

## Desafíos del sector agrícola ante cambio climático en el Caribe seco colombiano

### Agricultural sector challenges in response to climate change in the Colombian dry Caribbean region

Sonia Aguirre Forero<sup>1</sup> , Nelson Piraneque Gambasica<sup>1\*</sup> , Jaime Morón Cárdenas<sup>2</sup> 

1. Programa de Ingeniería Agronómica, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia

2. Programa de Economía, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia

#### Resumen

El desarrollo rural, es producto de política pública y teóricamente es la construcción colectiva que moviliza recursos para impulsar el nivel de vida de las comunidades; así, identificar las principales particularidades ambientales y socioeconómicas, permitirá conocer dificultades y proyectar el desarrollo del sector agrícola. El objetivo fue caracterizar y analizar 240 unidades productivas (UP) rurales de pequeños agricultores ante la incidencia del cambio climático para delinear las estrategias de adaptación. Mediante revisión bibliográfica sistemática con análisis en red de coocurrencia, se establecieron conexiones entre entidades, agrupamiento de áreas específicas y análisis socio ambiental con enfoque de triangulación (método mixto); por su parte, a través de ficha técnica tipo encuesta, se obtuvo información primaria que se cruzó con datos obtenidos de entrevistas semiestructuradas. El análisis bibliométrico reportó 248 artículos científicos de los cuales, 119 son del área agrícola y resaltan alternativas que permitirán adaptación a fenómenos climáticos. La caracterización de las UP, expuso serias limitaciones, ambientales y socioculturales del territorio, evidenciando degradación y conflicto de usos de suelos, índices de pobreza superiores a la media departamental (73 %), carencia y necesidad de infraestructura básica y baja capacidad técnica entre otros, corroborando la alta vulnerabilidad del productor agrícola del Magdalena frente a cambio climático. Ante el diagnóstico establecido es primordial la sostenibilidad ambiental, con inversión integral para fortalecer la economía del agricultor y ordenar social y ambientalmente el territorio.

**Palabras clave:** Análisis integral; desarrollo rural; unidad productiva; producción agrícola; caracterización socio ambiental

#### Abstract

Rural development is a product of public policy and is a collective construction that mobilizes resources to boost the standard of living of communities; thus, identifying the main environmental and socio-economic particularities will allow us to identify difficulties and project the development of the agricultural sector. The objective was to characterize and analyze 240 rural smallholder production units (PUs) in the face of climate change to outline adaptation strategies. Through a systematic bibliographic review with co-occurrence network analysis, connections were established between entities, grouping of specific areas and socio-environmental analysis with a triangulation approach (mixed method); on the other hand, through a survey-type technical sheet, primary information was obtained and crossed with data obtained from semi-structured interviews. The bibliometric analysis reported 248 scientific articles, 119 from the agricultural area, and highlighted alternatives that will allow adaptation to climatic phenomena. The UP characterization exposed severe environmental and socio-cultural limitations of the territory, showing degradation and conflict of land use, poverty rates higher than the departmental average (73 %), lack and need of basic infrastructure, and low technical capacity, among others, corroborating the high vulnerability of agricultural producers in Magdalena in the face of climate change. Given the established diagnosis, environmental sustainability is of paramount importance, and integral investment is needed to strengthen the farmer's economy and the social and environmental management of the territory.

**Key words:** Integral analysis; rural development; productive unit; agricultural production; socio-environmental characterization.

**\*Autor de correspondencia:**

[npiraneque@unimagdalena.edu.co](mailto:npiraneque@unimagdalena.edu.co)

**Editor:** Jairo Altamar

**Recibido:** 25 de enero de 2024

**Aceptado:** 05 de agosto de 2024

**Publicación en línea:** 03 de septiembre de 2024

**Citar como:** Piraneque Gambasica, N., Aguirre Forero, S. y, Morón Cárdenas, J. (2024). Desafíos del sector agrícola ante cambio climático en el Caribe seco colombiano. *Intropica*, 19(1). <https://doi.org/10.21676/23897864.5645>.



## Introducción

Los cambios climáticos modifican la vida y establecen mayor atención sobre la conservación de los recursos naturales. Estudios científicos evidencian que se afectan los ecosistemas, especialmente la biodiversidad (Cavicchioli *et al.*, 2019; CEPAL y Unión Europea, 2017; Pecl *et al.*, 2017). Si bien Colombia a nivel global presenta baja emisión de gases efecto invernadero (GEI), la tendencia es un aumento de dos grados (2 °C) de temperatura con énfasis en la región caribe. En efecto, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo indicó que dentro de las zonas altamente vulnerables (nivel 5), están los departamentos de la Guajira y Magdalena, territorios muy susceptibles a la degradación edáfica, lo que amenaza la seguridad alimentaria (Revueltas *et al.*, 2020). Por lo anterior, es necesario priorizar e implementar acciones que protejan los agroecosistemas, la biodiversidad, conserven agua y suelo y promuevan prácticas agrícolas sostenibles con una visión holística. Antecedentes que generaron la cofinanciación para la ejecución del proyecto "*Desarrollo e implementación de estrategias para el fortalecimiento de capacidades locales que permitan reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático en los departamentos del Magdalena y La Guajira*" (Fondo Nacional De Regalías) ejecutado por la universidad del Magdalena, del cual hace parte esta caracterización y sus resultados serán básicos para diseñar el plan de formación y explorar alternativas a implementar en las UP asociadas al proyecto..

La función primordial de la agricultura es generar alimentos; no obstante, es una actividad que desarrolla múltiples relaciones e interdependencia en el territorio, base de la seguridad alimentaria, y de la economía rural que involucra un amplio rango de bienes y servicios no commodities en los paisajes rurales como son manejo de agua, conservación de áreas de reservas y de tierra de cultivos, gestión de la biodiversidad, la participación sociocultural entre otros (Van Huylenbroeck *et al.*, 2007). La multifuncionalidad de la actividad agrícola incluye enfoques complejos y sistémicos que abarcan funciones y dimensiones ecológicas, económicas, sociales, y culturales, interconectados ambientalmente.

Los resultados de la revisión sistemática de información respecto al avance y tendencias del conocimiento sobre la incidencia del clima en la producción agrícola, a través de búsquedas selectas, que agrupa trabajos en torno al tema y favorece la síntesis del conocimiento, actualiza y clasifica el flujo de información, coteja antecedentes para la discusión de

resultados y la caracterización y análisis de 240 unidades productivas (UP) en la zona. Generó información básica, insumo que permitirá articular acciones a implementar y directrices para diferentes estamentos, ante afectaciones del sector agrícola por cambio climático.

Desde esta perspectiva, el estudio concentró información primaria del territorio, los sistemas productivos, el desarrollo socioeconómico y la incidencia de la variabilidad climática del sector agrícola en la zona. A partir de esto, se precisó alternativas de implementación y temas de capacitación con el propósito de promover una mejor recepción y comprensión del fenómeno por parte de los agricultores, consolidando un proceso de formación que fomente la gestión ambiental de los recursos agrícolas ante el cambio climático.

En este sentido, el territorio se define como la combinación de usos del suelo con prácticas y costumbres que en él se desarrollan (Esgalhado *et al.*, 2020) donde las interrelaciones sociales, económicas y políticas, se enfrentan con las limitaciones biofísicas (Verburg *et al.*, 2015) y a su vez, el rápido ritmo de los cambios sociales, tecnológicos y económicos de las últimas décadas, generan transformaciones abruptas en el uso y ocupación de la tierra, afectando servicios ecosistémicos con efectos negativos en el bienestar humano (Wu, 2013), enfatizado consecuencias del fenómeno de cambio climático sobre el crecimiento económico, la productividad, el ingreso de las personas en diferentes grados de severidad (Bouman *et al.*, 2020; Kahn *et al.*, 2021), con alta vulnerabilidad del sector rural y específicamente, de la actividad agrícola (Pilátasig Molina, 2023); por lo tanto, es necesario caracterizar cada componente para profundizar y dejar registro documental de la información recolectada, insumo fundamental para estudios futuros..

