Identificación de predios: dentro de esta franja se intersecaron en el software ArcGIS 18.1 los polígonos de predios del IGAC 2023, clasificando según el rango de tamaño.

Caracterización de usos:

Adecuado: cuando los predios tipo “A” y “B” representan menos del 25 % del área total de la franja de protección.

Inadecuado: cuando los predios tipo “A” y “B” superan el 25 % del área total de la franja de protección.

Cuantificación municipal: para cada municipio de Antioquia se calculó la proporción de microfundios y minifundios dentro de rondas hídricas, expresada en porcentaje respecto al área total de la franja.

Priorización de municipios críticos: se consideraron críticos únicamente los municipios que superaron el umbral del **25 %**, dado que reflejan procesos intensivos de parcelación en zonas de protección que presionan significativamente el recurso hídrico.

3.2.2 Fuente

Red hídrica departamental, con buffer de 30 m para delimitación de rondas.

Clasificación de tamaño de predios – IGAC, 2023.

3.2.3 Resultados

El análisis permitió identificar los municipios donde la fragmentación del suelo en torno a las fuentes hídricas es más acentuada, asociada a la proliferación de parcelaciones. Estos municipios fueron clasificados como críticos por la restricción que generan en el acceso al agua, mientras que aquellos que no superaron el umbral del 25 % fueron considerados no críticos. En general, los municipios se ubican en el AMVA, el oriente cercano, en algunos municipios de la subregión del Suroeste Antioqueño y del Occidente Antioqueño.

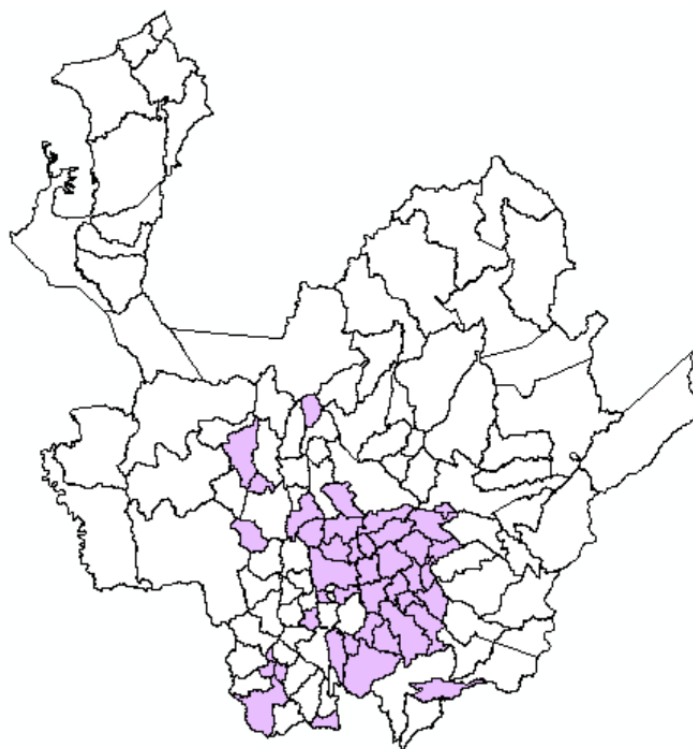


Figura 22: municipios priorizados para la problemática de restricción en el acceso al agua por aumento de la demanda en parcelaciones.

3.3 Sobreexplotación del agua por cultivos agroindustriales

La problemática corresponde a la presión ejercida sobre las fuentes hídricas por parte de cultivos agroindustriales de gran escala, los cuales demandan elevados volúmenes de agua, particularmente en sistemas de riego intensivo. La instalación de estas actividades en cercanía a cauces y rondas hídricas incrementa el riesgo de sobreexplotación del recurso, debido a la extracción constante y directa del agua superficial. Este fenómeno compromete la sostenibilidad hídrica, afecta la disponibilidad para otros usos y limita el acceso equitativo al recurso por parte de comunidades rurales y pequeños productores.

3.3.1 Metodología de construcción del dato

Supuesto: la presencia significativa de cultivos agroindustriales en rondas hídricas constituye un indicador de sobreexplotación del agua superficial, en tanto implica alta presión y uso intensivo del recurso.

Variables utilizadas:



Coberturas de la tierra (2022): identificación de cultivos agroindustriales (café, caña de azúcar, cítricos, palma de aceite, banano, entre otros).

Red hídrica departamental: base cartográfica de cauces superficiales con su respectivo buffer de 30 metros: delimitación normativa de rondas hídricas y zonas de protección.

Criterios de selección (paso a paso):

Delimitación de rondas hídricas: se aplicó un buffer de 30 m a cada cauce de la red hídrica.

Identificación de coberturas agroindustriales: se seleccionaron las áreas clasificadas como cultivos agroindustriales con base en las coberturas de la tierra del año 2022 según Corine Land Cover.

Cálculo de proporción: en cada municipio se midió el porcentaje de área de cultivos agroindustriales dentro del buffer de 30 m, en relación con el área total de la franja.

Clasificación de usos:

Adecuado: cuando las coberturas de cultivos agroindustriales representan menos del 25 % del área total de rondas hídricas.

Inadecuado: cuando estas coberturas superan el 25 %.

Priorización de municipios críticos: se identificaron como críticos aquellos municipios con más del 25 % del área de cauces y rondas ocupada por cultivos agroindustriales, dado que representan mayor riesgo de sobreexplotación del agua.

3.3.2 Fuente

Coberturas de la tierra CORINE Land Cover 2022 (escala 1:100.000).

Red hídrica departamental, con buffer de 30 m para delimitación de rondas.

3.3.3 Resultados

El análisis permitió establecer los municipios donde los cultivos agroindustriales ejercen una presión significativa sobre el recurso hídrico superficial. Los municipios que superaron el umbral del **25 %** fueron clasificados como críticos, mientras que los que se mantuvieron por debajo de este valor se consideraron no críticos. Para esta problemática, los cultivos se encuentran en su mayoría en las subregiones del Suroeste, Oriente y Urabá.

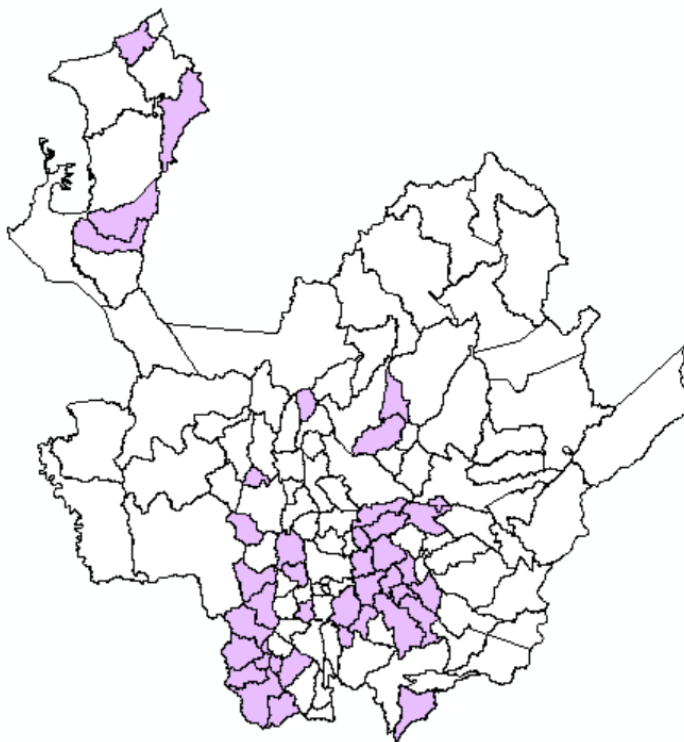


Figura 23: municipios priorizados para la problemática de sobreexplotación del agua por cultivos agroindustriales.

3.4 Deforestación en el retiro de las fuentes hídricas por actividades agropecuarias y disminución de la disponibilidad de agua en los nacimientos por actividades agropecuarias

Se trata de dos problemáticas distintas que fueron espacializadas empleando las mismas variables. La pérdida de cobertura boscosa en zonas de protección hídrica constituye una de las principales presiones ambientales sobre la sostenibilidad del recurso agua. En Antioquia, la expansión de actividades agropecuarias, particularmente bajo esquemas de ganadería extensiva, se refleja en la sustitución de bosques por pastos limpios en cercanías a cauces y nacimientos. Este fenómeno compromete tanto la función ecológica de las rondas hídricas (reducción en la capacidad de regulación natural, incremento de erosión y aporte de sedimentos) como la disponibilidad de agua en los nacimientos (menor infiltración y recarga hídrica, aumento de escorrentía). De esta manera, con una misma dinámica territorial se configuran dos problemáticas interrelacionadas:

1. Deforestación en el retiro de las fuentes hídricas por actividades agropecuarias.
2. Disminución de la disponibilidad de agua en los nacimientos por actividades agropecuarias.



3.4.1 Metodología de construcción del dato

Supuesto: la presencia de coberturas agropecuarias, particularmente pastos limpios, pastos arbolados y pastos enmalezados como proxy de ganadería extensiva en los retiros de las fuentes hídricas (buffer de 30 m) constituye un indicador tanto de deforestación inducida por actividades agropecuarias (ganadería) como de reducción en la capacidad de recarga y disponibilidad hídrica de los nacimientos.

Variables utilizadas:

Coberturas de la tierra CORINE Land Cover (escala 1:100.000, 2022): identificación de pastos limpios, pastos arbolados y pastos enmalezados como proxy de ganadería extensiva.

Red hídrica departamental: base cartográfica de cauces superficiales con su respectivo buffer de 30 metros: delimitación normativa de rondas hídricas y zonas de protección.

Criterios de selección (paso a paso):

Identificación de coberturas: se seleccionaron las áreas clasificadas como pastos limpios, pastos arbolados y pastos enmalezados como proxy de ganadería extensiva. dentro del buffer de 30 metros.

Cálculo de proporción: se midió el porcentaje de área ocupada de estas áreas clasificadas respecto al área total del buffer en cada municipio.

Clasificación de usos:

Adecuado: ganadería < 25 % del área de retiro.

Inadecuado: ganadería \geq 25 % del área de retiro.

Priorización de municipios críticos: se consideraron críticos aquellos municipios donde la proporción de ganadería superó el 25 % en cauces.

3.4.2 Fuente

Coberturas de la tierra CORINE Land Cover 2022 (escala 1:100.000).

Red hídrica departamental, con buffer de 30 m para delimitación de rondas.

3.4.3 Resultados

El procedimiento permitió identificar municipios sobretodo en subregiones como el Magdalena Medio, Nordeste Antioqueño, Norte Antioqueño y Urabá Antioqueño.

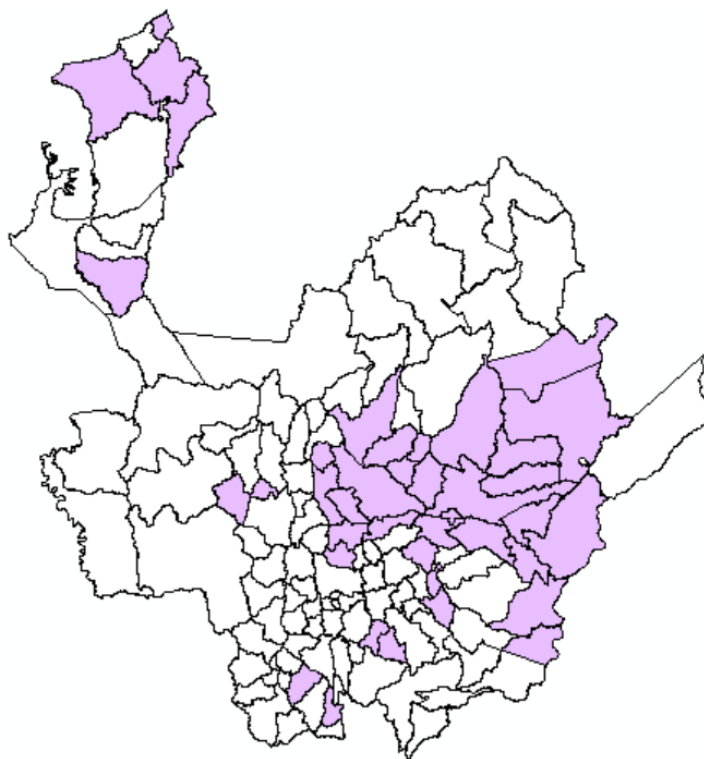


Figura 24: municipios priorizados para la problemática de deforestación en el retiro de las fuentes hídricas por actividades agropecuarias y disminución de la disponibilidad de agua en los nacimientos por actividades agropecuarias.

3.5 Deforestación en el retiro de las fuentes hídricas por usos inadecuados

La problemática corresponde a la ocupación de las rondas hídricas con coberturas urbanas, industriales o de infraestructura, las cuales sustituyen la vegetación protectora y generan efectos negativos como impermeabilización del suelo, reducción de la infiltración y aceleración de la escorrentía. Este tipo de uso inadecuado compromete la función ecológica de las rondas y aumenta la vulnerabilidad de las fuentes hídricas frente a la contaminación y la degradación de su calidad.

3.5.1 Metodología de construcción del dato

Supuesto: la presencia de áreas urbanizadas o industriales dentro de las rondas hídricas constituye un uso inadecuado del suelo, al eliminar la cobertura protectora y alterar los procesos naturales de regulación del agua.

VARIABLES UTILIZADAS:



Coberturas de la tierra (2022): identificación de zonas urbanizadas, áreas industriales y demás superficies edificadas.

Red hídrica departamental: base cartográfica de cauces superficiales con su respectivo buffer de 30 metros: delimitación normativa de rondas hídricas y zonas de protección.

Criterios de selección (paso a paso):

Identificación de coberturas: se seleccionaron las áreas clasificadas como “zonas urbanizadas” y “áreas industriales” dentro del buffer.

Cálculo de proporción: en cada municipio se midió el porcentaje que representaban estas coberturas respecto al área total de rondas.

Clasificación de usos:

Adecuado: cuando las coberturas edificadas ocupaban menos del 25 % del área total de rondas.

Inadecuado: cuando la proporción superaba el 25 %.

Priorización de municipios críticos: se consideraron críticos aquellos municipios donde la presencia de construcciones urbanas e industriales dentro de las rondas superó el umbral del 25 %.

3.5.2 Fuente

Coberturas de la tierra CORINE Land Cover 2022 (escala 1:100.000).

Red hídrica departamental, con buffer de 30 m para delimitación de rondas.

3.5.3 Resultados

El análisis permitió identificar los municipios donde la presión antrópica sobre las rondas hídricas se manifiesta principalmente por la ocupación con construcciones. En este caso, la gran mayoría se ubica en la zona del AMVA y del Oriente Antioqueño, pero, también se tienen municipios en subregiones como el Urabá y el Suroeste Antioqueño.

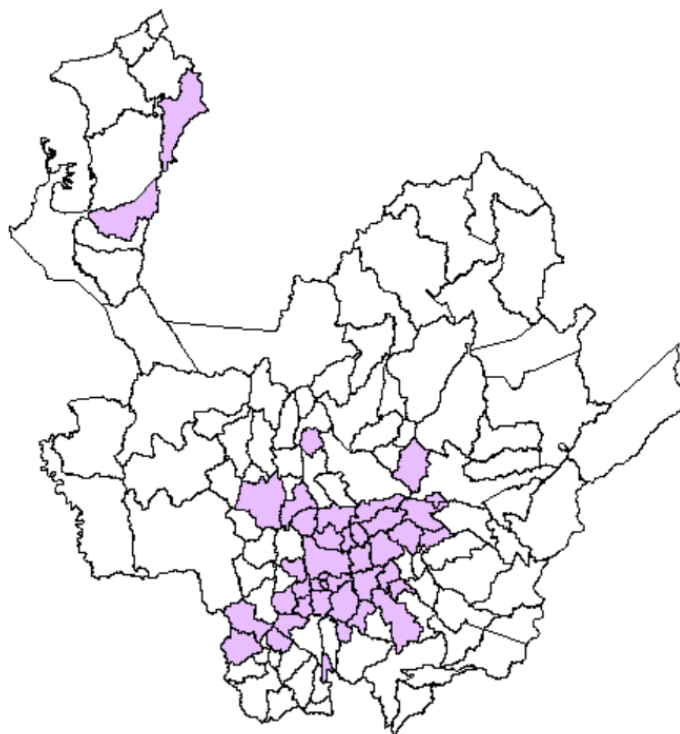


Figura 25: municipios priorizados para la problemática de deforestación en el retiro de las fuentes hídricas por usos inadecuados.

3.6 Insuficiencia en las estrategias de conservación y protección de los ecosistemas asociados al agua

La problemática corresponde a la falta de implementación efectiva de estrategias de conservación y protección en los ecosistemas asociados al agua. Aunque en el Plan Ambiental del PAP-PDA de Antioquia (2015) se identificaron cuerpos de agua receptores de vertimientos urbanos, esta información refleja principalmente una caracterización diagnóstica, más no la garantía de que existan acciones concretas de protección y conservación. Esto evidencia que, a pesar de reconocer los ecosistemas hídricos estratégicos, en muchos municipios aún persisten vacíos en la gestión que limitan la sostenibilidad de estas fuentes.

3.6.1 Metodología de construcción del dato

Supuesto: la sola identificación de cuerpos de agua receptores de vertimientos urbanos en el PAP-PDA (2015) no asegura la existencia de estrategias de conservación y protección efectivas; por lo tanto, aquellos municipios listados en la tabla pueden ser considerados como territorios con riesgo de insuficiencia en la gestión de sus ecosistemas hídricos.



Variables utilizadas:

Tabla 14. Cuerpos de agua receptores de vertimientos urbanos del Plan Ambiental del PAP-PDA de Antioquia (2015).

Receptor de Vertimiento	Municipio	Jurisdicción
Cuenca Río Buey – Arma	Abejorral	Cornare
Cuenca Río Nare	Aleandría	Cornare
Río Amagá	Amagá	Corantioquia
Quebrada La Víbora	Amalfi	Corantioquia
Río San Juan	Andes	Corantioquia
Río Amagá	Angelópolis	Corantioquia
Río Cauca	Anzá	Corantioquia
Río Volcán	Arboletes	Corpourabá
Cuenca Río Samaná Sur	Argelia	Cornare
Quebrada San Mateo	Betulia	Corantioquia
Río Espíritu Santo	Briceño	Corantioquia
Quebrada Remango / Quebrada La Tesorera	Buriticá	Corantioquia
Río Cacerí	Cáceres	Corantioquia
Quebrada La Noque	Caicedo	Corantioquia
Río Nechí	Campamento	Corantioquia
Río Sucio	Cañasgordas	Corpourabá
Río Nus	Caracolí	Corantioquia
Río Guadalupe	Carolina del Príncipe	Corantioquia
Caño Atascoso / Caño El Silencio	Caucasia	Corantioquia
Río Nus	Cisneros	Corantioquia
Quebrada Magallo	Concordia	Corantioquia
Río Grande	Donmatías	Corantioquia
Río Nechí	El Bagre	Corantioquia
Cuenca Río Negro	El Santuario	Cornare
Río Poblano / Quebrada Sabaletas / Quebrada Sinifaná	Fredonia	Corantioquia
Río Frontino / Quebrada Nore / Quebrada La Común	Frontino	Corpourabá
Quebrada La Puná	Giraldo	Corpourabá
Río Guadalupe	Gómez Plata	Corantioquia
Quebrada La Guaca	Heliconia	Corantioquia
Río San Juan	Hispania	Corantioquia
Río Ituango	Ituango	Corantioquia
Río Piedras	Jericó	Corantioquia
Cuenca del Río Negro	La Ceja	Cornare
Río Cauca	La Pintada	Corantioquia
Quebrada Santa Helena	Maceo	Corantioquia
Cuenca Río Samaná Sur	Nariño	Cornare
Río Cacerí	Nechí	Corantioquia



Receptor de Vertimiento	Municipio	Jurisdicción
Caño Jaime (Mar Caribe)	Necoclí	Corpourabá
Río Mulatos	Pueblorrico	Corantioquia
Río Magdalena	Puerto Berrío	Corantioquia
Río Magdalena	Puerto Nare	Corantioquia
Cuenca Río Magdalena	Puerto Triunfo	Cornare
Río Ite	Remedios	Corantioquia
Quebrada Niquía	Sabanalarga	Corantioquia
Río San Juan	Salgar	Corantioquia
Río San Andrés	San Andrés de Cuerquia	Corantioquia
Cuenca Río Samaná Norte	San Francisco	Cornare
Río San Andrés	San José de la Montaña	Corantioquia
Río San Juan / Mar Caribe	San Juan de Urabá	Corpourabá
Cuenca Río Samaná Norte	San Luis	Cornare
Cuenca Río Nare	San Rafael	Cornare
Cuenca Río Nus	San Roque	Cornare
Quebrada La Guaca / Quebrada Sabaletas	Santa Bárbara	Corantioquia
Río Guadalupe	Santa Rosa de Osos	Corantioquia
Quebrada La Cianurada	Segovia	Corantioquia
Cuenca del Río Samaná	Sonsón	Cornare
Río Amagá	Titiribí	Corantioquia
Río San Andrés	Toledo	Corantioquia
Río Sucio	Uramita	Corpourabá
Río Penderisco	Urao	Corpourabá
Río La Cruz / Río Volcán	Vegachí	Corantioquia
Río Atrato	Vigía del Fuerte	Corpourabá
Río San Lorenzo	Yolombó	Corantioquia
Quebrada Juan Vara	Zaragoza	Corantioquia

Criterios de selección (paso a paso):

Extracción de la información contenida en la Tabla del PAP-PDA (2015), en la cual se listan los municipios y los cuerpos de agua definidos como receptores de vertimientos urbanos.

Reconocimiento de que la existencia de estos registros no implica automáticamente estrategias de conservación consolidadas, sino únicamente la definición de objetivos de calidad y la identificación de fuentes receptoras.

Priorización de municipios críticos: aquellos listados en la tabla fueron considerados de atención prioritaria, en tanto que su condición de receptores de vertimientos los hace más vulnerables si no se fortalecen las medidas de conservación.



3.6.2 Fuente

Plan Ambiental del PAP-PDA de Antioquia (2015).

3.6.3 Resultados

Los listados a continuación son los **NO priorizados**: Abriaquí, Angostura, Anorí, Apartadó, Armenia, Barbosa, Bello, Belmira, Betania, Caldas, Caramanta, Carepa, Carmen De Viboral, Chigorodó, Ciudad Bolívar, Cocorná, Concepción, Copacabana, Dabeiba, Ebéjico, El Retiro, Entrerrios, Envigado, Girardota, Granada, Guadalupe, Guarne, Guatapé, Itagüí, Jardín, La Estrella, La Unión, Liborina, Marinilla, Medellín, Montebello, Murindó, Mutatá, Olaya, Peñol, Peque, Rionegro, Sabaneta, San Carlos, San Jerónimo, San Pedro De Los Milagros, San Pedro De Urabá, San Vicente, Santa Fe De Antioquia, Santo Domingo, Sopetrán, Támesis, Tarazá, Tarso, Turbo, Valdivia, Valparaiso, Venecia, Yalí, Yarumal, Yondó, **los que no se nombran son los priorizados** y se pueden observar en la siguiente figura.

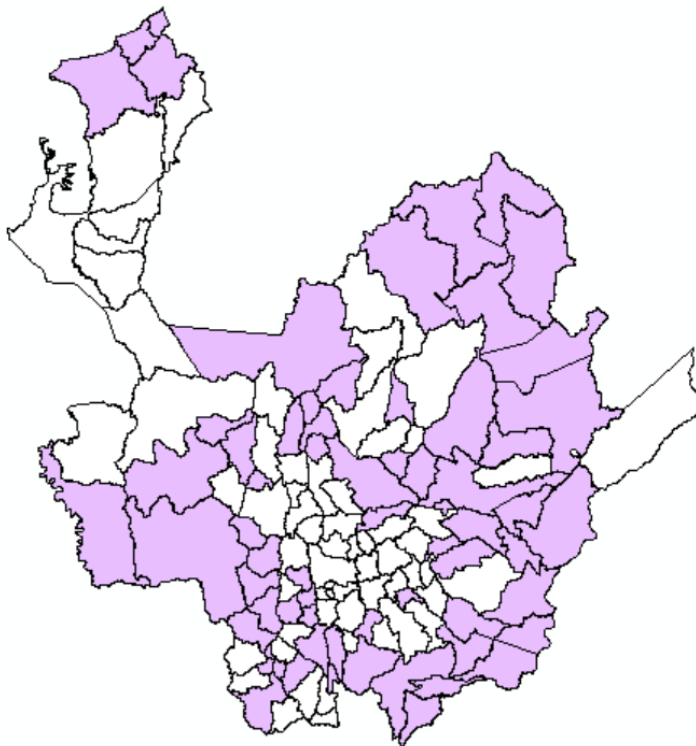


Figura 26: municipios priorizados para la problemática de insuficiencia en las estrategias de conservación y protección de los ecosistemas asociados al agua.



3.7 Ganancia y pérdida de cobertura boscosa en rondas hídricas

La problemática corresponde a la pérdida de cobertura boscosa en áreas de protección inmediata del recurso hídrico. Aunque el análisis se realizó sobre rondas hídricas (buffers de 30 m alrededor de cauces), estos espacios se asumen como una aproximación metodológica para evaluar también la situación de los nacimientos de agua, en tanto ambos cumplen funciones de regulación, recarga e infiltración. La deforestación en estas zonas críticas incrementa la vulnerabilidad de las fuentes de abastecimiento, reduce su resiliencia frente a presiones antrópicas y compromete la estabilidad de los ecosistemas asociados.

3.7.1 Metodología de construcción del dato

Supuesto: el estado de conservación de los nacimientos puede inferirse a partir de la dinámica de la cobertura boscosa en las rondas hídricas, ya que ambos corresponden a espacios de surgencia y regulación del recurso. Por ello, se utilizó como proxy la información de pérdida o ganancia de bosque dentro del buffer de 30 m alrededor de los cauces.

Variables utilizadas:

Coberturas de la tierra (2018 y 202): reclasificadas en dos categorías: “Bosques” y “No bosques”.

Red hídrica departamental: base cartográfica de cauces superficiales con su respectivo buffer de 30 metros: delimitación normativa de rondas hídricas y zonas de protección.

Criterios de selección (paso a paso):

Reclasificación de coberturas:

Bosques: todas las coberturas de nivel 2 “3.1 Bosques”, excepto “3.1.5 Plantación forestal”.

No bosques: todas las demás coberturas (agropecuarias, artificializadas, herbáceas, humedales, etc.).

Aplicación del modelo dicotómico (2018–2022): intersección de capas que arrojó cuatro categorías:

-1: pérdida de bosque (Bosque (2018) → No bosque (2022)).

0: permanencia de no bosque (No bosque (2018) → No bosque (2022)).

1: ganancia de bosque (No bosque (2018) → Bosque (2022)).

2: permanencia de bosque (Bosque (2018) → Bosque (2022)).

Identificación de áreas críticas: selección de polígonos clasificados como pérdida de bosque (-1) dentro del buffer de 30 m.



Cuantificación municipal: cálculo del área de pérdida de bosque respecto al área total de rondas hídricas por municipio.

Priorización: se consideraron críticos los municipios donde la pérdida de cobertura boscosa superó el 25 % del área que estaba en el 2018.

3.7.2 Fuente

Coberturas de la tierra CORINE Land Cover 2022 (escala 1:100.000).

Red hídrica departamental, con buffer de 30 m para delimitación de rondas.

3.7.3 Resultados

El análisis permitió identificar los municipios con mayores afectaciones en las rondas hídricas, en general, la gran mayoría tienen algún grado de afectación en sus rondas hídricas.

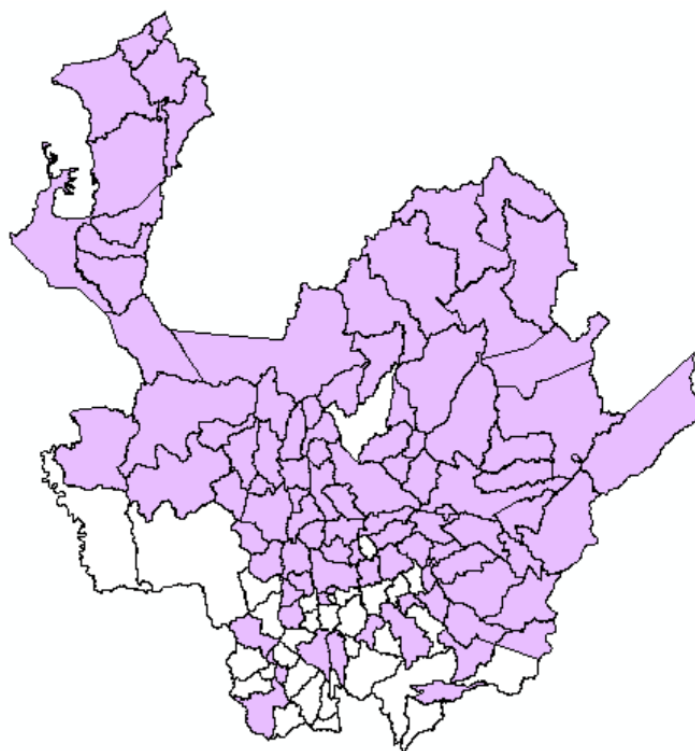


Figura 27: municipios priorizados para la problemática de pérdida de cobertura boscosa en rondas hídricas.



4. Dimensión social y de medios de vida

Esta caracterización, identifica una serie de condiciones estructurales que, limitan el desarrollo local en los municipios de Antioquia. La metodología empleada se basa en la espacialización y normalización de variables (como el *z-score* y la clasificación binaria 0/1), para determinar niveles de criticidad.

En el ámbito productivo y técnico, se constata una débil formación técnica en áreas clave. Por ejemplo, 26 municipios cumplen con el criterio de debilidad formativa para el turismo, a pesar de contar con rutas definidas y 41, cumplen con el criterio de débil formación para mejorar la productividad agropecuaria. Las deficiencias en la planificación productiva son severas, clasificando a 104 municipios, con condiciones críticas en desempeño agrícola y, a 52 y 68 municipios, con fuerte intensidad productiva en especies mayores y menores, respectivamente, asumiendo baja preparación ante cambios ambientales.

La capacidad organizativa y económica, también presenta rezagos. Setenta y un (71) municipios, se clasificaron como críticos, por la baja creación de Entidades Sin Ánimo de Lucro (ESAL), lo que restringe la gestión de proyectos y la legitimación institucional. Además, 37 municipios son críticos, debido a la baja densidad empresarial y el alto porcentaje de población que trabaja de forma independiente, lo cual aumenta la vulnerabilidad económica.

Finalmente, las carencias logísticas y de gobernanza son significativas. La carencia de centros de acopio subregionales e infraestructura vial inadecuada es crítica, en 20 municipios. Respecto a la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD), 75 municipios incumplen con al menos uno de los instrumentos de planificación esenciales (POT/EOT/PBOT, Plan GRD o Estrategia de Respuesta a Emergencias). Estos resultados, delimitan obstáculos persistentes para la competitividad y la sostenibilidad territorial del departamento,

4.1 Débil formación técnica para turismo

La implementación de rutas turísticas impulsadas desde la gobernación de Antioquia constituye una oportunidad para dinamizar la economía de los municipios, no obstante, muchas de estas zonas enfrentan limitaciones significativas, derivadas de su escasa preparación, insuficiente infraestructura logística y falta de recursos, lo que dificulta optimizar de forma eficiente, el potencial de estas iniciativas económicas.

4.1.1 Metodología de construcción del dato

Supuesto: La promoción e implementación de rutas turísticas, en diversos municipios del departamento, no es suficiente para impulsar las economías locales. Aspectos como el nivel educativo y la asistencia técnica, son determinantes para establecer procesos productivos acorde a la demanda de las rutas turísticas de los municipios.



Variables: Se tomaron tres datos: rutas turísticas planteadas por la gobernación de Antioquia, porcentaje de población municipal con nivel educativo técnico, tecnológico y universitario y, la asistencia técnica durante el año 2023.

Criterios de selección: Para obtener los municipios más críticos, se realizó el siguiente Se organizaron las rutas propuestas por la gobernación de Antioquia para cada uno de los municipios y se clasificaron en términos de 0 y 1. Se asignaron valores de 1, si se contaba con una ruta definida (73 de 125 municipios) y, 0, si no. Posteriormente, esta información se cruzó con el porcentaje de población con títulos académicos en nivel técnico, tecnológico y carreras universitarias. Con estos datos se procedió con su normalización a partir de *z score*, arrojando valores por encima y debajo del promedio de cada uno de los datos de nivel educativo, *n* desviaciones estándar.

Una vez normalizados, se realizó la sumatoria de los valores en el que, resultados negativos dan cuenta del rezago del municipio, en términos educativos. Estos resultados se clasificaron en 0 y 1, en donde 1 se les asignó a valores negativos (73 de 125 municipios) y 0, a positivos.

A partir del dato de asistencia técnica para 2023, se clasifican los municipios que no contaron con esta, como 1, (98 de 125 municipios), y los que sí, como 0. Por último, se priorizaron los municipios, que tuviera un valor de 1 en las tres variables consideradas.

4.1.2 Fuente

Rutas turísticas para Antioquia:(Datos tomados de la secretaria de turismo de la Gobernación de Antioquia), porcentaje de población municipal con nivel educativo (Datos tomados de la Encuesta calidad de vida Antioquia 2023) y asistencia técnica durante el año 2023 (datos tomados del Plan departamental de extensión agropecuaria de Antioquia).

4.1.3 Descripción de resultados

De los 125 municipios, 26 cumplen con el criterio.

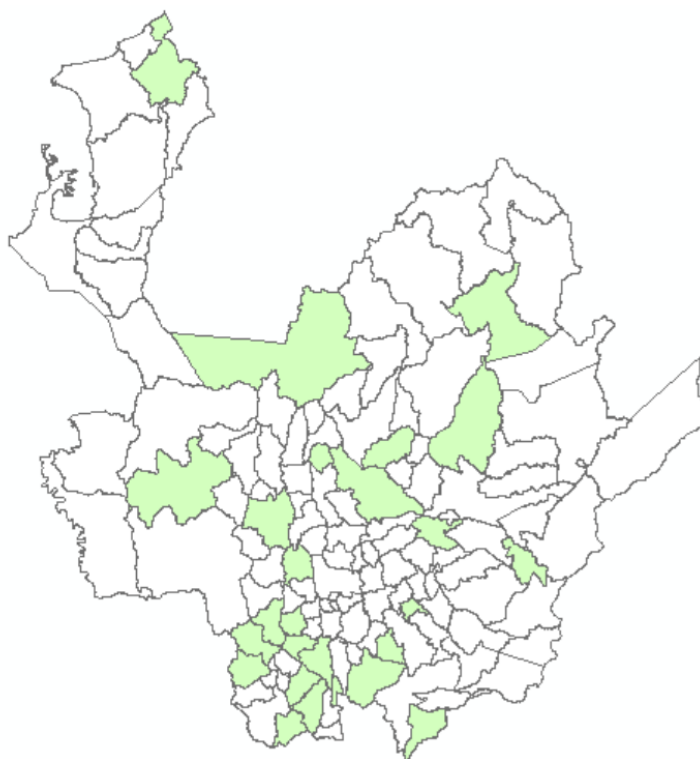


Figura 28: municipios priorizados para la problemática de débil formación técnica para turismo.

4.2 Débil formación para crear empresa ESAL

La escasa conformación de esquemas asociativos que impulsen el desarrollo local, tales como, cooperativas y/o asociaciones, en los municipios del departamento de Antioquia, se constituye en una problemática, para hacer frente a los desafíos del cambio climático. Así, las Entidades Sin Ánimo de Lucro -ESAL- se constituyen en instrumentos de organización comunitaria y participación ciudadana, que permiten canalizar recursos y esfuerzos hacia causas sociales, sin que los asociados busquen enriquecimiento individual. La conformación de ESAL en las comunidades, fortalece los procesos de organización social y promueve el desarrollo colectivo. También, permiten canalizar esfuerzos individuales hacia objetivos comunes, facilitando la gestión de proyectos, la articulación con entidades públicas y privadas y, el acceso a recursos técnicos y financieros que de manera individual serían difíciles de obtener. Además, las ESAL, fortalecen la capacidad de negociación de las comunidades, generan legitimidad en escenarios institucionales y favorecen la sostenibilidad de iniciativas productivas, sociales y culturales. En este sentido, la creación de ESAL no solo potencia la asociatividad y la cohesión comunitaria, sino que también contribuye a mejorar las condiciones de vida de la población mediante el impulso de proyectos de interés general, la defensa de derechos colectivos y la construcción de capacidades sociales en los territorios.



4.2.1 Metodología de construcción

Supuesto: La baja creación de ESAL en los municipios del departamento de Antioquia, limita las capacidades asociativas para promover un desarrollo colectivo local, así como, legitimación ante actores institucionales, al igual que su capacidad de gestión.

VARIABLES: Densidad empresarial y cantidad de personas por municipio.

Criterios de selección: Identificación del total de ESAL en cada municipio para el año 2023 y su comparación para el año 2019. Esta información se cruzó con la población total del municipio. Para obtener los municipios más críticos, se realizó el siguiente proceso metodológico:

Se calculó la densidad de ESAL por municipio tras dividir el total de ESAL municipal a 2023 entre la población municipal al mismo año y multiplicando por 100. A partir de estos datos, se normalizó según *z score*, obteniendo valores por encima y por debajo del promedio de los datos, *n* desviaciones estándar. Estos datos se reclasificaron, si el valor normalizado era menor a 1, negativo y, valor 0, se calificó como positivo.

Se compararon los datos de ESAL en 2019 y 2023, clasificando en 1 (de importancia para el ejercicio), si hubo decrecimiento; y en 0, si hubo crecimiento. Se identificaron 15 municipios con la calificación de 1. Por último, se compararon los datos tras su clasificación en 0 y 1, esto se realizó bajo el criterio de, si por lo menos uno de los dos es igual a 1, se califica como 1, es decir, el municipio se clasifica como crítico para la problemática; si ambos son 0, se clasifica como 0.

4.2.2 Fuente

Entidades Sin Ánimo de Lucro -ESAL- por municipio (CONFECAMARAS-RUES) y proyección poblacional 2023 (DANE).