Por otro lado, el desarrollo sostenible término generado en la conferencia de las Naciones Unidas sobre ambiente humano en Estocolmo, fue un concepto que, en un inicio, trato temas concernientes a la preservación de los recursos naturales para asegurar el futuro de nuevas generaciones (Junges *et al.*, 2023). Situación compleja y controversial considerando los modelos de desarrollo extractivista y de la forma de coexistir con el ambiente, por lo que alcanzar la sostenibilidad, implica cambio en los enfoques políticos, ecológicos, económicos, social, cultural, espacial y ambiental (Marqués *et al.*, 2020). Precisamente en ésta última, es importante entender que todo está relacionado y que del uso apropiado que se dé a los recursos, dependerán los impactos y la forma de mitigar los

efectos del cambio climático (dos Santos y Weber, 2020). En este sentido, entre las perspectivas del desarrollo sostenible se destaca como tema relevante las estrategias de adaptación y los mecanismos viables de mitigación debido al actual estado "emergencia climática" global que se ha planteado (Fawzy *et al.*, 2020).

Es así, que la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) promueve el desarrollo integral del territorio; esto significa, comprender y contribuir a generar condiciones para intervenir en todos aquellos bienes colectivos, materiales e inmateriales, de los cuales depende el bienestar de América Latina y el Caribe, enunciando que la interpretación de desarrollo local varía de un lugar a otro, aborda diversas dimensiones y cambia con el tiempo (Esgalhadó *et al.*, 2020; Verburg *et al.*, 2015), por lo que comprender las causas subyacentes de los cambios en los sistemas territoriales, requiere análisis multifuncional (Magliocca *et al.*, 2018), que permita valorar cada elemento que afecte la toma de decisiones sobre el sistema. Desde esta representación, la participación directa de la comunidad es primordial en pro de una mejor visión de desarrollo (Gorddard *et al.*, 2016), reto que trasciende fronteras y ponen a prueba la capacidad de fortalecer la

comunidad para dar respuesta a los riesgos naturales. Para la CEPAL, el desarrollo del territorio supone facilitar el intercambio horizontal de aprendizajes locales y nacionales (Sarracina, 2022), desde esta perspectiva, la sostenibilidad ambiental rige el desarrollo y la movilidad social.

A partir de lo enunciado, la caracterización ambiental, es una herramienta básica para enfrentar el problema y define la toma de decisiones. La prevención y resolución de los conflictos ambientales implica el conocimiento holístico de aspectos naturales y socio-económicos y su aplicación en la planificación y gestión territorial es fundamental para viabilizar el desarrollo (Samper *at al.*, 2023). Entender la complejidad y las dimensiones del territorio, dando participación activa al agricultor, sustentará la importancia de esta publicación.

## Materiales y Métodos

### Localización

El estudio se desarrolló en la Zona norte de Colombia, en seis municipios de los departamentos del Magdalena (Retén, Remolino y Fundación) y La Guajira (Fonseca, San Juan y Albania) (Figura 1.)



Figura 1. Localización del proyecto, departamentos de La Guajira y Magdalena. Fuente: Adaptado por loa autores de Google earth.

La investigación se desarrolló en dos fases: En la primera, un análisis bibliométrico sistemático, (revisión de fuentes secundarias) y la segunda, caracterización socio-ambiental que permitió verificar el estado actual de la UP y los efectos del cambio climático en la actividad agrícola, para lo que se utilizó métodos mixtos, aplicando encuesta dirigida y

entrevista estructurada.

### Análisis bibliométrico

Para la revisión de fuentes secundarias se empleó análisis bibliométrico del rendimiento científico registrado en Scopus

de Elsevier a nivel global y Google académico a nivel específico, estudio de red para identificar trabajos destacados con la ecuación de búsqueda exploratoria de investigaciones sobre producción agrícola y cambio climático, de conformidad con la metodología descrita en diferentes investigaciones (Cruz-O'Byrne *et al.*, 2021; de Oliveira *et al.*, 2019; Salazar *et al.*, 2023), las palabras claves fueron; producción agrícola, cambio climático, adaptación, en el campo de búsqueda TITLE-ABSKEY con limitación documental de artículos científicos producidos entre los años 2004 y 2023, obteniendo la siguiente ecuación de búsqueda: TITLE-ABS-KEY ("Cambio climático"OR"Climate change"AND"Agricultura)" OR"(agriculture"AND"Mitigación y adaptación"OR "Mitigation and adaptation") AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar")).

Se estableció a través de mapas de redes de coocurrencia con palabras claves, un mínimo de ocurrencias con el software VOSviewer v1.6.17. Simultáneamente, para la revisión y análisis de los artículos se organizó una base de datos en Excel con la información relevante: año de publicación, título, revista, objetivo, preguntas de investigación, resumen y top de palabras claves. Al mismo tiempo en Scholar Google, se identificó documentos a nivel específico utilizando palabras claves y la zona de estudio (Región Caribe, Colombia, Magdalena, Guajira).

### Caracterización socio ambiental

Mediante encuestas dirigidas, se colectó información de variables sociales, agronómicas y ambientales de las unidades productivas (UP) que fueron categorizadas (Tabla 1). El tamaño de la muestra fue 240 que corresponden al (100 %) de las UP. El cuestionario fue diseñado en función del objetivo específico y buscó relevar la problemática agrícola – ambiental. Los datos se organizaron en una planilla Excel, se realizó análisis estadísticos (test de Chi<sup>2</sup>) para detectar diferencias entre las variables de estudio. Este test no paramétrico es pertinente al trabajar con variables nominales que no siguen una distribución normal (Arriaza Balmón, 2006).

Desde un enfoque cualitativo, con la entrevista se buscó la percepción de los productores respecto a al área ambiental (problemática puntual) y su punto de vista. Los cuarenta entrevistados (16,6%) de la población objeto, fueron seleccionados por los facilitadores (equipo técnico de la zona) teniendo en cuenta el liderazgo en la comunidad (líderes de acción comunal de la veredas y productores destacados),

conocimiento, y disponibilidad. La percepción cualitativa se incorporó en la discusión, de acuerdo a las variables propuestas y al análisis del contenido que argumenta (Jäger *et al.*, 2016).

## Resultados

### Análisis bibliométrico

La ecuación de búsqueda arrojó 248 documentos en inglés, sometidos a revisión, verificación, ordenamiento de estructura, y suministro de información faltante para ser procesados. Al mismo tiempo, se seleccionó estudios que tuvieran relación directa con adaptación y mitigación de eventos climáticos en agricultura priorizando 119 para su posterior análisis.

Top de palabras clave y mapa de redes de coocurrencia: De los artículos analizados "climate change, adaptación, climate Smart agricultura" se extrajo un total de 758 palabras claves de autor. El mapa de redes de coocurrencia mostró más de 30 términos. En la figura 2, se presenta el esquema general de la distribución de la información respecto a los temas y en la figura 3, los países que más publican; al respecto, 68 % son del área de Ciencias Agrícolas y Ambientales, el restante (32 %) se exhibe en Biología, Bioquímica, Genética y molecular, Negocios, Gestión y contabilidad, Química, Artes y Humanidades, Inmunología y microbiología, Medicina, Economía, Econometría y finanzas, Ciencias de la tierra y planetarias, y Multidisciplinaria, entre otras.

Los análisis revelaron que existen diversos estudios y estilos en los que se centra el tema de investigación, denominados perspectivas y constituyen frentes de investigación emergente consolidados primariamente en seis áreas (Figura 2), temas agrupados en (Cambio climático, Adaptación, Agricultura climáticamente inteligente, Agricultura Inteligente, Secuestro de carbono, Biodiversidad y Vulnerabilidad) grupos que han liderado el desarrollo científico de la temática.

En la figura 3, se presenta los principales países que lideran la publicación (Estados Unidos, India, China, Países bajos, Reino Unido, Australia y España, entre otros), en el gráfico se observa que Brasil es el único país de sur américa que aparece, lo que muestra baja producción científica del continente. No obstante, se localizaron 19 artículos de centro y Suramérica representados en Venezuela, Perú, Jamaica, Salvador, Costa Rica, Chile, México, Ecuador, Argentina, Colombia y Brasil. Al respecto, del 2016 al 2022 se reportó el mayor número (Figura 4) donde Europa, Asia,

África y Norteamérica representan el 69,2% y lideran la temática.

No obstante, se reporta que para América Latina se prevé impactos del cambio climático de olas de calor, incendios forestales, aumento del nivel del mar, agotamiento de los

arrecifes de coral, disminución del rendimiento agrícola y eventos hidrometeorológicos extremos, cada vez más intensos agravando la crisis socioeconómica del sector rural (Sarracina, 2022).

Tabla 1. Categorización de las variables sociales, agronómicas y ambientales empleadas para la caracterización y análisis del sector agrícola ante cambio climático en los departamentos del Magdalena y La Guajira.

<b>Variables</b>	<b>Categoría</b>
Sociales – Población	Género
	Número de Habitantes por UP
	Conformación de la familia
	Edad
Nivel de escolaridad	Primaria
	Secundaria
	Profesional
	Analfabeta
Número de trabajadores	Permanentes
	Temporales.
Características de la vivienda y UP	Tipo de construcción. Materiales, (concreto, madera otros...)
Acceso a servicios públicos	Agua potable
	Electricidad
	Telefonía e internet
	Alcantarillado
Infraestructura - vías y transporte	Carretera
	Camino carretable - trocha
	Camino veredal únicamente moto o caballo
	Rio
	Puesto de salud más cercano
	Área de la UP
Agronómicas	Especies productivas en la UP
	Consumo
	Venta
	No. de trabajadores e insumos
	Asistencia técnica
	Recurso hídrico – Fuente
	Corredores de fauna y flora
Características ambientales	Reservas forestales
	Áreas de rastrojos



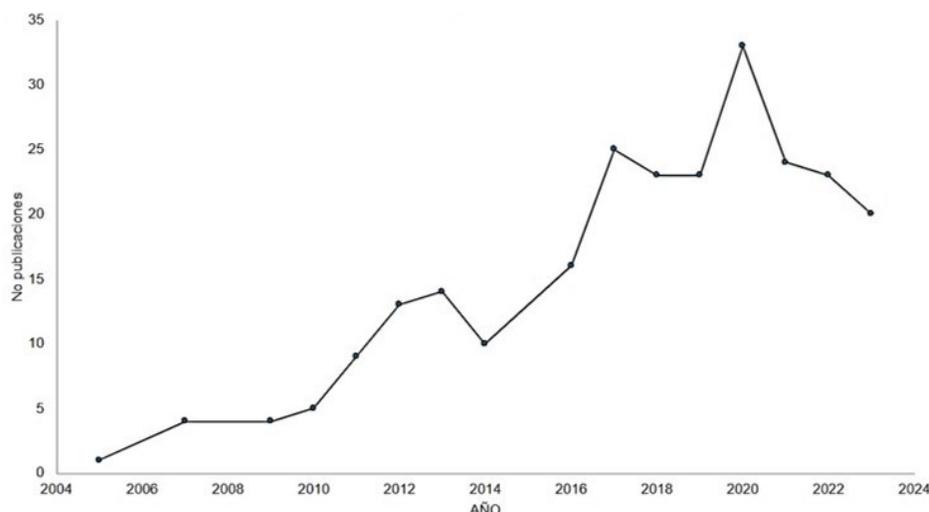


Figura 4. Distribución cronológica de estudios de adaptación y mitigación en agricultura 2004-2023, elaborado por los autores a partir de Scopus.

Igualmente, Aguirre *et al.* (2022) argumentan en el análisis de las posibles tendencias del sector agropecuario del departamento del Magdalena, diferencias significativas entre zonas y unidades productivas. Observando una agricultura comercial de exportación, contrastada con agricultura marginal de pan coger, que disminuye gradualmente por las condiciones climáticas del área de estudio (altas temperaturas, escasa precipitaciones, aumento

en evapotranspiración) escenarios que afectan la biodiversidad y comprometen la provisión de servicios ecosistémicos, incluida el agua para el uso doméstico. Así, que los "recursos ecosistémicos" fue una variable de alto grado en el sistema productivo, con debilidades que se agudizan con el incremento del cambio climático y que, de no ser atendidas, incrementan la inseguridad alimentaria de la población rural.

Tabla 2. Instrumentos públicos nacionales y departamentales alineados con el desarrollo socio ambiental de los departamentos del Magdalena y la Guajira

Documento	Institución
Plan de Desarrollo 2020 - 2023 Magdalena Renace	Gobernación del Magdalena 2020) <a href="http://www.sedmagdalena.gov.co/comunicaciones/2020/Plan_de_Development_Magdalena_Renace.pdf">http://www.sedmagdalena.gov.co/comunicaciones/2020/Plan_de_Development_Magdalena_Renace.pdf</a>
Plan de Gestión Ambiental Regional – PGAR 2013- 2027 Plan de Acción Institucional – PAI 2020 - 2023	Corporación Autónoma Regional del Magdalena (CORPAMAG, 2013; 2020). <a href="https://corpamag.gov.co/archivos/planes/PGAR%20CORPAMAG%202013-2027.pdf">https://corpamag.gov.co/archivos/planes/PGAR%20CORPAMAG%202013-2027.pdf</a>
Plan de Desarrollo de La Guajira 2020-2023 Unidos por el Cambio	Gobernación de La Guajira 2020. <a href="https://obsgestioneducativa.com/download/plan-de-desarrollo-departamental-la-guajira-2020-2023/">https://obsgestioneducativa.com/download/plan-de-desarrollo-departamental-la-guajira-2020-2023/</a>
Plan de Gestión Ambiental Regional 2009-2019 – PGAR Plan de Acción Institucional 2020-2023 – PAI.	Corporación Autónoma Regional de La Guajira (Corpoguajira, 2020) <a href="https://corpoguajira.gov.co/wp/wp-content/uploads/2022/02/PGAR.pdf">https://corpoguajira.gov.co/wp/wp-content/uploads/2022/02/PGAR.pdf</a>
Estudio Nacional del Agua.	(IDEAM, 2018). <a href="https://acp.com.co/web2017/es/publicaciones-e-informes/todos-los-documentos-acp/archivos-de-interes/610-estudio-nacional-del-agua-2018/file">https://acp.com.co/web2017/es/publicaciones-e-informes/todos-los-documentos-acp/archivos-de-interes/610-estudio-nacional-del-agua-2018/file</a>
Diagnóstico y Evaluación de la Calidad de las Aguas Marinas y Costeras en el Caribe y Pacífico Colombianos.	(INVEAMAR, 2019)
Política Nacional del Recurso Hídrico 2021	Ministerio De Ambiente, Vivienda Y. Desarrollo Territorial. <a href="https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Politica-nacional-Gestion-integral-de-recurso-Hidrico-web.pdf">https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Politica-nacional-Gestion-integral-de-recurso-Hidrico-web.pdf</a>

## Caracterización socio ambiental

El departamento del Magdalena presenta una gran diversidad de biomas y ecosistemas, allí convergen sistemas fluviales (río Magdalena y el río Cesar), sistema montañoso (Sierra Nevada de Santa Marta) y el mar Caribe, además de ecosistemas específicos como el bosque seco tropical (Departamento Nacional de Planeación [DNP] - Gobernación del Magdalena, 2011). "No obstante, de cara al cambio climático el Magdalena y la Guajira no muestra pronósticos favorables", generando alerta en los sectores productivos, económicos, sociales y ambientales al registrar una tendencia de reducción en la precipitación en los últimos 30 años, que puede originar a futuro, problemas en el desabastecimiento del agua potable y con ello, de salud pública, reducción de la producción agropecuaria y pérdida de biodiversidad con incremento de áreas de desertificación por la tendencia de reducción del Índice de Vegetación Normalizada-NDVI. (Linero *et al.*, 2022). Además, la salinización de los suelos del departamento es un fenómeno usual por causas naturales como la mineralogía, geomorfología, zonas con inundaciones y climas secos, pero también es cierto que se intensifica por inadecuado uso del suelo, riego con aguas duras, actividades agropecuarias no planificadas, carencia de gestión del turismo, minería, deforestación entre otros, procesos que generan pérdida de fertilidad e imposibilita el desarrollo de agropecuario (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2019). Concretamente, el uso, la presión y la ocupación del territorio, causan impacto negativo sobre las dinámicas hídricas del departamento y, por tanto, de los rendimientos en el sector agropecuario.