4.2.3 Descripción de resultados

71 municipios del departamento se clasificaron como críticos.

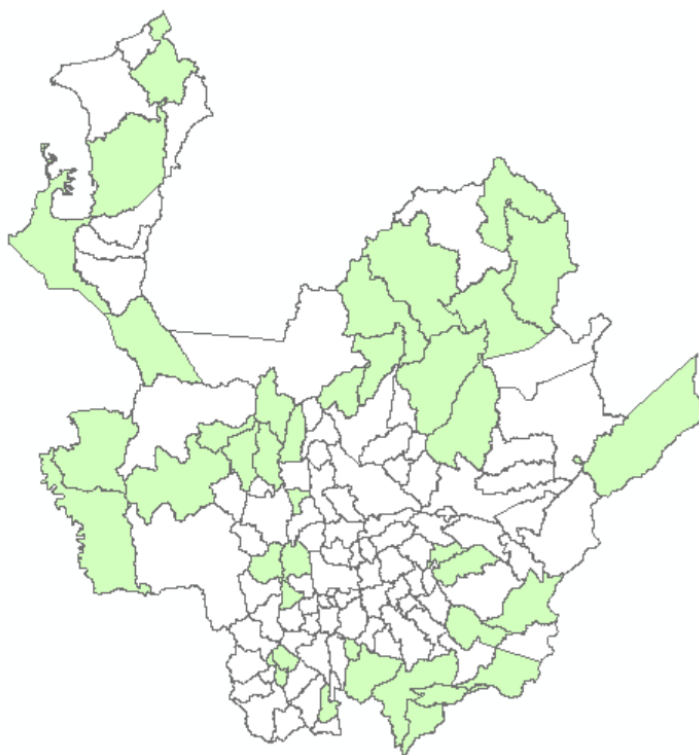


Figura 29: municipios priorizados para la problemática de débil formación para crear empresa ESAL.

4.3 Débil formación técnica para mejorar productividad

La limitada formación técnica de los productores constituye un factor que restringe de manera significativa, la eficiencia y calidad de los procesos productivos. La ausencia de conocimientos especializados en áreas como manejo de suelos, uso adecuado de insumos, control de plagas y enfermedades, o incorporación de tecnologías apropiadas, se traduce en bajos niveles de productividad y mayores pérdidas económicas. Asimismo, la falta de capacitación dificulta la adopción de prácticas sostenibles y la adaptación a las exigencias de los mercados, reduciendo la competitividad del sector agropecuario, frente a otros territorios con mayores capacidades técnicas. Esta condición no solo limita la innovación y el aprovechamiento eficiente de los recursos disponibles, sino que también, incrementa la dependencia de los productores frente a intermediarios o actores externos. En consecuencia, la débil formación técnica, se convierte en una barrera estructural para el desarrollo productivo y la sostenibilidad de las economías rurales.

4.3.1 Metodología de construcción

Supuesto: La formación técnica de los pequeños productores agropecuarios, aumenta la eficiencia y calidad, no solo de la producción, sino que, aporta a la competitividad del mercado local.



Variables: Para visibilizar la problemática se analiza el porcentaje de nivel educativo municipal, las asistencias técnicas recibidas y el porcentaje de valor agregado municipal, en términos de actividades primarias, para los años 2016 y 2023.

Criterios de selección: Para obtener los municipios más críticos se realizó el siguiente proceso metodológico:

Se estandarizaron los porcentajes de población con estudios técnicos, tecnológicos y universitarios, usando *z-scores*. Lo anterior, arrojó valores por encima o debajo del promedio departamental, indicando qué tan lejos está cada municipio, del promedio en cada nivel educativo. Luego, se sumaron los *z-scores* por municipio. Los valores negativos muestran mayor rezago educativo.

Se compararon entre los datos asociados a las actividades primarias en los años, en el que, valores negativos indicaban que hubo un decrecimiento de la actividad entre 2016 y 2023 y, los positivos, que hubo un aumento. A partir de estos resultados, y el dato de asistencia técnica, se clasificaron en 0 y 1. En la suma de valores normalizados de los niveles educativos, se le asignó un valor de 1 (73 de 125 municipios), a valores negativos y 0, a los positivos. Para la asistencia técnica, se asignó un valor de 1 (98 de 125), a municipios que no contaron con asistencia durante 2023. Para el dato comparativo entre 2016 y 2023 de la actividad primaria, se clasificó como 1 (99 de 125 municipios), los valores negativos y en 0, los positivos,

Así, el criterio para hallar los municipios más críticos consistió en la selección de aquellos que tuvieron valores de 1, en las tres variables consideradas.

4.3.2 Fuente

Los datos del porcentaje de población con estudios técnicos, tecnológicos y universitarios son tomados de la Encuesta calidad de vida Antioquia 2023. Los datos de asistencia técnica son tomados del Plan departamental de extensión agropecuaria de Antioquia y, el valor agregado municipal se toma del DANE.

4.3.3 Descripción de resultados

De los 125 municipios, 41 cumplen con el criterio.

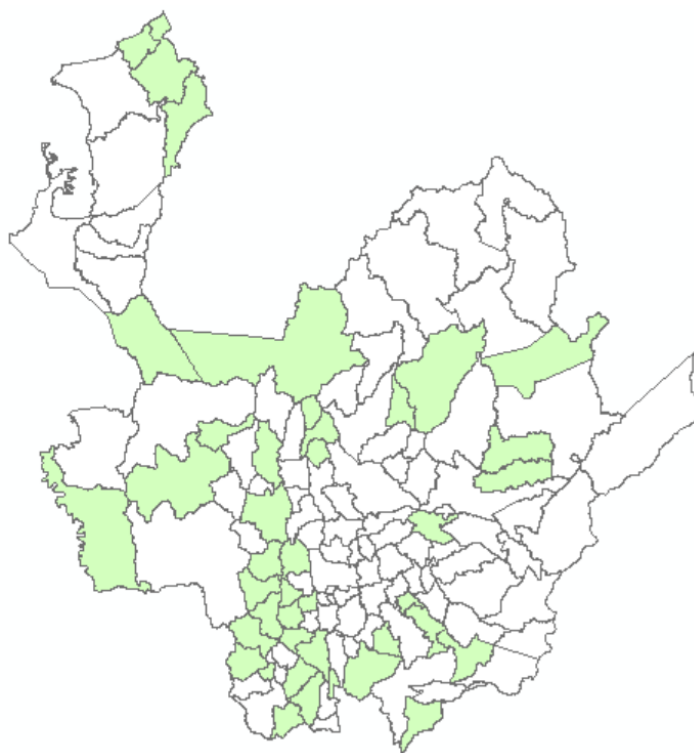


Figura 30: municipios priorizados para la problemática de débil formación técnica para mejorar productividad.

4.4 Bajo interés comunitario para desarrollar emprendimientos

Presentación: Entre las principales problemáticas identificadas en el territorio, se resalta la baja disposición de algunas comunidades, para conformar desarrollar nuevas estrategias productivas o comerciales, que complementen la economía principal, aun cuando reconocen el potencial de desarrollo y los beneficios colectivos, que estas podrían generar.

4.4.1 Metodología de construcción

Supuesto: La escasa consolidación de organizaciones comunitarias productivas y el limitado desarrollo de proyectos alternativos se configuran como una barrera estructural para el desarrollo local. Esta debilidad organizativa, restringe la capacidad de las comunidades para diversificar sus fuentes de ingreso, reducir su dependencia de actividades tradicionales y establecer vínculos efectivos con actores públicos y privados. En consecuencia, se limita el acceso a asistencia técnica, financiamiento y otros instrumentos de apoyo, perpetuando condiciones de deficiencia económica y social.



Variables: Se tomo la base de datos del programa **Antójate de Antioquia**, cuyo objetivo es, fortalecer el tejido empresarial local, especialmente de micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES), emprendimientos y unidades productivas. Así, se detallan la cantidad de proyectos productivos presentados por cada municipio, para el año 2024 y, a partir de ese dato, se identifica la capacidad comunitaria en cada municipio, para presentar nuevas propuestas productivas. En total, se cuenta con información de 112 municipios de los 125 del departamento.

Criterios de selección: Se analizó el número de solicitudes para la presentación de proyecto productivos en municipios de Antioquia. La priorización por criticidad se realizó de la siguiente forma:

Se normalizaron los datos por medio de *z score*, obteniendo los valores más alejados del promedio *n* desviaciones estándar, por encima (positivas) o, por debajo (negativas) de este.

Tabla 15. Variables en la normalización por *z score*.

Variables	Valor
Promedio	10.676
Desviación estándar	10.132

Se seleccionaron los municipios que presentaron menor cantidad de proyectos, denominados como críticos, (valores negativos), es decir, valores menores al promedio.

Adicional, teniendo en cuenta que 13 municipios. no se encontraban dentro de la base de datos, se suman al total de municipios críticos, a considerarse (Argelia, Ciudad Bolívar, Tarso, Angelópolis, Armenia, Anzá, Olaya, Murindó, Sabanalarga, Yondó, Valdivia, Anorí, Zaragoza). Si bien, podrían o no, encontrarse bajo o sobre, el promedio de los datos se decide incorporarlos en aras de reconocer la falta de información, y, ante todo, la posibilidad de ser críticos. Así, el total de municipio considerados críticos, asciende a 78.

4.4.2 Fuente

Programa de la gobernación de Antioquia denominado: **Antójate de Antioquia**.

4.4.3 Descripción de resultados

De los 112 municipios, 65 municipios presentan valores inferiores al promedio departamental, los cuales son seleccionados al evidenciar mayores falencias, para desarrollar estrategias económicas alternativas.

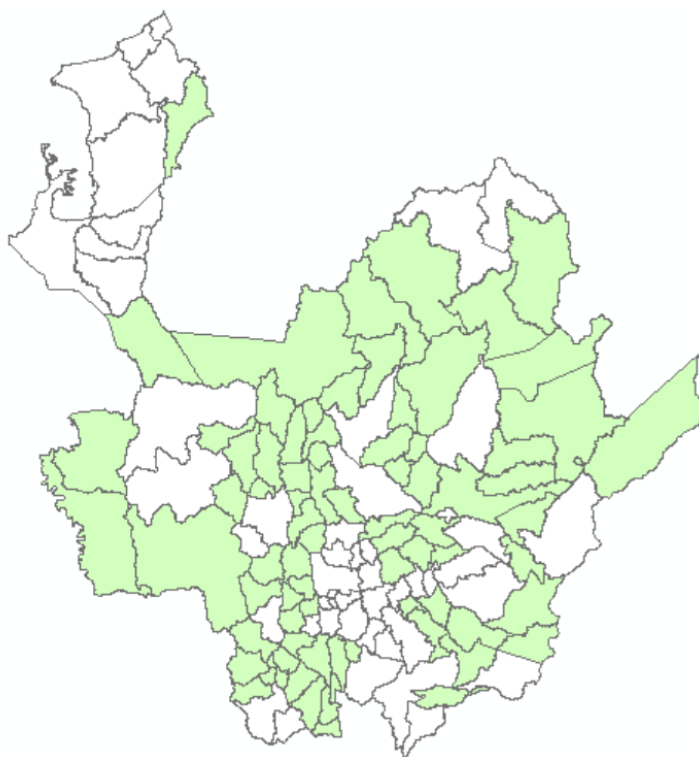


Figura 31: municipios priorizados para la problemática de bajo interés comunitario para desarrollar emprendimientos.

4.5 Deficiencia de espacios para centralizar y comercializar la producción agropecuaria

Las visitas de campo evidenciaron una carencia de centros de acopio subregionales acompañados de una infraestructura vial inadecuada, lo cual constituye una limitación estructural para el fortalecimiento de la productividad agropecuaria. La ausencia de estos espacios impide centralizar, almacenar y conservar los productos en condiciones óptimas, generando pérdidas poscosecha significativas y reduciendo la calidad de la oferta agrícola. De igual forma, la deficiencia en las vías de transporte incrementa los costos logísticos y alarga los tiempos de traslado, dificultando la conexión eficiente entre los productores y los mercados de consumo. Esta situación limita la capacidad de negociación de los campesinos, restringe su competitividad frente a cadenas de valor más consolidadas y acentúa la vulnerabilidad económica de las familias rurales. En consecuencia, la falta de centros de acopio y de infraestructura vial asociada constituye un obstáculo para la sostenibilidad y el desarrollo integral del sector agropecuario en el territorio.



4.5.1 Metodología de construcción

Supuesto: Mejores vías de comunicación para sacar la producción y centros de acopio municipales mejoran la capacidad productiva, consolida la cadena de valor y fortalece la economía de los pequeños productores.

VARIABLES: se utilizó la capa de vías contenida en la cartografía base 1:100.000, el ráster de pendientes y un modelo de elevación digital, ambos con tamaño de píxel de 12.5 metros.

Criterios de selección: se calculó un modelo de accesibilidad a centros de acopio a partir del software ArcGis 10.8, mediante la herramienta *Path distance*. Este modelo incluyó tres insumos:

- Centros de acopio de referencia acopio (Carepa, Caucasia, Puerto Berrio, Marinilla, Medellín, Santa Fe de Antioquia).
- Modelo de elevación -DEM-.
- Superficie de costo.

La superficie de costo se calculó según lo siguiente:

1. Raster de vías con impacto de pendiente sobre velocidades de tránsito: se empleó la capa de vías de la cartografía base 1:100.000, la cual se rasterizó a partir del valor tiempo/distancia, es decir segundos/metro. Este valor se obtuvo a partir de la fórmula: $\text{tiempo/distancia} = 3600/(\text{Vel} \cdot 1000)$. Plantear la capa de vías de esta forma, se sustenta en la definición del Path Distance, que consiste en el tiempo acumulado en un píxel que se requiere para poder llegar a un punto en específico, en este caso, los centros de acopio. Las velocidades que se utilizaron para el ráster de vías derivan de la siguiente clasificación sobre el tipo de vía según la tabla de atributos de la capa empleada:

- Tipo 1 y 3: 80 km/h
- Tipo 2 y 4: 60/h
- Tipo 5: 40 km/h
- Tipo 6: 30 km/h

Este insumo da cuenta dentro de la capa de superficie de costo, de píxeles con diferente costo de movilidad; mayores valores implican mayor costo de cruce.

Obtenido esto, se procedió a asignar el impacto de la pendiente sobre las velocidades de tránsito. Para ello se realizó una reclasificación al ráster de pendientes, derivado del DEM. Los valores porcentuales de las pendientes en el departamento se reclasificaron en valores enteros, entendidos como un factor de peso que indicaría el impacto que pueden representar las pendientes en las velocidades o tiempos de recorridos; a mayores pendientes, mayores valores.

- 0-5%: 1
- 15%-20%:2
- 25%-30%:3
- >30%:5



Una vez realizado el procesamiento, se obtuvo la capa ráster vías con los pesos de la pendiente asociados a las velocidades de tránsito.

2. Ráster de buffer 500 metros: con valor de costo de 350, valor por encima del máximo obtenido en la capa anterior, reconoce las dinámicas propias alrededor de las vías.
3. Ráster de no vías: si bien la espacialización de la problemática estuvo orientada al transporte motor, y teniendo en cuenta que la herramienta *Path Distance* requiere de homogeneidad en el área de los datos (la superficie de costo y el DEM), se planteó el último insumo de la superficie de costo: el costo de transitar en áreas sin vías. Su incorporación también se dio al reconocer que pueden existir otras vías no espacializadas en la cartografía base y que igual cumplen un papel importante en el transporte de la producción hacia los centros de acopio seleccionados.

Dicho esto, el ráster de superficie de costo para no vías se planteó a partir de las pendientes, entendiendo que puede ser un limitante en cuán difícil es transportarse. Así, se reclasificó el ráster de pendientes según la afectación que representaría para el transporte:

- 0-5: 200
- 5-15:800
- 15-25:1500
- >25: 2500

Teniendo los tres insumos descritos (superficie de costo, DEM y capa de puntos con los centros de acopio), se procedió con el cálculo del *Path distance*.

Para la selección de los municipios más críticos se realizó una reclasificación del ráster en 12, uno por cada hora, y se vectorizó, intersecando el resultado con los municipios del departamento. Así, los municipios críticos considerados correspondieron a aquellos que poseían áreas con valores de 7 horas de lejanía de los centros de acopio considerados. Este criterio de 7 horas incluyó la exclusión de zonas con valores, igualmente altos, pero que se encuentran dentro de áreas protegidas; es decir, los municipios seleccionados poseen zonas con valores de 7 horas fuera de áreas protegidas.

4.5.2 Fuente

Capa de vías contenida en la cartografía base 1:100.000 (IGAC, 2022), el raster de pendientes y un modelo de elevación digital (©JAXA & METI, 2010).

Anuario estadístico del sector agropecuario departamento de Antioquia 2024 y Unidad de Planificación Rural Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y se usó la capa de centros poblados y zonas urbanas del IGAC, 2025.

4.5.3 Descripción de resultados

De acuerdo con los datos, se priorizaron 20 municipios del departamento, con mayor intensidad en la problemática.



Figura 32. Municipios priorizados para la problemática de centros de acopio accesibilidad municipios.

4.6 Débil formación para crear empresas

En algunos municipios, se evidenció la ausencia o limitada creación de empresas, lo que representa un obstáculo estructural para el desarrollo local, en la medida en que restringe la generación de empleo, reduce la dinamización económica y limita el fortalecimiento de las cadenas productivas territoriales. Esta situación, incrementa la dependencia de las comunidades respecto a transferencias externas o actividades de subsistencia, lo que debilita la autonomía económica y la capacidad de soportar crisis sociales o ambientales. Asimismo, la escasa base empresarial, disminuye la competitividad e innovación, restringe el recaudo fiscal municipal y reduce las posibilidades de inversión en infraestructura y servicios sociales. En consecuencia, la falta de tejido empresarial no solo afecta la sostenibilidad económica de los territorios, sino que también, amplifica condiciones de pobreza, desigualdad y migración, comprometiendo la cohesión social y la viabilidad del desarrollo integral.

4.6.1 Metodología de construcción

Supuesto: La baja creación de empresas, limita las capacidades económicas de un municipio.



VARIABLES: Densidad empresarial y porcentaje de personas que trabajan de forma independiente.

Criterios de selección: A partir de la información de Confecámaras, se calculó la densidad de empresas por municipio, mediante la división del total de empresas y la población municipal, multiplicado por 100. Se normalizó el resultado de densidad empresarial por municipio y el porcentaje de personas que trabajan de forma independiente, a partir de *z score*. Esto permite obtener cómo los valores se distribuyen por encima o por debajo de promedio de los datos, *n* desviaciones estándar.

Tabla 16. Densidad de empresas por municipio.

VARIABLES	DENSIDAD EMPRESARIAL	% PERSONAS QUE TRABAJAN INDEPENDIENTE
Promedio	23.8	34.6
Desviación estándar	11.497	9.711

A partir de estos valores normalizados, se plantearon dos criterios de calificación. El primero, asociado a la variable de densidad, si el valor normalizado obtenido es menor a 0, se califica como 1, en caso contrario, 0. El segundo, para la variable normalizada de personas trabajando como independiente, si el valor es mayor a 0, se califica como 1, si no, 0. Esta lógica se planteó, partiendo de la idea de que, un municipio con pocas empresas en comparación con el departamento y que, además, posee una gran población que trabaja como independiente, es más crítico a futuro, debido a que esto puede representar mayores implicaciones, en mantener las iniciativas individuales. Para la variable de densidad empresarial, 71 municipios se calificaron con 1 y para la variable de porcentaje de población que trabaja independiente, 55 municipios.