Asimismo, el análisis de la información recolectada en las encuestas reveló que el 94 % de los participantes vive en la localidad de manera permanente, con un alto nivel de necesidades básicas insatisfechas y presentan los siguientes rasgos.

### Género

De la población encuestada tanto del departamento de la Guajira como del Magdalena 72 % fueron del género masculino que equivale a 172 personas y 68 femenino (28 %) lo que insinúa que el hombre lidera y toma decisiones de las unidades productivas y de la familia. No obstante, la mujer participa de manera activa en la actividad agrícola, además de estar a cargo de las labores domésticas del hogar. Se evidenció

una participación muy baja de las mujeres en procesos de liderazgo en los órganos y comités de gestión comunal, y a la petición de ser entrevistadas la mayoría se negaron.

### Edad

El mayor rango esta entre los 18 y 60 años que equivale a un 57 % seguido del rango de < 18 años que equivale a 25 %, cabe destacar que las personas mayores de 60 años corresponden a 18 % registrándose algunos enfermos, lo cuales no cuentan con una pensión o sistema de seguridad social.

### Composición familiar

38 % de las familias están compuestas por 3 personas, 26 % tiene 4 integrantes, 19 % por cinco, 8 % por seis integrantes y 9 % con más de seis. Así, el 74 % de las familias esta integrados por cuatro o menos personas, mostrando tendencia a menor índice de natalidad respecto a generaciones pasadas. No obstante, la relación entre calentamiento y demografía es compleja y no ha sido estudiada, pero una suposición lógica es que menos personas en el territorio generarán un menor impacto ambiental.

### Vivienda

El 86 % de la población cuenta con vivienda propia, no obstante, la estructura es muy irregular y sin servicios básicos y 14 % no posee y paga arriendo. De los que poseen, el 64 % es de ladrillo, el 7 % de la población está construida con materiales como bareque y madera, y el 4 % restante de la estructura de vivienda es en esterilla, guadua y paja (Figura 5). Muchas de estas viviendas no tienen las condiciones mínimas para ser habitadas, las familias son de bajos ingresos y generalmente están en zonas apartadas donde los servicios básicos son insuficientes o no llegan, carecen de sistemas de alcantarillado, algunas sin baños ni cocina.

Si bien, es cierto que la vivienda en primera instancia sirve para colmar las necesidades básicas del ser humano, también debe cumplir y satisfacer las aspiraciones de sus habitantes de forma integral, procurar por la calidad de vida residencial entendiéndose como los atributos del que dispone un asentamiento para satisfacer las necesidades básicas de la población (Cruz-Muñoz, e Isunza, 2017). Muchas de las viviendas observadas no cumplen los lineamientos, están sin terminar, con materiales no adecuados y sin acceso a servicios públicos (acueducto y alcantarillado).



Figura 5. Tipo de viviendas unidades productivas zona de estudio. Grupo técnico proyecto cambio climático).

**Electricidad:** Aunque 90 % de la población cuenta con energía eléctrica, ésta es intermitente y costosa unida a baja calidad del servicio al presentarse corte y racionamientos continuos.

**Agua potable y saneamiento básico:** el 95 % de la población no tiene acceso a agua potable, las UP tienen un sistema de mangueras o pozo profundo de donde se surten, otras recolectan el agua en garrafas o tanques que son transportados por carro motos que cobran por el servicio (Figura 6) actividad que se intensifica en época de verano. No hay alcantarillado, el 97 % no tiene gas domiciliario, no hay vías pavimentadas e

internet. El nivel de necesidades básicas insatisfechas (NBI) es muy alto (superior a 90 %), aunque se enuncia que "El servicio de agua y saneamiento ambiental básico son derechos fundamentales y se deben garantizar de forma continua e ininterrumpida" Constitución política artículos (49,79 y 366), específicamente en este sector rural, es un sofisma. No hay prestación de los servicios públicos, exponiendo la ineficiencia en la capacidad de cobertura de las necesidades en cada uno de los hogares encuestados. Esta primera óptica, permite divisar la medición de la pobreza en la zona de estudio.



Figura 6. Transporte de agua para las necesidades primarias del hogar en las unidades productivas estudiadas en los departamentos del Magdalena y la Guajira.

### Nivel escolar

El mayor grado de estudio es la secundaria 46 % seguido de primaria con 34 %, 9 % de los encuestados afirmaron tener un técnico, el 10 % han cursado estudios universitarios y 1 % no responde. Lo anterior evidencia que los habitantes de las UP, tienen bajo acceso a educación superior y generalmente están localizados en los municipios del Reten y Fundación. Al respecto, hay estudios que señalan que las personas con niveles de educación más altos tienen mayor capacidad de adaptación y resiliencia ante el cambio climático, y que la educación es un elemento esencial en la promoción una mejor gestión de los recursos naturales, sin embargo, no se puede generalizar.

### Actividad agrícola

El 72 % de los encuestados tienen menos de 10 ha. No obstante, el 68 % de los encuestados tienen tierra disponible para sembrar, pero no cultivan por carencia de infraestructura y recursos económicos, el 22 % no han legalizado su parcela y el 10 % tienen un alquiler y cancelan usufructo por el uso del terreno. La percepción de los productores es que la actividad agrícola ha disminuido, el 92 % gira alrededor de cultivos de maíz, yuca, melón y frijol, solo el 4 % incluyó además hortalizas como ahuyama y ají topito, el 2 % señaló forrajes y 2 %, frutales como maracuyá y mango, especie que ha aumentado y se encuentra intercalada con otras en sus

primeros estadios. Sobresalen por su adaptabilidad, el maíz y yuca productos de la dieta familiar de todos los encuestados, acompañado del arroz, especie que cultivan en el municipio del Reten.

Durante la entrevista, varios de los agricultores citaron posibles causas de pérdida de áreas de cultivo entre ellas; “escases de mano de obra joven, carencia de forrajes en época de sequía, carencia de agua, falta de carreteras para el transporte de productos e inadecuada gestión de desechos”.

Al ítem de asistencia técnica agrícola el 84 % respondieron que no tienen asistencia técnica, 4 % no respondió y 12 % aseguraron haber recibido alguna vez ayudas para la producción, pero no son visitados con constancia. Al respecto, los agricultores entrevistados sugirieron y priorizaron la necesidad de asesoría y subsidios para la producción de cultivos, instalación de riego, comercialización, tecnificación y uso de maquinaria; algunos comentaron que se requieren acciones de transformación de productos (que les permita sacar harina o subproductos que resistan el transporte), lo que consideran son una oportunidad para mejorar ingresos y la calidad de vida, a la vez que argumentaron desempleo y carencia de rentabilidad de los cultivos.

### Determinación ambiental

Confluye aspectos que definen condicionantes territoriales

para el desarrollo de las actividades sectoriales. Una parte importante de los documentos analizados argumentan que la mayoría de la población rural en la zona de estudio, adolece de infraestructura lo cual se corroboró en campo, el 93 % de las UP visitadas carece de servicios público básicos domiciliarios. Solo el 7 % presentan mejores condiciones y están referenciadas en su mayoría en sectores de los municipios del Retén y Fundación que pertenecen a la zona Norte del departamento del Magdalena y que exhiben mayor disponibilidad de agua al tener aledaños los ríos de Fundación y Aracataca que nacen en la Sierra Nevada de Santa Marta y desembocan en la Ciénaga Grande.