Por último, para seleccionar los municipios más críticos, se planteó un segundo criterio, en donde se seleccionaron los municipios que cumplieran con que las dos variables normalizadas fueron calificadas como 1. Aquellos municipios en donde el resultado fue 0, o que por lo menos uno se encontró por debajo de dicho valor, no se consideraron. Así, se seleccionaron como críticos 37 municipios, en representación de la problemática.

4.6.2 Fuente

La densidad empresarial se tomó de la información de Confecámaras y, porcentaje de personas que trabajan de forma independiente, se tomó de la Encuesta de calidad de vida.

4.6.3 Descripción de resultados

Los municipios sin asistencia técnica y con créditos por debajo del promedio departamental, son 37.

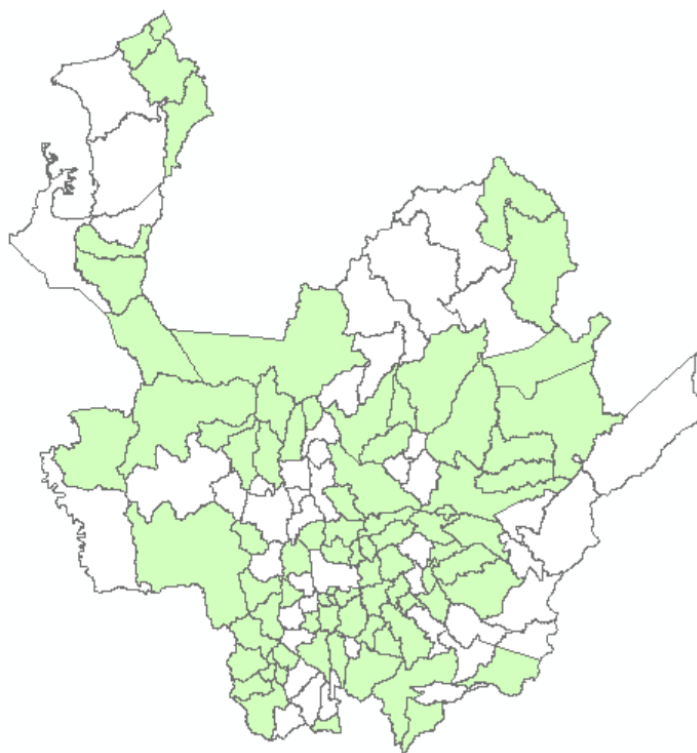


Figura 33: municipios priorizados para la problemática de débil formación para crear empresas.

4.7 Bajo impulso a emprendimientos culturales

Se evidencia la pérdida de conocimientos y prácticas tradicionales, en los municipios del Antioquia. La preservación de las prácticas garantiza la identidad, cohesión social y continuidad histórica de las comunidades. Estas expresiones —que incluyen saberes tradicionales, manifestaciones artísticas, costumbres productivas y formas de organización social— constituyen un patrimonio inmaterial, que fortalece el sentido de pertenencia y legitima los procesos de construcción territorial. La conservación de estas prácticas favorece la transmisión intergeneracional de conocimientos, aporta a la diversidad cultural y puede convertirse en un recurso estratégico, para el desarrollo local mediante actividades como el turismo cultural y la promoción de economías creativas. En este sentido, impulsar las prácticas culturales, no solo contribuye al bienestar simbólico y social de las comunidades, sino que también, promueve un modelo de desarrollo más inclusivo y sostenible.

4.7.1 Metodología de construcción

Supuesto: El bajo apoyo económico, para incentivar actividades tradicionales, tanto recreativas como productivas, debilita el sentido de pertenencia de los pobladores con su territorio. En este



sentido, la problemática se puede visibilizar, al analizar el porcentaje de ocupaciones en actividades artísticas, de entrenamiento y recreación entre otras.

Variables: Porcentaje de ocupaciones en actividades artísticas, de entrenamiento y recreación, entre otras.

Criterios de selección: Para obtener los municipios más críticos, se realizó el siguiente proceso metodológico:

A partir del dato de porcentaje de población ocupada en actividades artísticas de entrenamiento, recreación, se normalizaron los datos usando *max-min*, que arroja valores entre 0 y 1. A partir de lo obtenido en la variable normalizada, se seleccionan los valores mayores al 80% más críticos, es decir, en términos de los datos normalizados, los valores que fueron calificados por debajo del 20%.

4.7.2 Fuente

Datos tomados de la Encuesta calidad de vida Antioquia 2023.

4.7.3 Descripción de resultados

De los 125 municipios, 25 cumplen con el criterio.

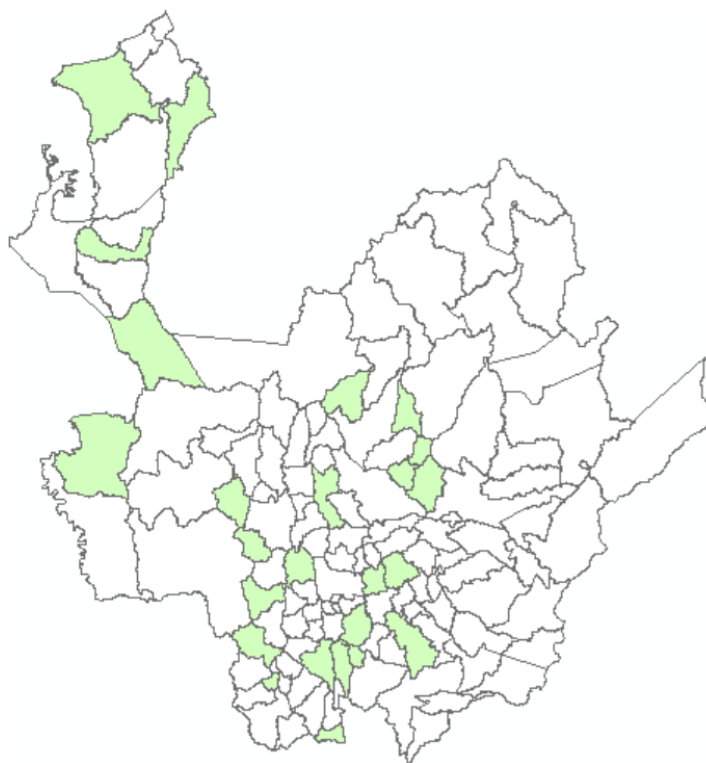


Figura 34: municipios priorizados para la problemática de bajo impulso a las prácticas culturales.

4.8 Bajo apoyo para el pequeño productor

Se evidencia en el territorio, la limitada capacidad logística y productiva del sector agropecuario. Esta situación, se encuentra estrechamente relacionada con la insuficiente inversión destinada a los procesos de producción y con la carencia de asistencia técnica especializada, que oriente a los productores hacia prácticas más eficientes y sostenibles. La ausencia de apoyo técnico limita la adopción de innovaciones tecnológicas, dificulta la optimización del uso de recursos y restringe el acceso a mercados más competitivos. A su vez, la falta de inversión en infraestructura y equipamiento reduce la capacidad de respuesta de las unidades productivas, frente a los retos del cambio climático, la fluctuación de precios y las exigencias de calidad del mercado. En conjunto, estas condiciones, debilitan la productividad del territorio y afectan la sostenibilidad de las economías locales.

4.8.1 Metodología de construcción

Supuesto: La producción agropecuaria, está limitada por el acceso a asistencia técnica, que proporcione mayor efectividad en las técnicas empleadas y por el acceso a créditos, que ayuden a generar mayor inversión.



Variables: Asistencia técnica realizada en el departamento y cantidad de créditos otorgados a pequeños productores en los años 2021, 2022 y 2023.

Criterios de selección: Extraer los datos de asistencia, para los municipios durante los 3 años. Se identificaron los municipios que no tuvieron asistencia técnica en el periodo seleccionado. Se observa que la asistencia técnica, según los datos reportados, no fue repetitiva durante el periodo considerado, es decir, se dio por una sola vez durante los tres años. Esta selección representa el criterio 1. A continuación, se calculó el promedio de número de créditos solicitados para los municipios en los años mencionados y se comparó con el promedio departamental de créditos, también dentro de los años planteados. Se seleccionan aquellos municipios, que presentaron un promedio menor al departamental. Esta selección representa el criterio 2.

Los municipios críticos seleccionados fueron aquellos que cumplía con los dos criterios, es decir, aquellos que no contaron con asistencia durante el periodo con información disponibles y, además, poseen un promedio de créditos solicitados menor al valor departamental. Los municipios con asistencia técnica, pero que no cuentan con información relacionada al número de créditos, se decide incorporarlos como críticos (Abriaquí, Santuario, Salgar, San Andrés de Cuerquia, Valparaíso).

4.8.2 Fuente

Asistencia técnica durante el año los años 2021, 2022 y 2023 (datos tomados del Plan departamental de extensión agropecuaria de Antioquia y Unidad de Planificación Rural Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural).

4.8.3 Descripción de resultados

Los municipios sin asistencia técnica y con créditos por debajo del promedio departamental, son 35.

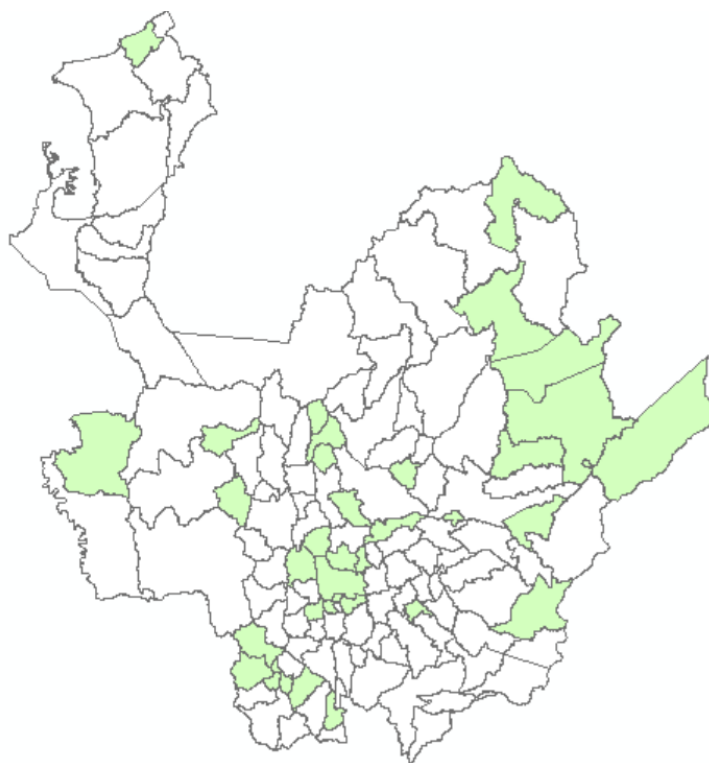


Figura 35: municipios priorizados para la problemática de bajo apoyo para el pequeño para producir.

4.9 Pocas alternativas económicas frente a la actividad minera

Se evidenció que, en territorios donde predomina la economía minera, la necesidad de la población para desarrollar y fortalecer, otras actividades económicas complementarias. Si bien minería puede generar ingresos significativos en el corto plazo, presenta debilidades como, su naturaleza extractiva y la eventual disminución de los recursos no renovables. Esta situación, genera altas fluctuaciones económicas y sociales una vez que la actividad minera se reduce o cesa. En este contexto, fomentar alternativas productivas como la agricultura, la agroindustria, el turismo sostenible o los servicios locales, contribuye a diversificar la base económica, estabilizar ingresos familiares y reducir la dependencia de una sola fuente de sustento. Esta diversificación, fortalece las comunidades frente a crisis económicas y ambientales, la seguridad alimentaria y promueve un desarrollo territorial más equilibrado y sostenible en el largo plazo.

4.9.1 Metodología de construcción

Supuesto: El fortalecimiento de una economía complementaria, en zonas donde la actividad principal es la minería, ayuda a reducir el impacto socioeconómico de las fluctuaciones de la economía minera.



Variables: Necesidades básicas insatisfechas y cantidad de personas dedicadas a la minería por municipio.

Criterios de selección: Para caracterizar esta problemática, se analizó el porcentaje de necesidades básicas insatisfechas por municipio -NBI- y el porcentaje de población que desempeña labores en la actividad minera. Para obtener los municipios más críticos se realizó el siguiente proceso metodológico:

Se normalizaron los datos NBI y porcentaje de ocupación en actividades mineras. Esto se realizó con base en *z score*, en donde los datos normalizados, se distribuirán por encima y debajo del promedio de los datos, *n* desviaciones estándar.

Tabla 17. Datos NBI normalizados

Variable	Promedio	Desviación estándar
Porcentaje de población ocupada en actividades mineras	4.876	8.927
NBI	18.117	10.564

Obtenidos los datos normalizados, se procedió con la clasificación en 0 y 1, con base en que, para las dos variables normalizadas, si el valor es positivo, se clasifica como 1, si es negativo, en 0. Este criterio, responde la importancia de municipios con altas necesidades básicas insatisfechas y mayor población ocupada en actividades mineras. Por último, se planteó un criterio de comparación, en el que, si las dos variables son iguales a 1, es decir, de importancia en el ejercicio, se clasifica como 1, por tanto, es un municipio crítico; si no, será 0.

4.9.2 Fuente

Los datos de Necesidades básicas insatisfechas y cantidad de personas dedicadas a la minería por municipio son tomados de la Encuesta calidad de vida Antioquia 2023.

4.9.3 Descripción de resultados

De los 125 municipios, 14 cumplen con el criterio.

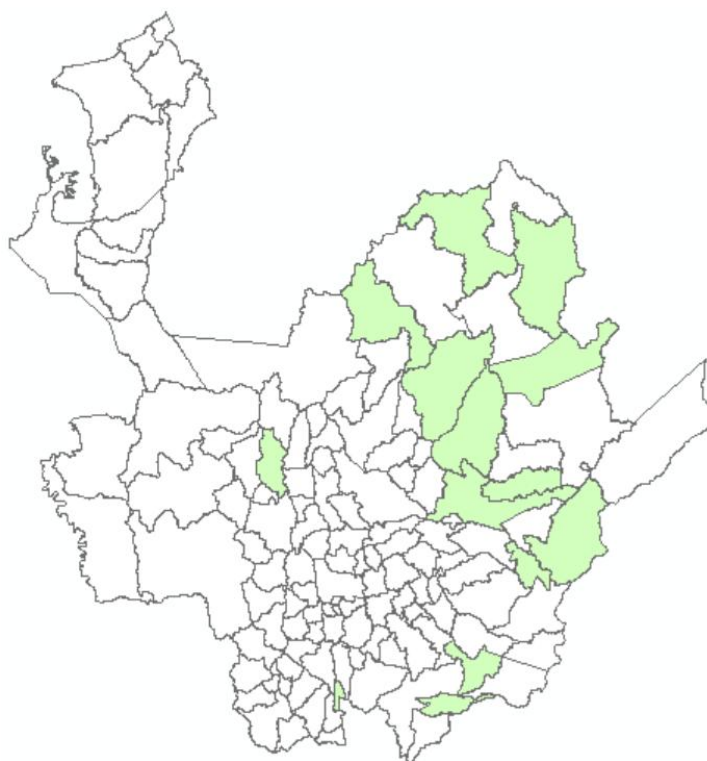


Figura 36. Municipios priorizados para la problemática de contaminación minera / Alternativas a la minería.

4.10 Débiles mecanismos para gestionar amenazas de origen natural y socionatural

Se evidencia que, existe la necesidad de gestionar con mayor eficiencia los peligros socio naturales que hay en los territorios. Amenazas como los movimientos en masa, inundaciones, avenidas torrenciales o incendios forestales, generan alteración de los modos y medios de vida de las comunidades en diferentes espacios como viviendas, espacios públicos, vías e infraestructuras críticas.

4.10.1 Metodología de construcción

Supuesto: La complejidad geográfica de Antioquia, marcada por la coexistencia de altiplanos, cañones, valles interandinos, relieves con cambios de pendiente abruptos, áreas costeras y zonas planas u onduladas en áreas ribereñas, configura un territorio altamente heterogéneo en términos de relieve y patrones de asentamiento poblacional. Esta diversidad, sumada a los modelos de desarrollo municipal, incrementa la exposición frente a múltiples escenarios de riesgo. El marco normativo nacional —en particular la Ley 1523 de 2012 sobre gestión del riesgo de



desastres y la Ley 388 de 1997 sobre ordenamiento territorial— dota a los municipios de instrumentos de planificación para gestionar estos riesgos. La existencia de estos instrumentos evidencia la visualización de la problemática y, en parte, su gestión.

VARIABLES: Para evaluar la criticidad de esta problemática, se parte de tres fuentes de información: existencia de los instrumentos de planificación municipal (EOT, PBOT, POT), con una vigencia menor a 12 años (duración de la actualización del OT -artículo 28 de la ley 388 de 1997-) y, la existencia de un Plan municipal de gestión del riesgo de desastres y de una estrategia de respuesta a emergencias (artículo 37 de la Ley 1523 de 2012). En este sentido, los municipios con los mecanismos más débiles para gestionar sus riesgos son aquellos que no tienen o tienen desactualizado su plan de ordenamiento territorial (EOT, PBOT, POT) y, no ha construido su plan de gestión del riesgo de desastres o su estrategia de respuesta a emergencias. Los municipios seleccionados como críticos obedecieron a aquellos que incumplían con al menos uno de los tres instrumentos considerados.

4.10.2 Fuente

Datos de la gobernación de Antioquia, Departamento Administrativo de Gestión del Riesgo de Antioquia -DAGRAN-, y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-

4.10.3 Descripción de resultados

De los 125 municipios, se identificaron 75 que incumplían con al menos uno de los tres instrumentos considerados.