Se evidenció en las visitas de campo conflictos de uso de suelos, (erosión, compactación, deficiencia en humedad, limitantes climáticas entre otros) factores que fomentan inequidad respecto a los habitantes de áreas urbanas y generan conflictos ambientales por los patrones de ocupación productiva y de explotación de los recursos naturales. Un ejemplo, es el alto porcentaje de deforestación en la región asociada al uso de la tierra (desde épocas de conquista, implantando agricultura y ganadería), conflicto armado, desplazamiento forzado, fumigación de cultivos ilícitos y algunas redes de minería ilegal en la zona (Banqueth, 2021). Al respecto, el 67 % de las UP encuestadas no presentan área o superficie de bosque y no lo consideran importante, sin embargo, recolectan leña de terrenos aledaños para preparar los alimentos, afectando cobertura vegetal especialmente especies nativas; así, el 80 % de los entrevistados registraron el problema, dedujeron que cada vez es más escasa la vegetación, pero afirman no tener gas o gasolina para la combustión. El 90 % de los encuestados afirmaron que el agua disminuyó debido a que las fuentes hídricas han mermado y afecta no solo la producción agropecuaria si no también el agua de consumo. Los problemas ambientales más graves que enfrentan los habitantes de la zona según sus respuestas son: 100 % carencia de agua, 60 % tala y quema, 48 % contaminación de fuentes hídricas, 38 % inadecuado manejo de las basuras y desechos agroquímicos, 28 % degradación de las tierras y 25 % pérdida de especies, no obstante, no respondieron o no saben sobre las especies que han desaparecido.

### **Infraestructura**

Las condiciones del transporte de carga es un aspecto importante en la productividad agrícola. La infraestructura

vial en la zona es deficiente, el 88 % de los encuestados afirman que tienen dificultad en el transporte de sus productos, lo que obstaculiza la entrada de insumos, el comercio, la mano de obra y maquinarias a las UP, e incide en el desarrollo del sector rural, situación que desmotiva los productores al no poder comercializar directamente los productos agrícolas y pone de manifiesto la necesidad de mejorar la red secundaria y terciaria para mayor flujo. El deficiente estado de las vías primarias, secundarias y veredales, aumenta el margen de intermediación, minimiza el precio del producto lo que repercute en la economía del hogar. Se evidenció que algunas vías son intransitables y en época de lluvia, el transporte se limita a motos, caballo y mulas en algunos sectores.

Por otra parte, se reconoce algunos avances en las cabeceras municipales para abastecer agua potable, sin embargo, en el sector rural (veredas), no existe sistema de potabilización del recurso para uso doméstico y no hay alcantarillado. Con relación a la capacidad de la oferta y el gasto del recurso, los escenarios de cambio climático planteados para la zona, no son alentadores, por lo que es prioritario almacenamiento del recurso y planificar infraestructura de riego para suplir la necesidad del sector agrícola.

Respecto al servicios de salud, el 90 % de los encuestados reportaron estar afiliados al Sisbén siendo beneficiados de programas de salud y educación, no obstante, los centros de salud están centralizados en las cabeceras municipales y en algunos casos, el servicio no es permanente. A la pregunta qué institución estatal hace presencia en el territorio, el 81 % identificó a las escuelas rurales

## **Discusión**

El análisis de datos respecto a género mostró desigualdad para la toma de decisión, el género femenino se relaciona en las diferentes actividades agrícolas y rurales, pero no es participe en la toma de decisión. Este aspecto debe ser fortalecido, impulsar la participación femenina, de tal manera que se permita el empoderamiento de las mujeres en toda su diversidad. Al respecto, Aguilar Revelo (2021), argumenta que la discusión sobre el cambio climático ha estado centrada en aspectos económicos y sociales; no obstante, su análisis, ha marginado las mujeres y las desigualdades de género se multiplican y potencian con las dificultades climáticas (Aguilar Revelo, 2021). Por lo anterior, liderar acciones para priorizar la formación del género femenino, es una de las estrategias hacia

una sostenibilidad ambiental del territorio a fin se suministrar información y alternativas para su adaptación.

La revisión bibliográfica, evidenció alta susceptibilidad del territorio a fenómenos climáticos, lo que coincide con los resultados de la encuesta que mostró índices altos de pobreza indicadora de vulnerabilidad al cambio climático, ratificando la tendencia a incrementos de temperaturas, baja disponibilidad hídrica, eventos de sequías o inundaciones, carencia de infraestructura para cubrir necesidades básicas y la producción agrícola. La transformación del ecosistema (biodiversidad, suelo, recurso hídrico) generalmente coincide con deterioro ambiental y afecta de forma directa la economía primaria (Al-mulali *et al.*, 2015; Capdevila-Argüelles *et al.*, 2013; Nadal Egea y Aguayo, 2020), situación que puede aumentar el riesgo y su vulnerabilidad en las regiones rurales según los reportes de La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2016) que argumentan inseguridad alimentaria en algunas zonas del Caribe.

Al respecto, el 78 % de los encuestados referenciaron que no tiene gas domiciliario, señalan que utilizan la leña para cocinar. Ratificando el uso de carbón y la tala continua e indiscriminada de la vegetación para suplir la fuente de energía en la cocción de alimentos. Práctica que degrada el ecosistema de Bosque Seco Tropical (BST) propio de estas zonas y que es altamente vulnerable por sus múltiples limitaciones de restablecimiento, debido a que estas especies han desarrollado durante años mecanismos específicos de adaptación evolutiva como raíces profundas, hojas pequeñas y cerosas, tricomas, periodos de latencia, entre otros (Malambo Rayo, 2021), que les permite soportar fenómenos de sequía (Arias y Rosales, 2019). De acuerdo con el Instituto Humboldt, originalmente los BST cubrían más de 9 millones de hectáreas del territorio nacional y en la actualidad solo quedan aproximadamente 0,72 millones de hectáreas, relictos localizados en la vertiente oriental del río Magdalena y en la llanura caribe, que siguen siendo desbastados (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2007; 2014), evidenciando el cambio del uso del suelo de la zona de estudio. Al indagar por qué se cocina con leña, muchos de los productores son conscientes del daño ambiental y de posibles efectos adversos a la salud, pero exponen que es la única opción. La OMS afirma que el uso de leña y carbón “genera material particulado”, que produce efectos nocivos y que puede pasar al pulmón y sangre, generando afecciones cardiovasculares” (Blanco, 2021).

Igualmente, el análisis de resultados evidenció carencia de acceso al agua, siendo su consumo un riesgo de enfermedades (diarreas, disentería, hepatitis A, fiebre tifoidea, poliomielitis entre otras), con implicaciones directas en la salud pública, en la nutrición y desarrollo infantil (Organización Mundial de la salud [OMS], 2003; 2017; Paredes, 2017). En la zona de estudio, no existe un programa de tratamiento de agua para uso doméstico y el 100 % de las UP encuestadas no tratan el agua residual, lo que aumenta el riesgo de contaminación cruzada de la población.

Se identificó que el 93 % de productores toman agua directamente del tanque o de la fuente de suministro, la transportan por manguera, algunos la sacan del pozo profundo y/o la dejan reposar (albercas, tanques o vasijas) sin ningún tratamiento, no hay infraestructura para recepción, potabilización y distribución del recurso, lo que aumenta la presencia de organismos patógenos y agentes infecciosos). Al respecto, el análisis el Índice de Riesgo de Calidad del Agua – IRCA, en las zonas urbanas del departamento es del 14 % y en las zonas rurales del 50 %, lo que se clasifica como de riesgo alto (Financiera de Desarrollo Territorial S.A. [FINDETER], 2021). Las deficiencias en el tratamiento del agua, aumentan enfermedades que afectan más a menores de 5 años y adultos mayores (Corredor *et al.*, 2021).

Adicional a lo anterior, se experimentó que aún sin entrar el fenómeno del niño enunciado por el IDEAM para 2021, hay desabastecimiento del recurso en la mayoría de las UP. La demanda de agua en la zona superó la oferta superficial y acentuó el estrés hídrico, ratificado lo expuesto en varios de los instrumentos de planeación territorial analizados en la tabla 2, reafirmando la urgencia de sistemas de acueducto y alcantarillado.

Las estimaciones en la región caribe ante cambios probables en la precipitación anual, establecen reducciones mayores al 30 % especialmente en la alta Guajira, el litoral central, y el alto Magdalena. De tal manera, que cuando se presenta el fenómeno de El Niño hay déficit de precipitación (supera al 40 %) en la parte media del litoral Caribe (IDEAM, 2019). En caso contrario, cuando el fenómeno es el de La Niña, hay excedentes de precipitación (20 al 40 % por encima de los valores normales) y en áreas específicas del departamento con núcleos puntuales (norte del municipio de Remolino), y al margen del río Amazonas se presenta inundación, afectando el suelo (erosión

y degradación) con pérdida de servicios ambientales e inconvenientes de salud pública (IDEAM, 2019).

Por lo anterior, y de conformidad con Méndez (2020) el acceso a agua potable y saneamiento básico a nivel rural es un desafío para el estado Colombiano, la respuesta va más allá de los aspectos técnicos que puedan solucionar la carencia con infraestructura e ingeniería, se requiere un cambio de la visión de lo público y lo social; en este sentido, expresa que es fundamental incorporar desde la academia, un manejo integral y ecosistémico de los recursos naturales en pro del desarrollo social, económico y ambiental del territorio, con programas complejos que incluyan gestión integral de los recursos, veeduría ciudadana y fortalecimiento de capacidades para la organización ecosistémica y social del territorio. Por lo tanto, la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) constituye uno de los paradigmas del sector rural más aun cuando del 40 % de los alimentos que se producen a nivel mundial, provienen de tierras con sistemas de regadío que contribuyen a la productividad del sector agropecuario (FAO, 2011).

La insuficiencia de agua limita la producción agrícola, especialmente en áreas de alto estrés hídrico. El uso aguas subterráneas sin previa caracterización y tratamiento en la agricultura, constituye un riesgo de salinización de suelos (Mancilla-Villa *et al.*, 2021) intensificado por las condiciones climáticas de la zona de estudio (altas temperaturas (>28 °C) y alta evapotranspiración con déficit en precipitación). No obstante, el inadecuado uso de los acuíferos deteriora el sistema hidráulico y produce contaminación aumentando la vulnerabilidad a degradación del territorio. En relación a los factores de producción agrícola (tierra y biodiversidad) en los departamentos del Magdalena y La Guajira, son altamente susceptibles a deterioro y, desde la época de la conquista, han estado sometidos a un modelo de producción equivocado, adaptado de otras latitudes (quema, tumba, tala, monocultivo) desconociendo funciones ecológicas primordiales del trópico, donde en el suelo se recicla materia orgánica, que aumenta la capacidad de infiltrar agua a los acuíferos y formar nacimientos y manantiales, que almacenan nutrientes para las plantas y se amplía el soporte físico de las comunidades que lo habitan (Aguirre Forero *et al.*, 2022); al respecto, en las visitas de campo el equipo técnico observó y referenció áreas degradadas con posible afectación por de sales, uso de inadecuadas prácticas agrícolas (quema, nivelación de terrenos, preparación del suelo con maquinaria pesada sin tener en cuenta un análisis edáfico, entre otros) actividades que degradan la cobertura vegetal,

indispensable para la retención, absorción y ciclo del agua como base de adaptación a cambios climáticos.

El cambio climático altera de manera directa los ecosistemas. Así, el reemplazo de bosques naturales por sistemas productivos ha generado efectos nocivos en la biodiversidad, la instalación de cultivos intensivos, reduce la salud del sistema y monocultivos como maíz, frijol, algodón, yuca entre otros, son más sensibles al aumento de temperatura y al estrés hídrico (Truitt, 2019). Así mismo, se argumenta que los sistemas de producción mixta (agrosilvopastoriles, agroforestales, silvopastoril) que asocien especies arbóreas con cultivos y pastos y fomenten la diversificación del sistema, regulan la temperatura y la humedad, y mediante una acertada planificación y prácticas de agricultura regenerativas son alternativas ante cambio climático (IICA - CATIE, 2023).

Desde esta perspectiva, se evidenció que los productores cultivan especies tradicionales (yuca, ñame, ahuyama, maíz, arroz, entre otros) en monocultivos que permanecen limpios (sin vegetación o residuos de cosecha al rededor), no cuentan con planificación de riego ni fertilización, son escasos los que innovan y se arriesgan a sembrar otras especies como frutales y hortalizas, algunos comentan que si lo hacen "pierden todo" por lo que prefieren los cultivos tradicionales mencionados.

Lo anterior lo corroboran Aguilera *et al.* (2017) quienes sostienen que la actividad agrícola de la región caribe (departamentos como la Guajira y el Magdalena) ha reducido su participación en la producción regional. Las actividades agropecuarias pasaron de representar el 14,9 % en 1997 al 7,3 % en 2016, situación que se explica por el deterioro ecosistémico de la zona y los escasos de agua en periodos largos de sequía.

Por lo anterior, la pobreza en las zonas rurales ha sido una condición persistente a lo largo de la historia colombiana (López Muñoz, 2019), los resultados evidencian que la población encuestada es pobre, con un territorio fragmentado, con múltiples limitaciones en infraestructura estatal lo que genera desequilibrio ambiental que, combinado con necesidades básicas insatisfechas (NBI), tiene una relación directa con la pobreza limitante para alcanzar desarrollo. Situación que coincide con DANE (2020) que argumenta que La Guajira y Magdalena reflejan índices lejanos del promedio nacional, discutiendo que las carencias de la zona, no sólo, muestran insuficiencia monetaria, sino también inciden en salud, educación y vivienda que impactan la seguridad alimentaria.

Siendo La Guajira el departamento con la más alta pobreza monetaria extrema seguido del Magdalena (Departamento Nacional de Planeación [DANE], 2019).

La Fundación para el Desarrollo del Caribe (Fundesarrollo, 2022), argumenta que entre los desafíos más importantes para el Caribe se encuentran: Servicios públicos, la cobertura en acueducto de la región está seis (6) puntos porcentuales por debajo del agregado nacional con diferencias de alrededor de 43 puntos entre la zona urbana y rural. Adicional a lo anterior, la región Caribe se mantiene como la de mayor interrupción de frecuencias y duración en el servicio de energía. El acceso a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) es un desafío, dado que existe una cobertura deficiente y desigual con altos costos y barreras en el acceso a la información en relación al interior del país. Respecto a las condiciones ambientales, la tendencia a seguir aumentando la temperatura promedio se mantienen, igual que el registro de suelos con procesos de degradación (erosión, salinización y compactación), con mayor prevalencia de conflictos de uso y con sistemas acuáticos (ríos, ciénagas, playones, caños, etc.) fuertemente afectados por sedimentación, deforestación, minería, entre otros.

Puesto que la agricultura ha sido históricamente una actividad primaria y su productividad esta correlacionada principalmente con servicios ecosistémicos estratégicos (calidad de suelo y agua), capital de trabajo e infraestructura, el análisis de resultados en la zona de estudio revela una situación compleja para el sector agrícola, que requiere de un cambio en su dinámica social y económica, con una fuerte presencia del estado en la construcción de infraestructuras más seguras, sostenibles y resistentes ante las eventualidades del fenómeno del cambio climático, lo que incluye programas que reduzcan la pobreza rural.

A nivel general, se observó alta presión sobre los recursos naturales (bosques, fuentes hídricas, suelos) lo que establece un círculo vicioso de destrucción, pobreza y vulnerabilidad. Es indispensable mejorar de calidad de vida invertir en las redes de servicios que atiende las necesidades de saneamiento básico, al que no tienen acceso el 93 % de las UP visitadas. Solo el 7 % presentan mejores condiciones y están referenciadas en su mayoría en algunos sectores de los municipios del Retén y Fundación.