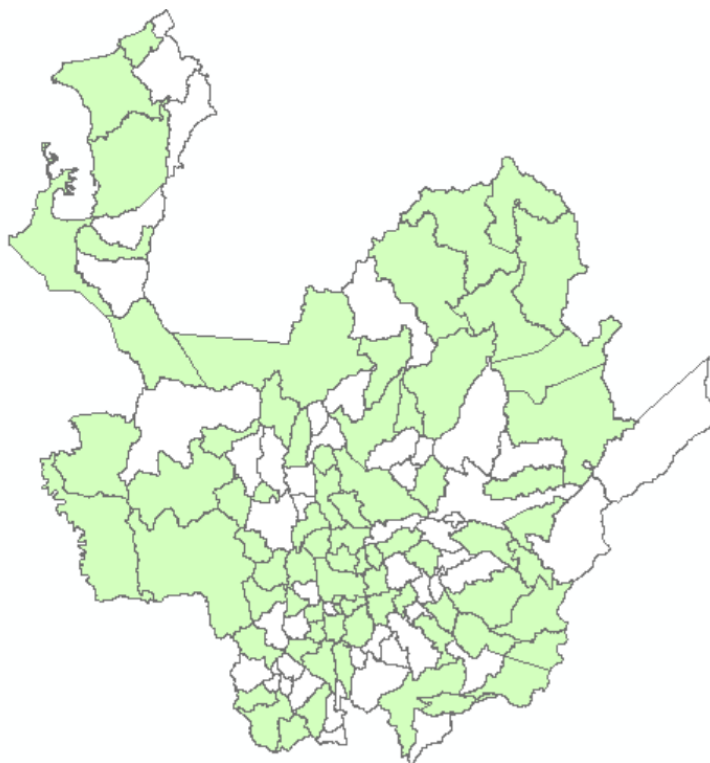


Figura 37: municipios priorizados para la problemática de débiles mecanismos para gestión de amenazas

4.11 Deficiente planificación productiva para cultivos

Presentación: Los pequeños productores agrícolas, enfrentan crecientes dificultades para sostener y mejorar su productividad, en un contexto marcado por la dinámica del clima. El incremento de las temperaturas, la reducción de la disponibilidad hídrica, la pérdida de fertilidad de los suelos y la proliferación de plagas y enfermedades, comprometen de manera directa la estabilidad de los sistemas de cultivo. Estas problemáticas, se ven agravadas por limitaciones estructurales, como el acceso insuficiente a asistencia técnica especializada y adaptada al clima, la falta de infraestructura para el manejo sostenible del agua y los suelos, y la ausencia de mecanismos de comercialización estables.

4.11.1 Metodología de construcción

Supuesto: El departamento de Antioquia, tiene una participación significativa dentro del contexto nacional, con aproximadamente 1,4 millones de hectáreas de agricultura familiar dentro del total



nacional, de aproximadamente 14 millones de hectáreas¹. Lo que representa aproximadamente 10% de ese total en términos de área. En este sentido, la agricultura familiar es clave, no sólo por la extensión, sino por el número de productores, su contribución a la seguridad alimentaria, la diversificación productiva y los mercados locales institucionales. Así, una baja planificación productiva implica, no solo, pérdida de competitividad, sino también, un riesgo de déficit alimentario de las poblaciones rurales.

Variables: Se utilizaron los datos de la Evaluación Agropecuaria Municipal -EVA-. En primer lugar, se seleccionaron los tres cultivos, con mayor área sembrada del municipio, para lo anterior, se asume que, son los de mayor relevancia económica y territorial en los municipios.

Posteriormente, se estimó el nivel de producción, con base en el rendimiento (toneladas/hectárea) y se comparó con el promedio departamental, correspondiente a cada cultivo. Esta comparación, permitió determinar cuáles productos presentaban desempeños, por debajo o por encima, del promedio departamental. Por último, se categorizaron los resultados mediante un sistema binario, asignando el valor de 0 a los cultivos con rendimiento superior o igual al promedio departamental (ganancia) y, 1 a aquellos con rendimiento inferior (pérdida). Para la priorización, se consideraron como críticos, los municipios que registraron pérdidas, en al menos uno, de sus tres cultivos principales.

4.11.2 Fuente

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural².

4.11.3 Descripción de resultados

Dentro de los 125 municipios, se identificaron 104 municipios con condiciones críticas en términos de desempeño agrícola.

¹ <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/La-agricultura-familiar-en-Colombia-se-establece-en-14-millones-de-hect%C3%A1reas.aspx?utm>

² <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=45>

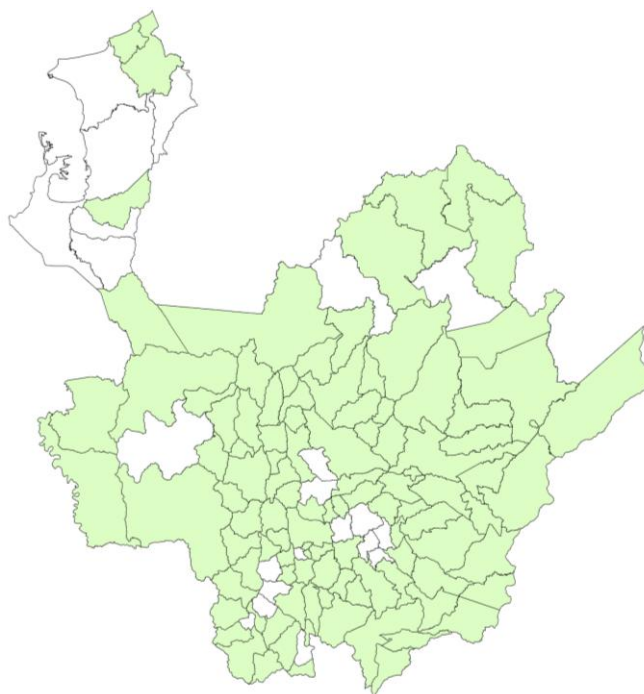


Figura 38. Municipios con deficiente asistencia técnica en la planificación productiva para cultivos.

Fuente: Elaboración propia.

4.12 Deficiente planificación productiva pecuaria en especies mayores.

Los pequeños productores pecuarios de especies mayores -búfalos, equinos, bovinos entre otros-, enfrentan crecientes dificultades para sostener y mejorar su productividad, en un contexto marcado por la variabilidad y el cambio climático. Fenómenos como el aumento de las temperaturas, la reducción de la disponibilidad hídrica, la degradación de los suelos y la mayor incidencia de plagas y enfermedades, afectan directamente la eficiencia de los sistemas de producción. A ello se suman, limitaciones estructurales, como el acceso insuficiente asistencia técnica adaptada al clima, la escasez de infraestructura para la gestión del agua y el forraje y, la falta de mecanismos de comercialización estables. Estas condiciones no solo restringen la competitividad y sostenibilidad de la ganadería campesina, sino que también, incrementan las debilidades socioeconómicas de las familias rurales, frente a los impactos ambientales.

4.12.1 Metodología de construcción

Supuesto: Una asistencia técnica sólida orientada a la planificación productiva permite que los productores gestionen sus sistemas pecuarios de manera más eficiente y adaptada a las condiciones locales. El manejo racional de los recursos naturales (agua, suelos, pastos y biodiversidad), evita sobrepastoreo y degradación; se optimiza la alimentación y suplementación



según etapas fisiológicas del animal y disponibilidad forrajera; permite un mejoramiento genético y sanitario, lo que incrementa los índices de natalidad, ganancia de peso y conversión alimenticia, así como planificar el ciclo productivo y reproductivo, ajustando la oferta de carne, leche o subproductos a las épocas de mayor demanda. Estos componentes, integrados en un plan técnico, aumentan la productividad por unidad animal y por hectárea, al tiempo que reducen costos de producción.

Variables: Número de individuos y/o de las unidades productivas (granjas) vinculadas a cada especie animal en el departamento (Evaluación Agropecuaria Municipal -EVA-) y el anuario estadístico de Antioquia 2023.

Criterios de selección: Para identificar los municipios con mayor intensidad productiva en especies mayores y menores, se llevó a cabo un registro cuantitativo del número de individuos y/o de las unidades productivas (granjas), vinculadas a cada especie animal en el departamento. Esta aproximación, permitió establecer una base comparativa para la caracterización territorial de la actividad pecuaria, a partir de la cual, se estructuró siguiente desarrollo metodológico:

Se organizó la información de cada una de las especies consideradas según sus unidades de medida:

Tabla 18. Unidades de medida en especies mayores. Fuente: Elaboración propia.

Especies mayores	Bovino	Número de individuo
	Búfalos	
	Equinos	
	Caprinos	
	Producción lechera	Litros

Se normalizaron los datos con base en max – min y, se calculó el valor del percentil 0.8, para cada una de las especies animales. Esto permitió obtener los municipios que poseen mayores valores asociados, a cada una de las unidades de medida.

Teniendo esta selección por especie animal, se seleccionaron los municipios por agrupación de especies mayores. El criterio consistió en que, si por lo menos, algunas de las especies animales que conforman la agrupación, se encontraba por encima del 80% (percentil 0.8), se consideraba como crítico.



4.12.2 Fuente

Anuario estadístico del sector agropecuario departamento de Antioquia 2024 y Unidad de Planificación Rural Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural³.

4.12.3 Descripción de resultados

Dentro de los 125 municipios, se identificaron 52 municipios, con fuerte incidencia para la producción de especies mayores.

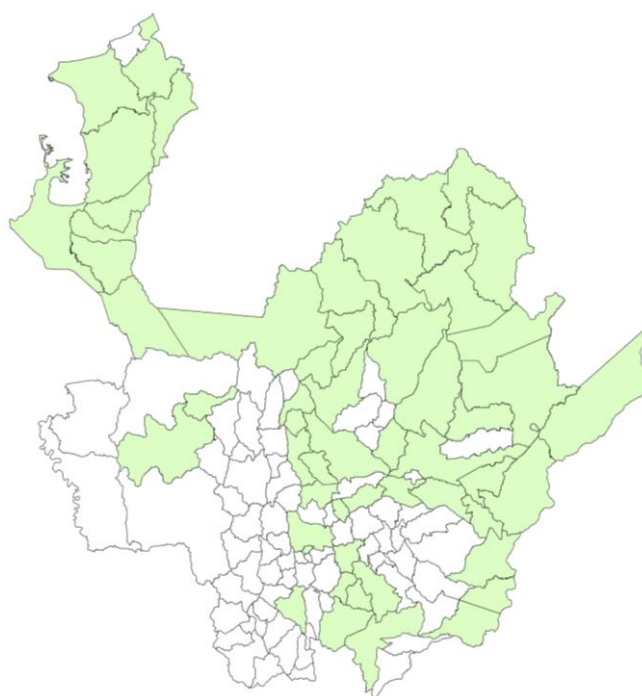


Figura 39. Municipios con deficiente asistencia técnica en la planificación productiva pecuaria en especies mayores.

4.13 Deficiente planificación productiva pecuaria en especies menores.

Los pequeños productores pecuarios de especies menores —avicultores, porcicultores, acuicultores y apicultores, entre otros— enfrentan crecientes desafíos para mantener y mejorar su productividad en un entorno cada vez más condicionado por la variabilidad y el cambio climático. El incremento de las temperaturas, la disminución de la disponibilidad de agua, la

³ <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=45>



degradación progresiva de los suelos y la mayor incidencia de plagas y enfermedades comprometen la eficiencia de los sistemas productivos. A estos factores se suman limitaciones estructurales, como la escasa asistencia técnica adaptada al clima, la deficiente infraestructura para la gestión del agua y del forraje, y la ausencia de mecanismos de comercialización estables y justos. En conjunto, estas condiciones reducen la competitividad y sostenibilidad de la ganadería campesina, al tiempo que profundizan las vulnerabilidades socioeconómicas de las familias rurales frente a los impactos ambientales.

4.13.1 Metodología de construcción

Supuesto: Mejorar la asistencia técnica en la planificación productiva pecuaria de especies menores tiene un efecto directo sobre la eficiencia de los sistemas productivos, porque permite optimizar el uso de recursos locales (agua, forraje, suelos, energía) mediante planes de manejo adaptados a la capacidad de carga del territorio, reducir pérdidas productivas por manejo inadecuado de alimentación, bioseguridad o reproducción, revenir enfermedades y mejorar la sanidad animal, reduciendo costos y mejorando rendimientos.

Cuando la asistencia técnica se articula con la planificación territorial, el enfoque de cambio climático y la educación campesina, se convierte en un motor de desarrollo rural sostenible: mejora la productividad, pero también el capital humano, social y ambiental de las comunidades.

Variables: Número de individuos y/o de las unidades productivas (granjas) vinculadas a cada especie animal en el departamento (Evaluación Agropecuaria Municipal -EVA-) y el anuario estadístico de Antioquia 2023.

Criterios de selección: Para identificar los municipios con mayor intensidad productiva en especies menores, se llevó a cabo un registro cuantitativo del número de individuos y/o de las unidades productivas (granjas), vinculadas a cada especie animal en el departamento. Esta aproximación, permitió establecer una base comparativa para la caracterización territorial de la actividad pecuaria, a partir de la cual, se estructuró siguiente desarrollo metodológico:

Se organizó la información de cada una de las especies consideradas según sus unidades de medida:

Tabla 19. Unidades de medida en especies menores.

Especies menores	Granja apicultura	Granja
	Granja peces	
	Predios porcinos comercial familiar	
	Ovinos	Número de individuos

Fuente: Elaboración propia



Se normalizaron los datos con base en max – min y, se calculó el valor del percentil 0.8, para cada una de las especies animales. Esto permitió obtener los municipios que poseen mayores valores asociados, a cada una de las unidades de medida.

Teniendo esta selección por especie animal, se seleccionaron los municipios por agrupación de especies mayores y menores. El criterio consistió en que, si por lo menos, algunas de las especies animales que conforman las agrupaciones mayores o menores, se encontraba por encima del 80% (percentil 0.8), se consideraba como crítico.

4.13.2 Fuente

Anuario estadístico del sector agropecuario departamento de Antioquia 2024 y Unidad de Planificación Rural Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural⁴.

4.13.3 Descripción de resultados

Dentro de los 125 municipios, se identificaron 68 municipios con fuerte incidencia en la producción de especies menores.

⁴ <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=45>

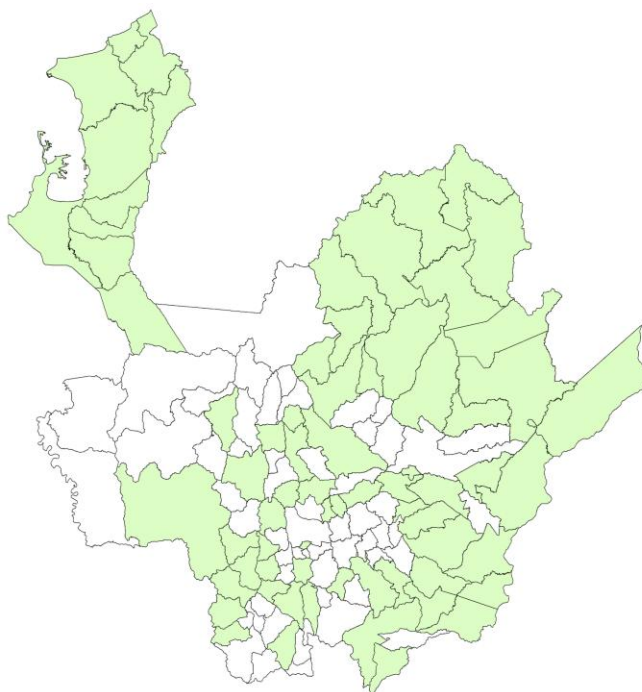


Figura 40. Municipios con deficiente asistencia técnica en la planificación productiva pecuaria en especies menores.

4.14 Deficiente comercialización pecuaria en especies mayores.

El sector pecuario campesino constituye una fuente esencial de ingresos y seguridad alimentaria para las familias rurales de Antioquia; sin embargo, enfrenta crecientes dificultades para mantener su productividad y competitividad en un contexto marcado por la variabilidad y el cambio climático. El incremento de las temperaturas, la disminución de la disponibilidad de agua, la degradación progresiva de los suelos y la aparición de enfermedades y plagas más resistentes afectan directamente la eficiencia de los sistemas de producción pecuaria en especies mayores.

A estas condiciones se suman limitaciones estructurales que restringen el aprovechamiento del potencial productivo y comercial del sector: la insuficiente asistencia técnica especializada y adaptada al clima, la carencia de infraestructura para el manejo del agua y del forraje, la débil articulación entre productores y mercados, y la ausencia de estrategias de asociatividad que fortalezcan las capacidades locales de negociación. Estas brechas reducen la competitividad de la ganadería campesina, limitan su acceso a cadenas de valor formales y acentúan la vulnerabilidad económica de las familias rurales.



4.14.1 Metodología de construcción

Supuesto La comercialización de especies mayores requiere cadenas de valor e infraestructura adecuada, como el estado de las vías. Los municipios cercanos a centros de acopio poseen mayores facilidades para comercializar productos pecuarios (cárnicos o transformados). En cambio, los más lejanos enfrentan mayores dificultades para integrarse a estas cadenas. La asistencia técnica en comercialización puede plantearse como solución, más allá de su posible deficiencia, al ofrecer capacitación específica para la planificación comercial en municipios remotos

Criterios de selección: los municipios planteados como críticos se seleccionaron a partir de la metodología dispuesta en la problemática 4.15 Deficiencia de espacios para centralizar y comercializar la producción agropecuaria. Así, los municipios considerados críticos, es decir, en donde la asistencia técnica se presentaría como una solución a posibles dificultades para ingresar a los mercados, serían aquellos a más de 7 horas respecto a los centros de acopio considerados.

Variables: la capa de vías contenida en la cartografía base 1:100.000, el ráster de pendientes y un modelo de elevación digital, ambos con tamaño de píxel de 12.5 metros.

4.14.2 Descripción de resultados

De acuerdo con los datos se priorizaron 20 municipios del departamento con mayor intensidad en la problemática.

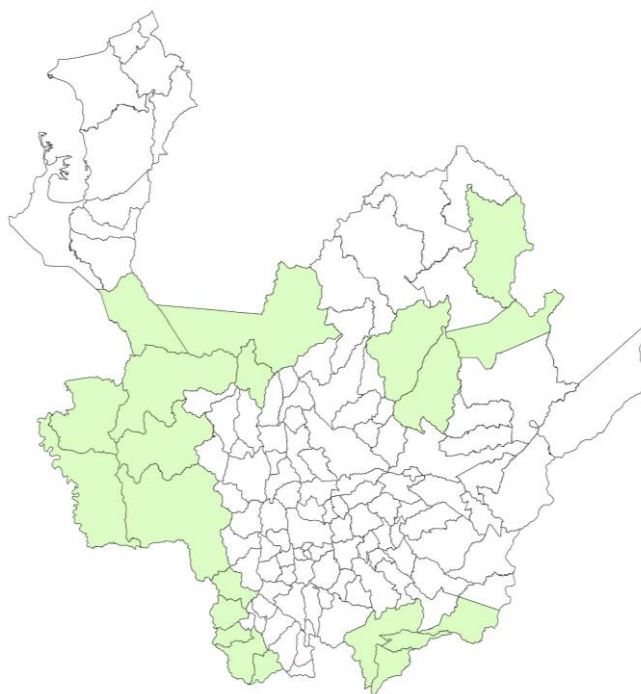




Figura 41. Municipios con deficiente asistencia técnica para la comercialización pecuaria en especies mayores.