No obstante, el análisis de los resultados además de los riegos, identificó algunas alternativas razonables con el contexto

territorial a fin de favorecer el sector agrícola y fomentar procesos de adaptación al cambio climático entendiéndolo como el conjunto de acciones enfocadas a minimizar los efectos adversos en las actividades agrícolas de las comunidades que habitan el territorio, entre ellas se citan:

- ✓ Fortalecer el conocimiento sobre cambio climático y visibilizar la importancia de la sostenibilidad ambiental del territorio para el desarrollo integral.
- ✓ Incentivar sistemas de captación y uso del agua lluvia para la agricultura, en pozos, piscinas y tanques de almacenamiento, con control de focos de contaminación, para reducir estrés hídrico de cultivos en épocas de sequía, promover la reutilización del agua gris (lavamanos y duchas donde sea posible) acompañado de un plan de capacitación para la revaloración del recurso hídrico que incluya una mejor gestión.
- ✓ Facilitar y fomentar la transición del sistema tradicional de monocultivos aun sistema más dinámico que incorpore árboles en cercas vivas o cultivos mixtos, con semillas seleccionadas y un manejo de nutrientes fundamentado en prácticas circulares de agricultura regenerativa.
- ✓ Fortalecer la organización comunal e incorporar activamente el género femenino a capacitaciones puntuales respecto al tema, que permitan liderazgo en la zona.
- ✓ Incorporar materia orgánica, biocarbón, mulching, materiales de desecho del ciclo anterior de cosecha (como hojas, tallos, etc.) o materiales sintéticos como lonas y fibras, con el fin de cubrir el suelo, aumentar la capacidad de retención hídrica (hidrogeles) y protegerlo de la erosión y del impacto directo del sol limitando así la evaporación.
- ✓ Promover técnicas que fomenten gobernabilidad y generen inquietud de temas agrícolas para una producción más sostenible, que fomente cambios en torno al uso de los recursos naturales, promueva conciencia ambiental y respeto por la biodiversidad.
- ✓ Apoyar al pequeño agricultor para que cambie sus

métodos y prácticas de riego de inundación o surco abierto donde tiene el recurso (municipios de Reten y Remolino) por otras más sostenibles como goteo, y para que seleccione especies de cultivos menos hidroexigentes, de manera que pueda reducir la demanda de agua.

- ✓ Establecer un programa de capacitación y formación con una visión holística del sector agrícola.

Además, teniendo en cuenta los resultados y a fin de fortalecer procesos de formación y capacitación en buenas prácticas agrícolas (BPA) con énfasis en agricultura regenerativa, el equipo técnico priorizó seis líneas de formación para la capacitación: Cambio climático y BPA, impactos ambientales en la agricultura, prevención de riesgos y desastres en el sector agropecuario, manejo integrado de plagas e incidencia del cambio climático en cultivos, empresarismo y asociatividad para la sostenibilidad ambiental, las cuales se subdividen en temas y subtemas que serán implementados en la primera parte del macroproyecto y que acompañaran el montaje de un diseño de captación de agua para cada UP.

## Conclusiones

El La metodológica implementada consideró distintos aspectos para el análisis de las UP, desde la caracterización del área de estudio en términos ambientales, sociales, culturales y económicos hasta la perspectiva de los agricultores donde compartieron sus experiencias personales y desafíos que enfrentan en las prácticas agrícolas, componente cualitativo pertinente que involucra los actores del territorio de forma directa, facilitando la selección de temas estratégicos de formación y la apropiación de conceptos por parte de la comunidad lo que disminuye la incertidumbre de la pertinencia del programa de capacitación.

El análisis permitió determinar que 93 % de las UP analizadas presentan limitantes ambientales, deficiencias en infraestructura y en saneamiento básico generando en la zona una agricultura de subsistencia, con fuertes restricciones en los factores de producción agrícola respecto al entorno geográfico (clima, tipo de suelo, topografía, disponibilidad de agua), carencia de infraestructura, recursos humanos, tecnológicos y económicos.

En los municipios de estudio se evidenció un alto índice de pobreza y bajo índice de empleo lo que corrobora los

indicadores y variables analizadas. La carencia de recurso hídrico en épocas de sequía y la insolencia de la distribución del recurso debilita la seguridad alimentaria de la población y adicional la escasa infraestructura estatal no permite soportar adaptación a fenómenos de cambio climático, siendo urgente soporte estatal en el territorio altamente vulnerables a eventos climáticos.

## Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Contribución de los autores

Sonia Esperanza Aguirre Forero, Nelson Piraneque y Jaime Alberto Morón Cárdenas: conceptualización, escritura y edición, desarrollo del diseño metodológico, adquisición de la financiación.

## Agradecimientos

Al equipo técnico (Ingenieros Agrónomos y técnicos que participaron en la fase de la recolección de información en campo) al equipo de la Universidad del Magdalena ejecutor del proyecto y en especial a la comunidad por permitirnos el estudio.

## Referencias

- Aguilar Revelo, L. (2021). La igualdad de género ante el cambio climático: ¿qué pueden hacer los mecanismos para el adelanto de las mujeres de América Latina y el Caribe?, *serie Asuntos de Género*, (159). <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/8005c7ed-957e-4434-b6b6-cf29ceb54866/content>
- Aguilera, M., Reina, Y., Orozco, A., Yabrudy, J. y Barcos, R. (2017). *Evolución socioeconómica de la región Caribe colombiana entre 1997 y 2017*. (Documentos de trabajo sobre economía regional y urbana No 258). Banco de la República. <https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/dtseru-258.pdf>
- Aguirre Forero, S. E., Piraneque Gambasica, N. V., y Mercado Fernández, T. (2022). *Suelo y cambio climático: Incluye estudio de casos*. Editorial Unimagdalena. <https://doi.org/10.21676/9789587464993>
- Al-mulali, U., Tang, C. F., y Ozturk, I. (2015). Estimating the

- environmental Kuznets Curve hypothesis: Evidence from Latin America and the Caribbean countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, 918-924. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.05.017>
- Arias Ortega, M. Á., y Rosales Romero, S. (2019). Educación ambiental y comunicación del cambio climático. Una perspectiva desde el análisis del discurso. *Revista mexicana de investigación educativa*, 24(80), 247-269.
- Arriaza Balmón, M. (2006). *Guía práctica de análisis de datos*. IFAPA. <https://n9.cl/z4sjg>
- Blanco, E. (2021). *Contaminación atmosférica, efectos adversos al nacer e impacto de posibles medidas de mitigación: el caso de Temuco y Padre Las Casas, Chile*. [Tesis de doctorado, Universidad de Chile]. Repositorio académico de la Universidad de Chile. [https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/181049/Tesis\\_Estela\\_Blanco.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/181049/Tesis_Estela_Blanco.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Bouman, T., Verschoor, M., Albers, C. J., Böhm, G., Fisher, S. D., Poortinga, W., Whitmarsh, L., y Steg, L. (2020). When worry about climate change leads to climate action: How values, worry and personal responsibility relate to various climate actions. *Global Environmental Change*, 62, 102061. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102061>
- Banqueth, A. C. E. (2021). Conflicto Armado y Deforestación: Un Análisis en el Caribe Colombiano. *Gerencia Libre*, 7, 19-33. [https://www.unilibre.edu.co/cartagena/images/investigacion/Revista/gerencia\\_libre/Gerencia-Libre-2021.pdf#page=89](https://www.unilibre.edu.co/cartagena/images/investigacion/Revista/gerencia_libre/Gerencia-Libre-2021.pdf#page=89)
- Cavicchioli, R., Ripple, W. J., Timmis, K. N., Azam, F., Bakken, L. R., Baylis, M., Behrenfeld, M. J., Boetius, A., Boyd, P. W., Classen, A. T., Crowther T. W., Danovaro, R., Foreman, C. M., Huisman, J., Hutchins, D. A., Jansson, J. K., Karl, D. M., Koskella, B., Mark Welch, D. B., [...], y Webster, NS. (2019). Scientists' warning to humanity: microorganisms and climate change. *Nature Reviews Microbiology*, 17(9), 569-586. <https://doi.org/10.1038/s41579-019-0222-5>
- Capdevila-Argüelles, L., Zilletti, B., y Suárez-Álvarez, V. Á. (2013). Causas de la pérdida de biodiversidad: Especies Exóticas Invasoras. *Memorias Real Sociedad Española de Historia Natural. 2a. época*, 10, 55-75. <https://www.rsehn.es/publicaciones-memorias/art192>
- CEPAL, y Europea, U. (2017). *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad de América Latina*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/45692-cambio-climatico-sus-efectos-la-biodiversidad-america-latina>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2016). *La matriz de la desigualdad social en América Latina*. (LC/G.2690(MDS.1/2). <https://n9.cl/eptl>
- Corredor Pongutá, J. P., Moncaleano Domínguez, A. M., Vargas Guachetá, L. L., y Villalba Poveda, J. (2021). *Incorporación de la dimensión ambiental de la Agenda 2030 en la planificación para el desarrollo de los departamentos de Atlántico, Córdoba, Sucre, Magdalena, La Guajira, Cesar y Bolívar* [Disertación Doctoral, Universidad Externado de Colombia]. Informe final Capstone para el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) - Universidad Externado de Colombia. Repositorio Universidad Externado de Colombia. <https://bdigital.uexternado.edu.co/server/api/core/bitstreams/cdd7f38f-864c-40cd-8ef5-4a082998c2fa/content>
- Cruz-Muñoz, F., e Isunza, G. (2017). Construcción del hábitat en la periferia de la Ciudad de México: Estudio de caso en Zumpango. *EURE (Santiago)*, 43(129), 187-207.
- Cruz-O'Byrne, R., Casallas-Useche, C., Piraneque-Gambasica, N., y Aguirre-Forero, S. (2021). Knowledge Landscape of Starter Cultures: A Bibliometric and Patentometric Study. *Recent Patents on Biotechnology*, 15(3), 232-246. <https://doi.org/10.2174/1872208315666210928115503>
- de Oliveira, O. J., da Silva, F. F., Juliani, F., Barbosa, L. C., y Nunhes, T. V. (2019). Bibliometric method for mapping the state-of-the-art and identifying research gaps and trends in literature: An essential instrument to support the development of scientific projects. In: S. Kunosic and E. Zerem, (Eds.). *Scientometrics recent advances* (pp. 1-20). IntechOpen. <https://www.intechopen.com/chapters/69867>
- Departamento Nacional de Planeación [DANE]. (2019). *Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Pacto por Colombia, pacto por la equidad*. <https://www.dnp.gov.co/plan-nacional-desarrollo/Paginas/plan-nacional-de-desarrollo-2018-2022.aspx>
- Departamento Nacional de Planeación [DANE]. (2020). *Pacto Región Caribe: Por una transformación para la igualdad de oportunidades y la equidad*. <https://www.dnp.gov.co/DNPN/Plan-Nacional-deDesarrollo/Paginas/Pactos-Regionales/Region-Caribe/Una-transformacion-para-laigualdad-de-oportunidades-y-la-equidad.aspx>
- dos Santos, G. F. y Weber, A. L. (2020). Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social Empresarial: uma análise entre a teoria e a prática. *Desenvolvimento em Questão*, 18(51), 247-267. <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2020.51.247-267>
- Fawzy, S., Osman, A. I., Doran, J., y Rooney, D. W. (2020). Strategies for mitigation of climate change: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 18, 2069-2094. <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01059-w>
- Esgalhado, C., Guimarães, H., Debolini, M., Guiomar, N., Lardon, S., y de Oliveira, I. F. (2020). A holistic approach to land system dynamics—The Monfurado case in Alentejo, Portugal. *Land Use Policy*, 95, 104607. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104607>