4.15 Deficiente comercialización de la producción agrícola.

Presentación: Los pequeños productores agrícolas enfrentan crecientes dificultades para sostener la rentabilidad de su producción en un entorno marcado por la variabilidad climática y la inestabilidad de los mercados. El incremento de las temperaturas, la escasez de agua y la degradación de los suelos reducen la productividad y aumentan los costos de producción, afectando la capacidad de los agricultores para ofrecer productos competitivos. A ello se suma la limitada articulación con canales de comercialización formales, la dependencia de intermediarios y la ausencia de infraestructuras de acopio, transformación y distribución que permitan agregar valor y mejorar los márgenes de venta. Estas condiciones limitan la inserción efectiva de los pequeños productores en los mercados locales y regionales, perpetuando su vulnerabilidad económica y restringiendo el desarrollo de sistemas agroalimentarios sostenibles

4.15.1 Metodología de construcción

Supuesto: el departamento de Antioquia tiene una participación significativa dentro del contexto nacional, con aproximadamente 1,4 millones de hectáreas de agricultura familiar dentro del total nacional, de aproximadamente 14 millones de hectáreas⁵. Lo que representa aproximadamente 10 % de ese total en términos de área. En este sentido, la agricultura familiar es clave, no sólo por la extensión, sino por el número de productores, su contribución a la seguridad alimentaria, la diversificación productiva y los mercados locales institucionales, en donde, una baja planificación asociada a la comercialización significaría pérdidas económicas, cuando, muchas veces, son la fuente principal para las familias campesinas. Esta comercialización, depende en gran medida de la accesibilidad entre los sitios de producción y los lugares en donde se comercializan los productos, algunas veces con la cabecera municipal en primera instancia. Por tanto, municipios en donde existen mayores tiempos de viaje para transportar la producción, podrían considerarse como de interés para fortalecer la asistencia técnica en término de la comercialización, brindando apoyo no solo para ingresar a mercados locales si no de un ámbito regional, o incluso, departamental.

Variables: la capa de vías contenida en la cartografía base 1:100.000, el ráster de pendientes y un modelo de elevación digital, ambos con tamaño de píxel de 12.5 metros.

Criterios de selección: para dar cuenta de los municipios más críticos se empleó la metodología dispuesta en la problemática 4.15 Deficiencia de espacios para centralizar y comercializar la producción agropecuaria, cambiando como puntos de referencia los centros de acopio por las

⁵ <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/La-agricultura-familiar-en-Colombia-se-establece-en-m%C3%A1s-de-14-millones-de-hect%C3%A1reas.aspx?utm>



cabeceras municipales, en donde, se presupone, es el sitio en cual se da la comercialización de los productos agrícolas. Así, se considerarán críticos los municipios con áreas mayores a 7 horas de lejanía respecto a las cabeceras municipales. Es importante mencionar que el modelo da cuenta de cercanía a cualquier cabecera, mas no a aquellas en donde, en efecto, se de la comercialización en los municipios.

4.15.2 Fuente

Anuario estadístico del sector agropecuario departamento de Antioquia 2024 y Unidad de Planificación Rural Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y se usó la capa de centros poblados y zonas urbanas del IGAC, 2025.

4.15.3 Descripción de resultados

De acuerdo con los datos se priorizaron 24 municipios del departamento con mayor intensidad en la problemática.

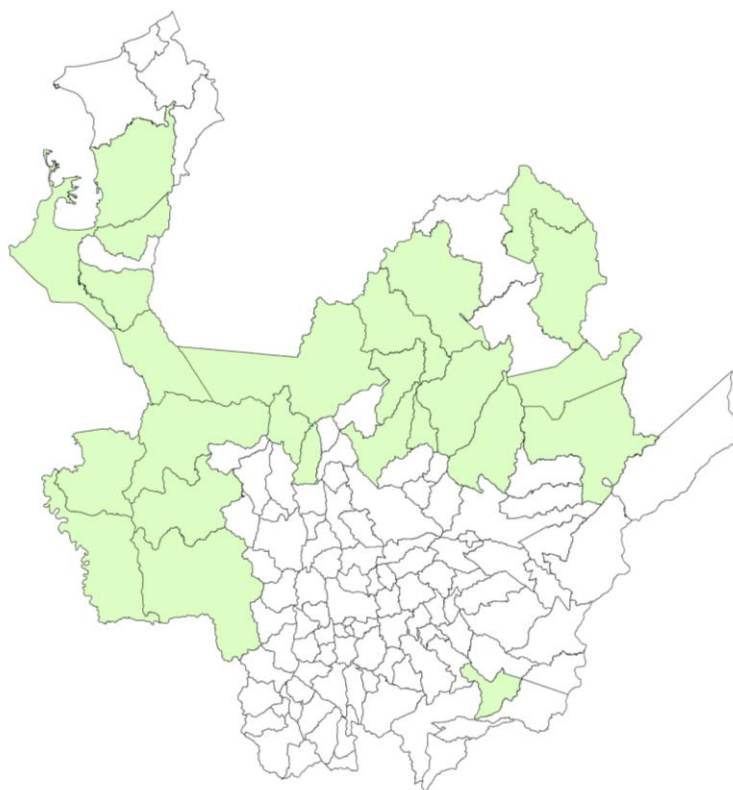


Figura 42. Municipios con deficiente asistencia técnica en la comercialización de la producción agrícola.

Fuente: Elaboración propia.

4.16 Deficiente comercialización pecuaria en especies menores.

Presentación: Los pequeños productores pecuarios de especies menores —como avicultores, porcicultores, acuicultores y apicultores— enfrentan crecientes dificultades para mantener su productividad y acceder a mercados en condiciones justas, dentro de un contexto marcado por la variabilidad y el cambio climático. El aumento de las temperaturas, la disminución del recurso hídrico, la degradación de los suelos y la propagación de enfermedades reducen la calidad y cantidad de la producción, afectando la oferta disponible para la venta. A su vez, la limitada asistencia técnica adaptada al clima, la escasa infraestructura para la conservación y transformación de productos, y la falta de canales de comercialización estables impiden su integración competitiva a las cadenas de valor. Esta situación restringe las posibilidades de generar ingresos sostenibles y debilita la posición de las familias rurales en los mercados locales y regionales, incrementando su vulnerabilidad frente a los impactos económicos y ambientales.



4.16.1 Metodología de construcción

Supuesto: Fortalecer la asistencia técnica orientada a la planificación comercial en sistemas pecuarios de especies menores (avicultura, porcicultura, acuicultura, apicultura, entre otros) permite que los pequeños productores pasen de una venta ocasional o individual a una gestión comercial planificada y colectiva, con beneficios como análisis de mercados para identificar demanda, precios, estacionalidad y canales de distribución; planeación de la producción ajustada a oportunidades comerciales concretas (contratos, ferias, compras públicas, agrotiendas, etc.); estandarización de la calidad y presentación del producto, lo que facilita acceder a mercados formales y sostenibles. Esta asistencia técnica, si bien se puede plantear para diversos municipios, se prioriza sobre aquellos en donde existen dificultades asociadas al transporte de la producción para la comercialización en los centros municipales.

Variables: la capa de vías contenida en la cartografía base 1:100.000, el raster de pendientes y un modelo de elevación digital, ambos con tamaño de píxel de 12.5 metros.

Criterios de selección: para dar cuenta de los municipios más críticos se empleó la metodología dispuesta en la problemática 4.15 Deficiencia de espacios para centralizar y comercializar la producción agropecuaria, cambiando como puntos de referencia los centros de acopio por las cabeceras municipales, en donde, se presupone, es el sitio en cual se da la comercialización de los productos derivados de las especies menores. Así, serán críticos los municipios que posean áreas mayores a 7 horas de lejanía de las cabeceras municipales. Es importante mencionar que el modelo da cuenta del tiempo de lejanía a cualquier cabecera municipal, sin considerar que en ellas se dé la comercialización o no.

4.16.2 Fuente

Anuario estadístico del sector agropecuario departamento de Antioquia 2024 y Unidad de Planificación Rural Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y se usó la capa de centros poblados y zonas urbanas del IGAC, 2025.

4.16.3 Descripción de resultados

De acuerdo con los datos se priorizaron 24 municipios del departamento con mayor intensidad en la problemática.

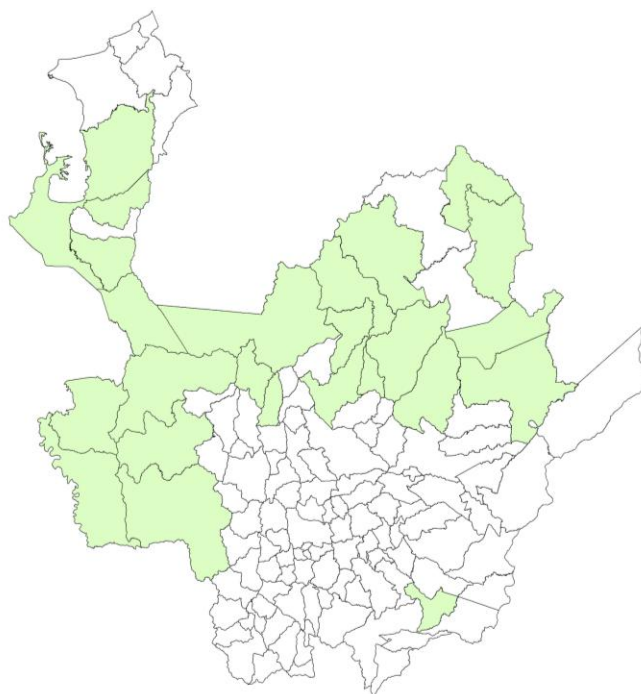


Figura 43. Municipios con deficiente asistencia técnica para la comercialización pecuaria en especies menores.

Fuente: Elaboración propia.



5. Dimensión de Infraestructura

Esta dimensión aborda las problemáticas referidas a los servicios básicos, a las viviendas, y a todos los demás elementos básicos para una adecuada calidad de vida de la población.

5.1 Falta de infraestructura para distribución de agua

El acceso limitado a redes de distribución de agua potable sigue siendo uno de los principales déficits de infraestructura en los municipios de Antioquia. Esta situación afecta tanto la calidad de vida de los hogares como la seguridad hídrica de comunidades rurales y urbanas, y aumenta la exposición frente a la variabilidad climática.

5.1.1 Metodología de construcción

Supuesto: Los municipios con menor cobertura de acueducto presentan una necesidad más urgente de intervención.

Variables: Cobertura residencial de acueducto por municipio (%) según el Anuario Estadístico de Antioquia 2022–2023 y el Censo Nacional de Población y Vivienda 2018.

Criterios de selección: Se establecieron cuatro rangos de cobertura: 0–65 %, 65–79 %, 79–90 % y 90–99 %. Los municipios en el primer rango se consideraron prioritarios, asignándoles el valor 1, mientras que a los demás se les asignó 0.

5.1.2 Fuente

Gobernación de Antioquia. (2023). Anuario estadístico de Antioquia 2022–2023.

5.1.3 Descripción de resultados

La aplicación de este criterio permitió identificar 33 municipios críticos, que constituyen la base para los proyectos tipo H1, H2 y H3

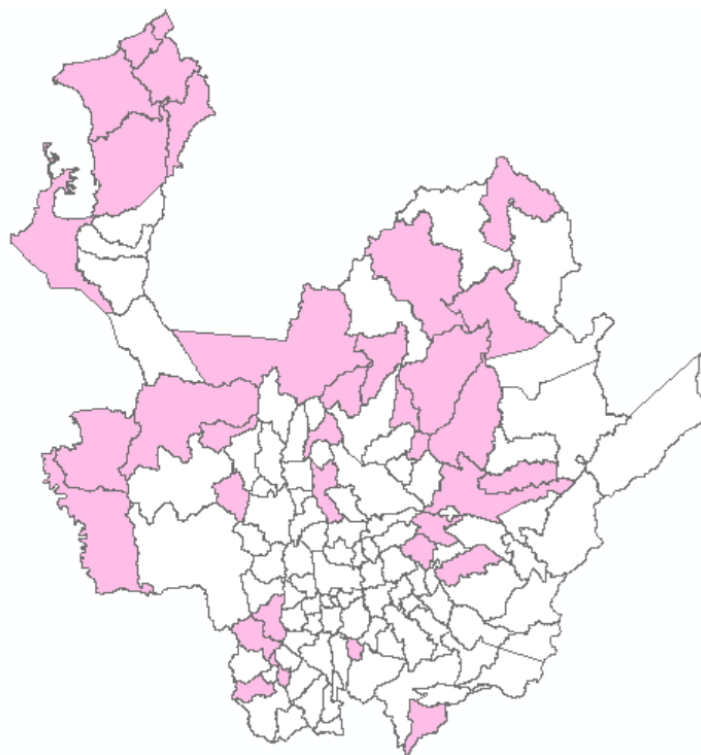


Figura 44: municipios priorizados para la problemática de falta de infraestructura para distribución de agua.

5.2 Ausencia de espacio público

La disponibilidad de espacio público en Antioquia es limitada y no cuenta con un registro homogéneo a escala departamental. Esta carencia se relaciona con la exposición a fenómenos hidrometeorológicos, ya que la ocupación de áreas ribereñas y zonas de riesgo agrava la falta de espacios seguros para la recreación y la protección ambiental.

5.2.1 Metodología de construcción

Supuesto: Los municipios localizados en zonas costeras, ribereñas o con antecedentes de crecientes súbitas requieren intervenciones que integren espacio público y gestión del agua.

Variables: Condición de municipios costeros en Urabá, ribereños en ríos principales, antecedentes de crecientes súbitas y municipios en alerta por inundación.

Criterios de selección: Los municipios urbanizados con recurrencia de inundaciones se asociaron al proyecto H8 (SUDS). Los municipios ribereños a ríos mayores se asignaron al proyecto H10 (parques ribereños). Los municipios con déficit de vivienda cuantitativo y planicies inundables se vincularon al proyecto H11 (viviendas elevadas).



5.2.2 Fuente

DAGRAN. (2024). Histórico de reportes de emergencias por eventos hidrometeorológicos en Antioquia.

IDEAM. (2025). Boletín de alertas hidrometeorológicas para Antioquia

5.2.3 Descripción de resultados

La priorización permitió asignar soluciones diferenciadas por municipio, en algunos casos vinculando más de un proyecto tipo según las condiciones territoriales.

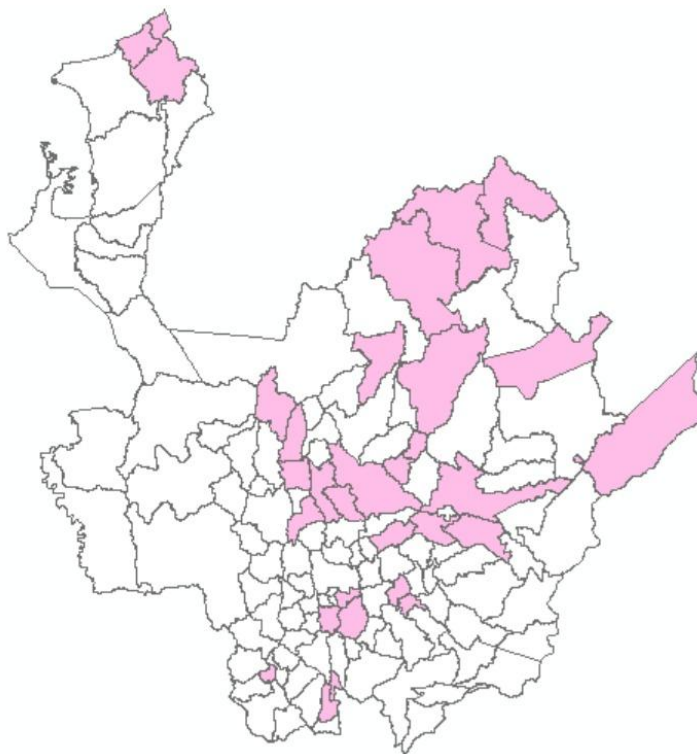


Figura 45: municipios priorizados para la problemática de ausencia de espacio público.

5.3 Servicios básicos afectados por eventos climáticos.

Inicialmente se consideró este problema a partir de los reportes de emergencias del DAGRAN (2024). Sin embargo, la información no permitía aislar con claridad la afectación específica de los servicios básicos por evento, lo cual limitaba la validez del análisis.



5.3.1 Metodología de construcción

Supuesto: La base de datos del DAGRAN permitiría identificar emergencias, pero no existe trazabilidad uniforme sobre servicios afectados.

VARIABLES: Reportes históricos de emergencias por municipio (2010–2024).

Criterios de selección: No se establecieron criterios de selección por falta de representatividad de la información.

5.3.2 Fuente

DAGRAN. (2024). Histórico de reportes de emergencias por eventos hidrometeorológicos en Antioquia.

5.3.3 Descripción de resultados

El problema fue eliminado y sus componentes integrados en P-H14 (Asentamientos afectados por eventos climáticos).

5.4 Falta de infraestructura para residuos sólidos

El manejo de residuos sólidos se evaluó con base en el Sistema Único de Información (SUI, 2023), que registra las toneladas dispuestas por municipio. Este dato permitió construir un panorama de presión sobre los sistemas locales y regionales de disposición.

5.4.1 Metodología de construcción

Supuesto: Los municipios con mayor generación de residuos presentan mayor necesidad y viabilidad de infraestructuras de aprovechamiento y disposición.

VARIABLES: Toneladas dispuestas de residuos sólidos por municipio en 2023.

Criterios de selección: Municipios con más de 500 toneladas anuales se priorizaron para biofábricas de residuos orgánicos (H7). Los que superan 1.000 toneladas se priorizaron para centros de gestión de RCD (H6).



5.4.2 Fuente

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios – SSPD. (2023). Sistema Único de Información – SUI.

5.4.3 Descripción de resultados

El análisis permitió asignar valores binarios de priorización (1 o 0) en los 125 municipios.

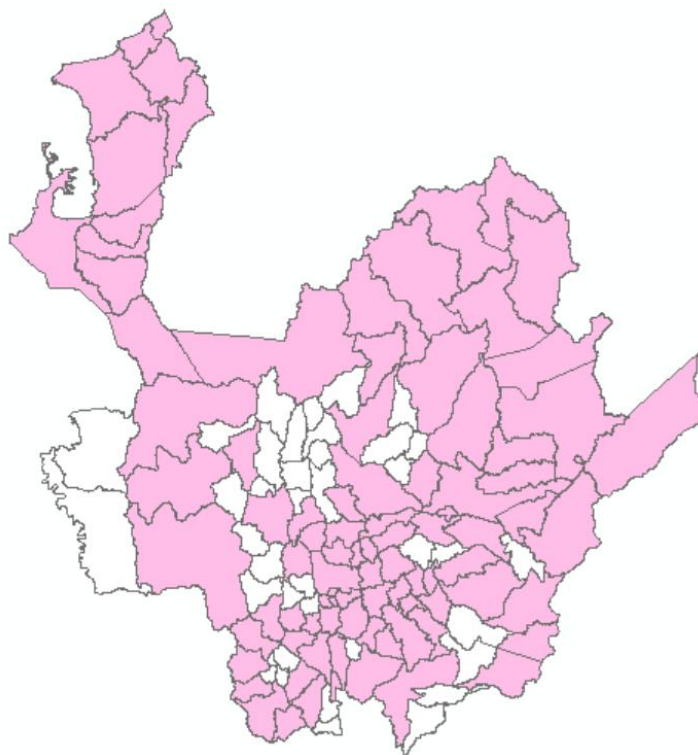


Figura 46: municipios priorizados para la problemática de falta de infraestructura para residuos sólidos.

5.5 Falta de almacenamiento de agua

El déficit de almacenamiento de agua es un problema recurrente en los municipios del departamento. Este hace parte del grupo de problemáticas relacionadas con la gestión integral del recurso hídrico.



5.5.1 Metodología de construcción

Supuesto: Los municipios con menor cobertura de acueducto requieren sistemas de almacenamiento complementarios, como tanques comunitarios o sistemas de captación de agua lluvia.

Variables: Cobertura de acueducto (%) por municipio.

Criterios de selección: Municipios con coberturas de 0–65 % se priorizan con valor 1; el resto con valor 0.

5.5.2 Fuente

Gobernación de Antioquia. (2023). Anuario estadístico de Antioquia 2022–2023.

5.5.3 Descripción de resultados

El resultado se integra con la priorización de P-H1 y P-H9, que hacen parte del mismo grupo de problemas hídricos.

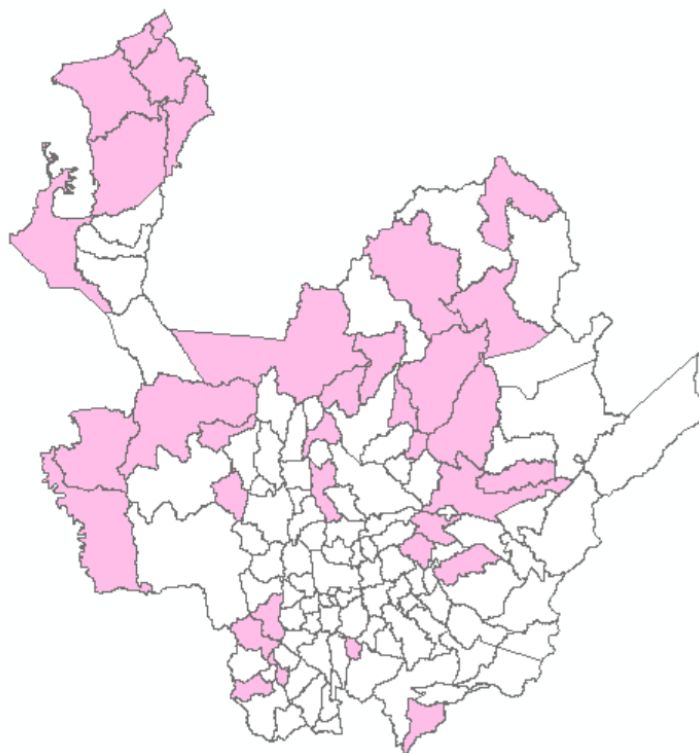


Figura 47: municipios priorizados para la problemática de falta de almacenamiento de agua.

5.6 Falta de sistemas de gestión de aguas residuales

La ausencia o insuficiencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales genera descargas contaminantes que afectan cuerpos hídricos y poblaciones. El análisis partió de los caudales vertidos según registros del SUI y los planes de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV) de las corporaciones ambientales.

5.6.1 Metodología de construcción

Supuesto: Municipios con mayores caudales vertidos y niveles críticos de contaminación requieren intervenciones prioritarias.

Variables: Volumen vertido (L/s), calidad del vertimiento (DBO5 y SST), relación vertimiento/caudal natural y estado del PSMV.

Criterios de selección: Se priorizaron municipios con altos caudales vertidos, incumplimientos normativos o usos sensibles aguas abajo. Se asignaron niveles de prioridad (muy alto, alto, medio, bajo).



5.6.2 Fuente

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios – SSPD. (2009). Registros históricos de vertimientos.

Corporaciones ambientales (Corantioquia, Cornare, Corpourabá, AMVA). (2022). Planes de saneamiento y manejo de vertimientos.

5.6.3 Descripción de resultados

El análisis permitió identificar municipios con prioridad alta y muy alta para la implementación de proyectos tipo H5 (biofiltros descentralizados).

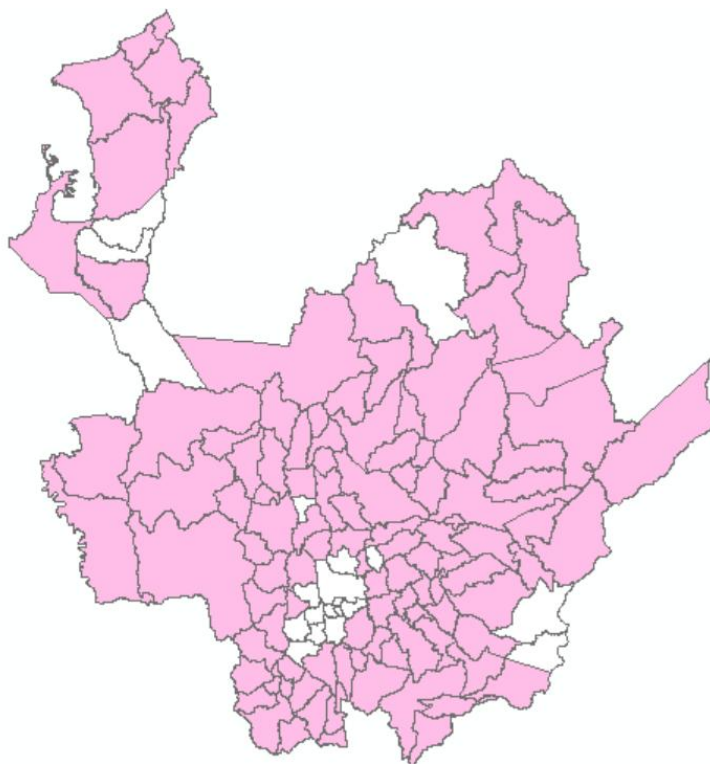


Figura 48: municipios priorizados para la problemática de falta de sistemas de gestión de aguas residuales.

5.7 Falta de plantas de potabilización

La ausencia de plantas de potabilización en algunos municipios impide garantizar la calidad del agua para consumo humano. Este problema se asocia directamente a las limitaciones ya identificadas en el manejo de aguas residuales y vertimientos.



5.7.1 Metodología de construcción

Supuesto: En los municipios donde no existen PTAP o su capacidad es insuficiente, la calidad del agua no está garantizada.

VARIABLES: Datos de caudales vertidos y estado de los PSMV, utilizados como indicador indirecto de tratamiento insuficiente.

CRITERIOS DE SELECCIÓN: Se priorizaron los mismos municipios críticos identificados en P-H6, que requieren soluciones descentralizadas de potabilización.

5.7.2 Fuente

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios – SSPD. (2009). Registros históricos de vertimientos.

Corporaciones ambientales (Corantioquia, Cornare, Corpourabá, AMVA). (2022). Planes de saneamiento y manejo de vertimientos.

5.7.3 Descripción de resultados

El problema se asocia al proyecto tipo H5 (sistemas biológicos descentralizados para potabilización).

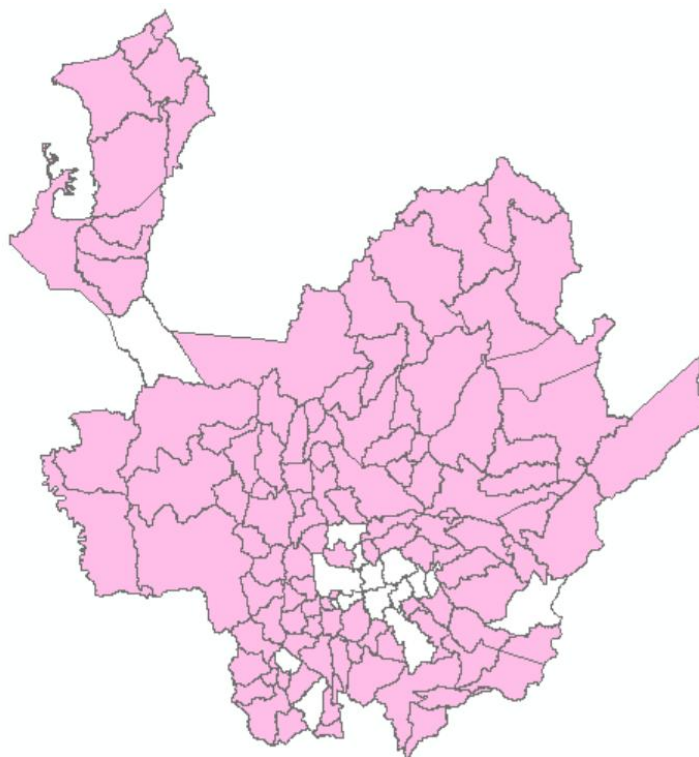


Figura 49: municipios priorizados para la problemática de falta de plantas de potabilización.

5.8 Ausencia o insuficiencia de centros de gestión de residuos de la construcción y demolición RCD

El aumento de residuos de construcción y demolición (RCD) exige infraestructuras para su gestión. La ausencia de estos centros genera disposición inadecuada y afecta el entorno.

5.8.1 Metodología de construcción

Supuesto: Los municipios con mayor volumen de residuos sólidos presentan también necesidad de centros de gestión de RCD.

Variables: Proxy de toneladas de RCD basado en los datos de residuos sólidos del SUI (2023).

Criterios de selección: Municipios con más de 1.000 toneladas anuales se priorizaron para centros de gestión de RCD (proyecto tipo H6).



5.8.2 Fuente

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios – SSPD. (2023). Sistema Único de Información – SUI.

5.8.3 Descripción de resultados

Los municipios priorizados superan el umbral definido, garantizando la viabilidad de centros de escala intermedia o regional.

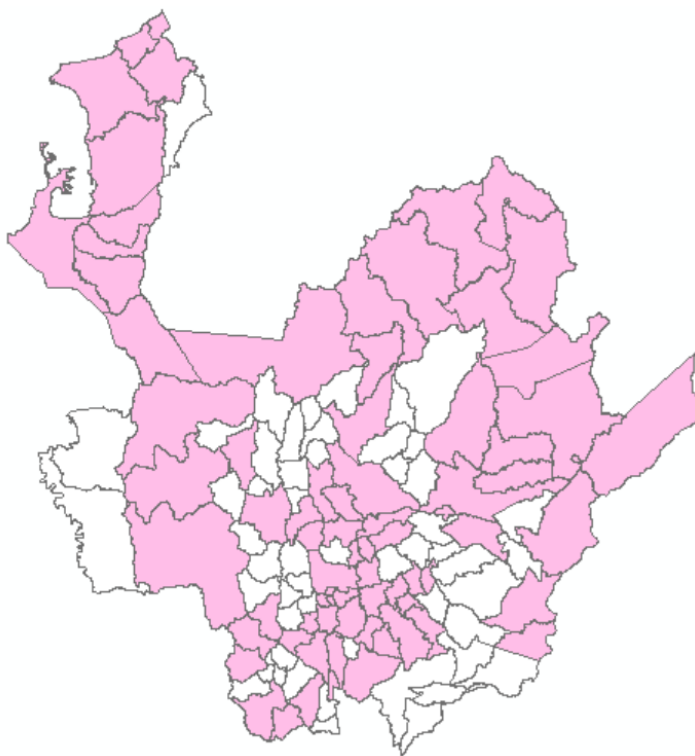


Figura 50: municipios priorizados para la problemática de ausencia o insuficiencia de centros de gestión de RCD.

5.9 Ausencia o insuficiencia de sistemas de captación de agua (bocatomas)

La falta de bocatomas limita el aprovechamiento de fuentes superficiales de agua y la estabilidad del suministro en comunidades rurales.



5.9.1 Metodología de construcción

Supuesto: En territorios donde el suministro superficial es viable, la ausencia de bocatomas reduce la cobertura efectiva del servicio.

Variables: Cobertura de acueducto por municipio (%).

Criterios de selección: Municipios con cobertura de acueducto inferior al 65 % se priorizaron con valor 1.

5.9.2 Fuente

Gobernación de Antioquia. (2023). Anuario estadístico de Antioquia 2022–2023.

5.9.3 Descripción de resultados

Este problema complementa la priorización realizada en P-H1 y P-H5 dentro del bloque de gestión hídrica.

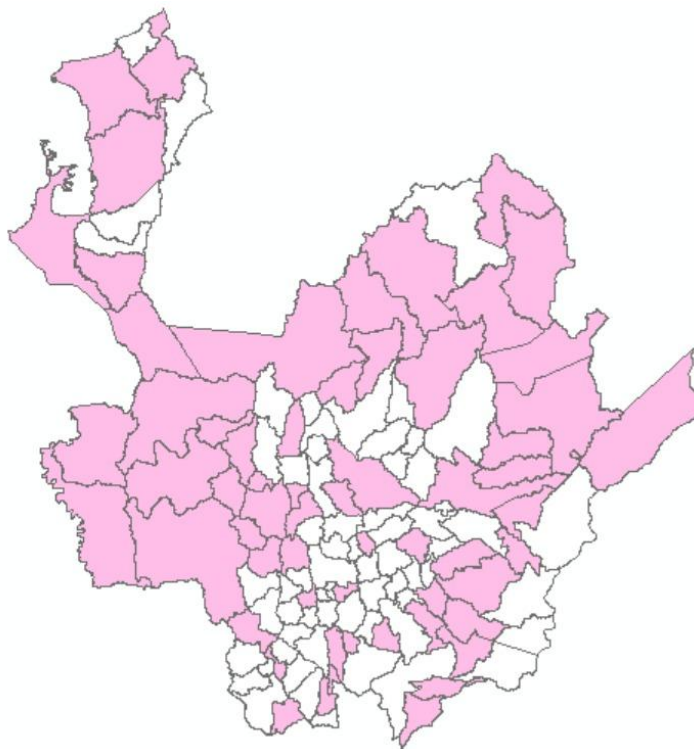


Figura 51: municipios priorizados para la problemática de ausencia o insuficiencia de sistemas de



5.10 Ausencia o insuficiencia de energía eléctrica

El acceso desigual al servicio de energía eléctrica limita las posibilidades de desarrollo económico y social en varios municipios del departamento.

5.10.1 Metodología de construcción

Supuesto: Los municipios con menor cobertura de energía requieren proyectos de generación distribuida que permitan ampliar el acceso.

Variables: Cobertura de energía eléctrica (%) por municipio.

Criterios de selección: Municipios con coberturas inferiores al 80 % se priorizan, especialmente los que se encuentran por debajo del 50 %.

5.10.2 Fuente

Gobernación de Antioquia. (2020). Anuario estadístico de Antioquia.

5.10.3 Descripción de resultados

Los municipios identificados son candidatos a la implementación de comunidades energéticas (proyecto tipo H4).

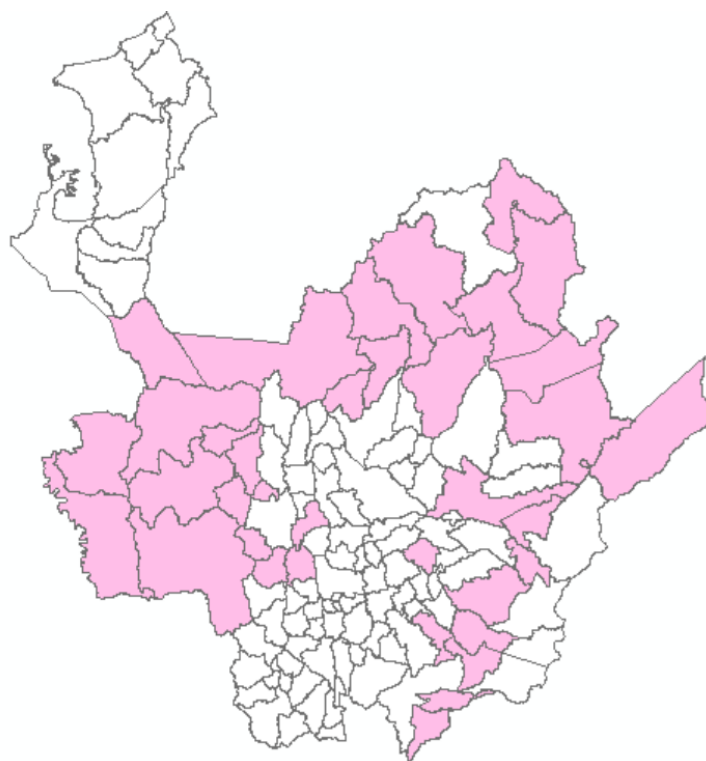


Figura 52: municipios priorizados para la problemática de ausencia o insuficiencia de energía eléctrica.

5.11 Ausencia o insuficiencia de infraestructura de transporte

La deficiencia de infraestructura vial se refleja en la baja accesibilidad desde las cabeceras municipales hacia el resto del territorio. Esto afecta la movilidad de personas y productos.

5.11.1 Metodología de construcción

Supuesto: Los municipios con menor porcentaje de cobertura accesible en menos de una hora requieren intervenciones inmediatas.

VARIABLES: Porcentaje de territorio municipal cubierto por isocronas de 60 minutos a partir de la red vial.

CRITERIOS DE SELECCIÓN: Municipios con menos del 50 % de cobertura territorial accesible en 60 minutos se priorizan.



5.11.2 Fuente

Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. (2024). División político-administrativa de Colombia (DIVIPOLA).

5.11.3 Descripción de resultados

El análisis identificó 59 municipios con accesibilidad limitada, relevantes para proyectos de transporte comunitario (H9 y H15).

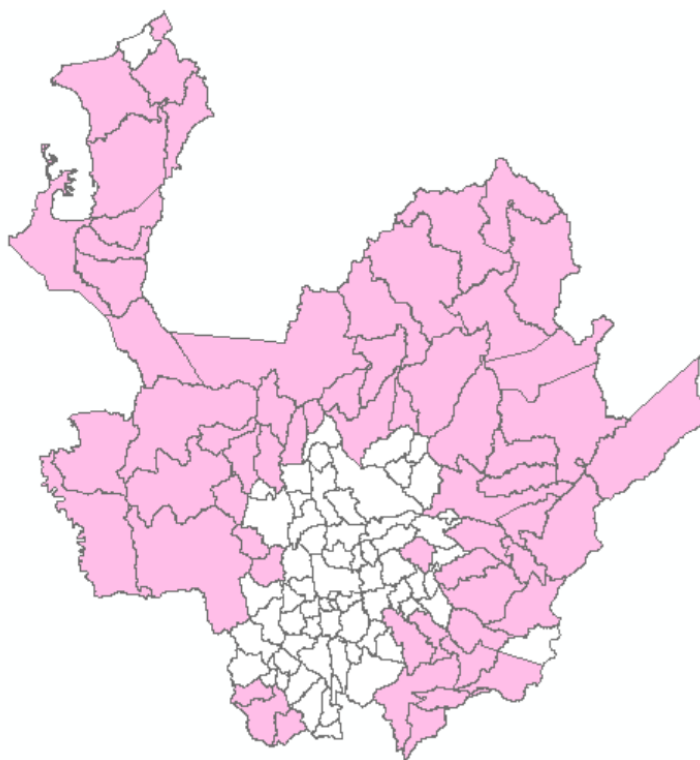


Figura 53: municipios priorizados para la problemática de ausencia o insuficiencia de infraestructura de transporte.

5.12 Ausencia o insuficiencia de Centros de emergencia

Este problema se consideró en la fase inicial, pero se descartó al no existir datos homogéneos a nivel departamental ni proyectos tipo que respondieran directamente a esta problemática.



5.12.1 Metodología de construcción

Supuesto: Se esperaba que los registros de emergencias sirvieran como base, pero no hay indicadores consolidados para infraestructuras de emergencia.

Variables: Ninguna variable se consolidó de forma confiable para este problema.

Criterios de selección: No se aplicaron criterios por falta de información representativa.

5.12.2 Fuente

N/A

5.12.3 Descripción de resultados

El problema fue eliminado del análisis y no cuenta con proyectos tipo asociados.

5.13 Ausencia o insuficiencia de Sistemas de alerta temprana

El problema se planteó en una fase inicial como parte de la dimensión de gestión del riesgo, pero se eliminó al no existir datos homogéneos sobre la infraestructura de alerta ni proyectos tipo diseñados específicamente para resolverlo.

5.13.1 Metodología de construcción

Supuesto: La información disponible no era suficiente para generar una priorización departamental.

Variables: Reportes dispersos de sistemas de monitoreo y alerta.

Criterios de selección: No se aplicaron criterios por falta de información representativa.

5.13.2 Fuente

N/A

5.13.3 Descripción de resultados

El problema fue eliminado y su contenido se integró en P-H14, que sí permitió la construcción de rutas de priorización con base en emergencias y afectaciones.



5.14 Asentamientos afectados por eventos climáticos

La afectación de asentamientos por eventos climáticos se analizó integrando datos del Censo Nacional Agropecuario (2014), con el número de Unidades de Producción Agropecuaria (UPA) afectadas por fenómenos naturales, y el histórico de emergencias del DAGRAN (2010–2024).

5.14.1 Metodología de construcción

Supuesto: Los municipios con mayor número de UPA afectadas y mayor frecuencia de emergencias presentan condiciones críticas que requieren intervenciones prioritarias.

Variables: UPA afectadas (CNA 2014) y número de emergencias municipales (2010–2024).

Criterios de selección: Los municipios se clasificaron en cuartiles de prioridad (baja, media, alta y muy alta). Además: ≥ 5 emergencias = priorizados en GRD_1; ≥ 1 evento = priorizados en GRD_2; municipios costeros en Urabá = priorizados en GRD_3; más de 50 UPA afectadas = priorizados en GRD_4.

5.14.2 Fuente

Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. (2014). Censo Nacional Agropecuario.

Departamento Administrativo de Gestión del Riesgo de Antioquia – DAGRAN. (2024). Histórico de emergencias.

5.14.3 Descripción de resultados

El resultado mostró que 103 de los 125 municipios requieren algún tipo de intervención en gestión del riesgo.

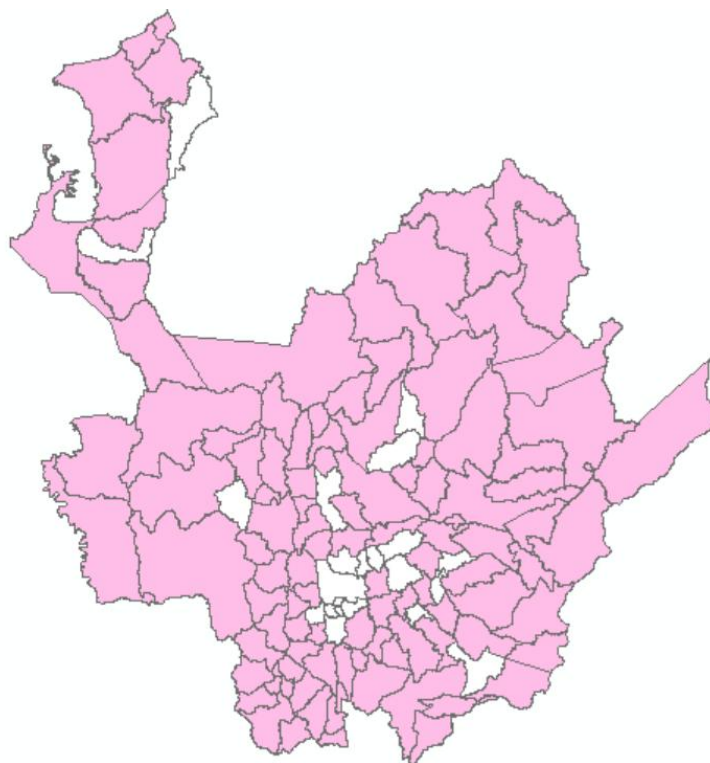


Figura 54: municipios priorizados para la problemática de asentamientos afectados por eventos climáticos.

5.15 Infraestructura que agrava problemas ambientales

Este problema hacía referencia a infraestructuras físicas que generan procesos de maladaptación, como espolones o defensas mal diseñadas. No obstante, no existen datos homogéneos que permitan su espacialización.

5.15.1 Metodología de construcción

Supuesto: El análisis de proyectos mostró que no se diseñaron soluciones específicas para esta problemática.

Variables: Ninguna base de datos aplicable.

Criterios de selección: No se aplicaron criterios de priorización.

5.15.2 Fuente

N/A



5.15.3 Descripción de resultados

La problemática se eliminó del ejercicio.

5.16 Técnicas de construcción inadecuadas (déficit cualitativo)

El déficit cualitativo de vivienda refleja las deficiencias en materiales y técnicas constructivas. Este indicador fue tomado del Censo de Población y Vivienda 2018 (DANE, con actualizaciones 2022).

5.16.1 Metodología de construcción

Supuesto: Los municipios con mayores déficits cualitativos requieren intervenciones constructivas prioritarias.

Variables: Número de viviendas en déficit cualitativo por municipio.

Criterios de selección: Municipios con déficit superior al promedio departamental (3.497 viviendas) se priorizaron con valor 1.

5.16.2 Fuente

Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda.

5.16.3 Descripción de resultados

La priorización orienta la aplicación del proyecto tipo H12 (mejoras constructivas y soluciones de confort térmico pasivo).

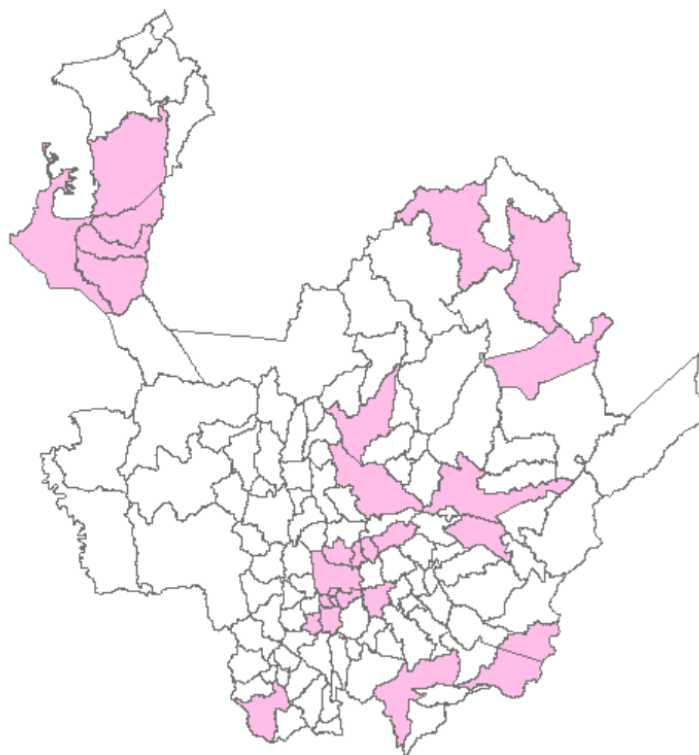


Figura 55: municipios priorizados para la problemática de técnicas de construcción inadecuadas (déficit cualitativo).

5.17 Falta de viviendas (hacinamiento) – Déficit cuantitativo

La falta de viviendas se analizó con base en el déficit cuantitativo registrado por el DANE (2017–2018), definido por la diferencia entre hogares y viviendas existentes. Este problema se ajustó en su denominación para diferenciarlo claramente del déficit cualitativo.

5.17.1 Metodología de construcción

Supuesto: Los municipios con mayor déficit de viviendas y exposición recurrente a inundaciones requieren soluciones habitacionales adaptadas.

Variables: Déficit cuantitativo de vivienda por municipio y condiciones de exposición a planicies inundables o antecedentes de inundación.

Criterios de selección: Se priorizaron con valor 1 los municipios que presentan simultáneamente déficit cuantitativo y exposición reiterada a inundaciones.



5.17.2 Fuente

Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda.
Departamento Administrativo de Gestión del Riesgo de Antioquia – DAGRAN. (2024). Histórico de emergencias.

5.17.3 Descripción de resultados

Los municipios priorizados corresponden a la base para aplicar proyectos tipo H11 (viviendas elevadas en territorios inundables).

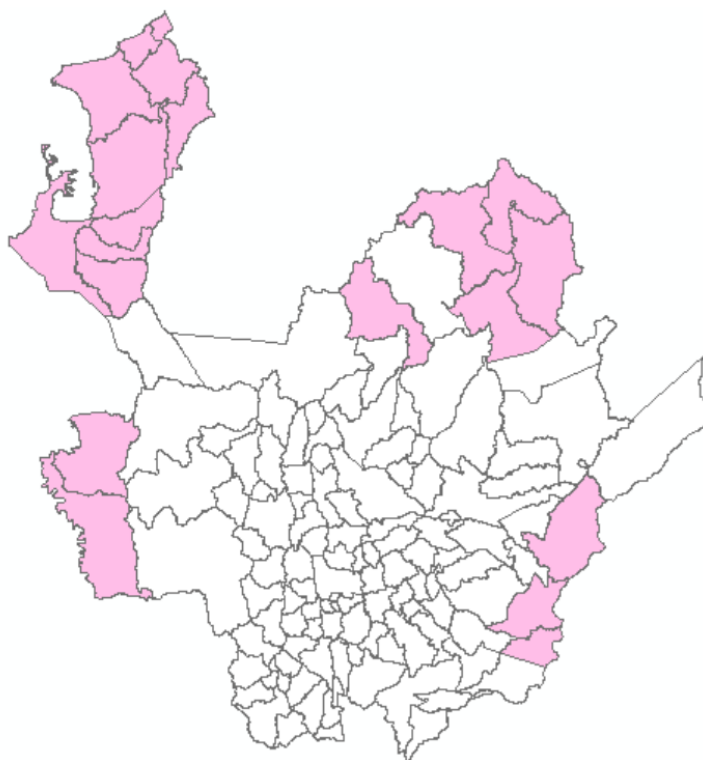


Figura 56: municipios priorizados para la problemática de falta de viviendas (hacinamiento) – Déficit cuantitativo.

5.18 Materiales inadecuados en construcciones (déficit cualitativo)

Este problema es un subconjunto del déficit cualitativo, pero se enfoca en la baja calidad de materiales y en las condiciones térmicas inadecuadas de las viviendas.



5.18.1 Metodología de construcción

Supuesto: Los municipios con mayores déficits cualitativos son también los que más requieren intervenciones de mejoramiento en materiales.

Variables: Déficit cualitativo de vivienda por municipio.

Criterios de selección: Municipios con déficit cualitativo superior al promedio departamental se priorizaron con valor 1.

5.18.2 Fuente

Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda.

5.18.3 Descripción de resultados

La priorización respalda la aplicación de soluciones constructivas adaptativas y proyectos tipo como el H12.

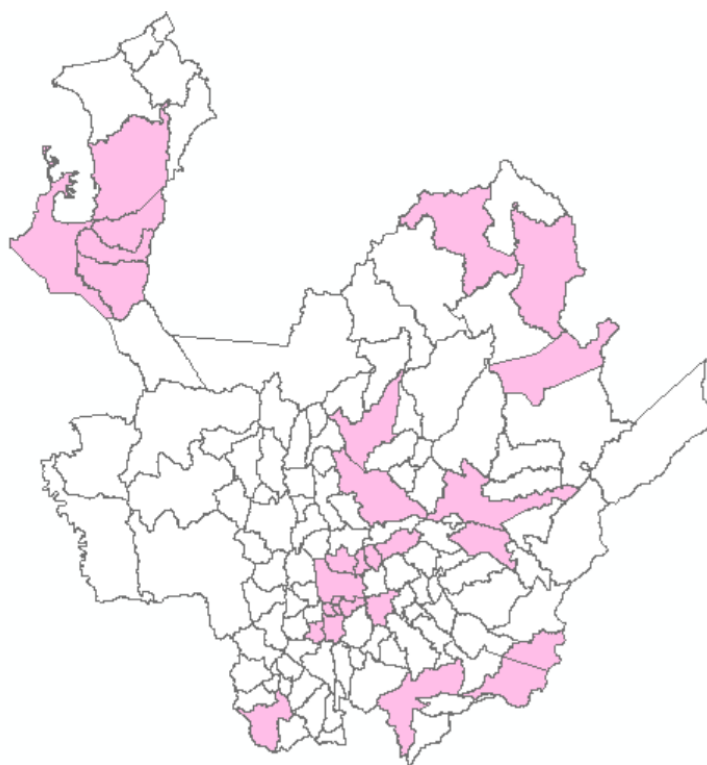


Figura 57: municipios priorizados para la problemática de materiales inadecuados en construcciones (déficit cualitativo).





Referencias

- ©JAXA, & METI. (2010). *Modelo de elevación digital ALOS PASAR*.
<https://search.asf.alaska.edu/#/>
- ANI. (2023). *Concesiones Carreteras*.
<https://services8.arcgis.com/qXzQm8c8qEBxS81s/arcgis/rest/services/OpenDataAni/FeatureServer/3>
- Armenteras, D., González, T. M., & Retana, J. (2013). Forest fragmentation and edge influence on fire occurrence and intensity under different management types in Amazon forests. *Biological Conservation*, 159, 73–79. <https://doi.org/10.1016/J.BIOCON.2012.10.026>
- Cardona, J. N. U., Nori, J., & Castro, F. (2011). Áreas vulnerables a la invasión actual y futura de la rana toro (*Lithobates catesbeianus*: Ranidae) en Colombia: Estrategias propuestas para su manejo y control. *Revista Biota Colombiana*, 12(2), 23–34. <https://perfilesycapacidades.javeriana.edu.co/es/publications/%C3%A1reas-vulnerables-a-la-invasi%C3%B3n-actual-y-futura-de-la-rana-toro-i>
- DAGRAN, & Gobernación de Antioquia. (2025a). *Estado EMRE*.
<https://experience.arcgis.com/experience/7237f916032c4cbfa2b9838a93e2faf7/page/P%C3%A1gina?views=EMRE>
- DAGRAN, & Gobernación de Antioquia. (2025b). *Histórico Emergencias*.
<https://gobantioquia.maps.arcgis.com/apps/dashboards/63b454366f2a482697185d1e1fd7b5fa>
- IDEAM. (2018). *Coberturas de la tierra 2018 1: 100.000*. <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>
- IDEAM. (2022). *Coberturas de la tierra 2022 1:100.000*.
<https://experience.arcgis.com/experience/568ddab184334f6b81a04d2fe9aac262/page/Datos-Abiertos-Geogr%C3%A1ficos-/>
- IDEAM. (2025). *Monitoreo de puntos de calor en Colombia*.
[https://puntosdecalor.ideam.gov.co/?from_date=2025-09-29&to_date=2025-09-30&extent=\(5.367194209228599_-77.84362792968751_2.8580059533946107_-73.54797363281251\)®ion=colombia](https://puntosdecalor.ideam.gov.co/?from_date=2025-09-29&to_date=2025-09-30&extent=(5.367194209228599_-77.84362792968751_2.8580059533946107_-73.54797363281251)®ion=colombia)
- IGAC. (2022). *Cartografía Base Escala 1:100.000 - Nivel Nacional*.
<https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-cartografia-y-geografia>
- IGAC. (2024). *Predisposición a Incendios Forestales*.
<https://mapas.igac.gov.co/server/rest/services/atlas/incendios/MapServer>
- iNaturalist. (2025). *iNaturalist*. <https://www.inaturalist.org/>
- NASA. (2025). *FIRMS (Fire Information for Resource Management System)*.
<https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/#d:24hrs;@-74.0,7.2,8.5z>
- NASA VIIRS Land Science Team. (2025). *VIIRS (NOAA-21/JPSS-2) I Band 375 m Active Fire Product NRT (Vector data) [Data set]*.
<https://doi.org/10.5067/FIRMS/MODIS/MCD14DL.NRT.0061>



- Gobernación de Antioquia, Secretaría de Turismo. (s.f.a). *Rutas turísticas para Antioquia*. Recuperado de <https://antioquia.gov.co/gobernacion/secretarias/secretaria-de-turismo-de-antioquia>
- Gobernación de Antioquia. (s.f.b). *Programa Antójate de Antioquia*.
- Gobernación de Antioquia. (s.f.c). *Anuario estadístico del sector agropecuario departamento de Antioquia 2024*.
- Gobernación de Antioquia. (s.f.d). [Datos de la gobernación de Antioquia para GRD].
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2022). *Cartografía Nacional 1:100.000*.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (s.f.). [Datos generales del IGAC].
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (s.f.). [Estadísticas en] *Agronet*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado de <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=45>
- Agronet. (s.f.a). Conozca cómo está distribuido el inventario pecuario de Colombia. Recuperado de https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Conozca-cómo-está-distribuido-el-inventario-pecuario-de-Colombia.aspx?utm_source=chatgpt.com
- Agronet. (s.f.b). La agricultura familiar en Colombia se establece en más de 14 millones de hectáreas. Recuperado de <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/La-agricultura-familiar-en-Colombia-se-establece-en-m%C3%A1s-de-14-millones-de-hect%C3%A1reas.aspx?utm>
- Confederación Colombiana de Cámaras de Comercio (CONFECAMARAS). (s.f.). Reportes Estadísticos (Registro Único Empresarial y Social - RUES). Recuperado de <https://www.rues.org.co/reportes-estadisticos>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2014). Censo Nacional Agropecuario 2014. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/censo-nacional-agropecuario-2014>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (s.f.a). Proyecciones de población. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (s.f.b). Valor agregado municipal.
- Departamento Administrativo de Gestión del Riesgo de Antioquia (DAGRAN). (s.f.). [Enlace a Experience ArcGIS/PMGRD]. Recuperado de <https://experience.arcgis.com/experience/7237f916032c4cbfa2b9838a93e2faf7/page/P%C3%A1gina?views=PMGRD>
- El Colombiano. (s.f.). Antioquia crece área agropecuaria. Recuperado de <https://www.elcolombiano.com/negocios/antioquia-crece-area-agropecuaria-KJ7281048>
- Encuesta Calidad de Vida Antioquia 2023. (2023). [Datos en Power BI]. Recuperado de <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNmZiNTExZWtMzY3ZS00OWEyLTlMn2QtMTMyMWVlNDk3Yzdk5ZTFINzlxLTcxODQtNDk4ZS04YWZmLWlyYWQ0ZTUzYzFjMlIsImMiOjR9&pageName=ReportSectioncd22c615aacd751611d0>
- Gobernación de Antioquia. (2024). Plan Departamental de extensión agropecuaria de Antioquia, “PEDA Antioquia, 2024 – 2027”. Gobernación de Antioquia.



Gobernación de Antioquia, Secretaría de Turismo. (s.f.a). Rutas turísticas para Antioquia. Recuperado de <https://antioquia.gov.co/gobernacion/secretarias/secretaria-de-turismo-de-antioquia>

Gobernación de Antioquia. (s.f.b). Programa Antójate de Antioquia.

Gobernación de Antioquia. (s.f.c). Anuario estadístico del sector agropecuario departamento de Antioquia 2024.

Gobernación de Antioquia. (s.f.d). [Datos de la gobernación de Antioquia para GRD].

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2022). Cartografía Nacional 1:100.000.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (s.f.). [Datos generales del IGAC].

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (s.f.). [Estadísticas en] Agronet. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado de <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=45>