- Financiera de Desarrollo Territorial S.A. [FINDETER]. (2021). *Estudio del sector agua potable y saneamiento básico Colombiano*. <https://bibliotecadigital.findeter.metabiblioteca.com/server/api/content/bitstreams/b31f3172-80fc-4c1e-ad2e-68faa0459bed/content>
- Fundación para el Desarrollo del Caribe [Fundesarrollo]. (2022). *Plantean soluciones a los 10 desafíos más apremiantes de la región Caribe*. <http://www.fundesarrollo.org.co/2022/05/23/plantean-soluciones-a-los-10-desafios-mas-apremiantes-de-la-region-caribe/>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA] - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE]. (2023). *Informe de actividades de colaboración conjunta IICA-CATIE. XLIII Reunión Ordinaria del Comité Ejecutivo*. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/21732?locale-attribute=es>
- Gorddard, R., Colloff, M. J., Wise, R. M., Ware, D., y Dunlop, M. (2016). Values, rules and knowledge: adaptation as change in the decision context. *Environmental Science y Policy*, 57, 60-69. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.12.004>
- Departamento Nacional de Planeación [DNP] - Gobernación del Magdalena. (2011). *Visión Magdalena 2032: un mundo de oportunidades*. *Visión de desarrollo territorial departamental*, (6) <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/VISION%20MAGDALENA.pdf>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). *Estudio Nacional del Agua 2018*. <http://www.ideam.gov.co/web/agua/estudio-nacional-del-agua>
- INVEMAR. (2019). *Diagnóstico y evaluación de la calidad de las aguas marinas y costeras del caribe y pacífico colombianos*. <https://portal.invemar.org.co/documents/10182/43044/Informe+REDCAM+2018.pdf/49465eac-e85c-4193-bac3-b8382a6b9b05>
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2007). Summary for Policymakers. In: S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller (Eds.). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1-18). Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg1-spm-1.pdf>
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2014). Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resúmenes, preguntas frecuentes y cuadros multicapítulos. En C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea y L. L. White (Eds.). *Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Organización Meteorológica Mundial. <https://n9.cl/kjrm>
- Jäger, M., Pellizzari, C., Feito, M. C., Batista, S. y Solari, C. (2016). Percepción social del riesgo ambiental y vulnerabilidad. En M. Jäger, (Comp.) *Gobernabilidad, percepción, control y efectos del uso de agroquímicos en la región Metropolitana de Buenos Aires - Presunta contaminación por el uso inadecuado de agroquímicos* (pp. 53-104). Editorial Universidad Nacional de La Matanza.
- Junges, I., Dias, F. T., França, B., y de Andrade, J. B. (2023). sustainable development and climate change adaptation: a case study about strategic planning and challenges in a family-farmers' cooperative. *Mix Sustentável*, 9(1), 109-125. <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2023.v9.n1.109-125>
- Kahn, M. E., Mohaddes, K., Ng, R. N., Pesaran, M. H., Raissi, M., y Yang, J. C. (2021). Long-term macroeconomic effects of climate change: A cross-country analysis. *Energy Economics*, 104, 105624. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105624>
- Linero-Cueto, J. R., Morales-Acuña, E. D. J., Manrique Cantillo, A. P., Macías Acevedo, J. P., Armenta Porras, G. E., Pacheco, M. M., Castellanos Barliza, J. d. J., Estrada Castillo, S. M., Valencia Cuéllar, D. S., Jáuregui-Romero, G. A., Clavijo Duarte, C. I., Delgado, E. M., Niño-Martínez, D. y Herrera De la Rosa, L. (2022). *Influencias del cambio climático y la variabilidad climática sobre el recurso hídrico, biodiversidad y servicios ecosistémicos en el departamento del Magdalena*. Editorial Universitaria de la Costa, S.A.S.
- López Muñoz, L. V. (2019). Pobreza y subdesarrollo rural en Colombia. Análisis desde la Teoría del Sesgo Urbano. *Estudios Políticos*, (54), 59-81. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-51672019000100059&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-51672019000100059&script=sci_arttext)
- Magliocca, N. R., Ellis, E. C., Allington, G., De Bremond, A., Dell'Angelo, J., Mertz, O., Messerli, P., Meyfroidt, P., Seppelt, R., y Verburg, P. H. (2018). Closing global knowledge gaps: producing generalized knowledge from case studies of social-ecological systems. *Global environmental change*, 50, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.03.003>
- Mancilla-Villa, O. R., Anzaldo-Cortes, B. N., Guevara-Gutiérrez, R. D., Hernández-Vargas, O., Palomera-García, C., Figueroa-González, Y., Ortega-Escobar, H. M., Flores-Magdaleno, H., Can-Chulim, Á., Cruz-Crespo, E., Sánchez-Bernal, E. I., Olguín-López, J. L. y Mendoza-Saldivar, I. (2021). Calidad del agua subterránea para uso agrícola en Zacoalco de Torres y Autlán de Navarro, México. *Terra Latinoamericana*, 39, 1-12. e745. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792021000100116&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792021000100116&script=sci_arttext)
- Marqués, J. F., Santos, Â. V., y Aragão, J. M. C. (2020). Planejamento e sustentabilidade em Instituições de Ensino Superior à luz dos objetivos do Desenvolvimento Sustentável. *Revista de Administração Contabilidade e Sustentabilidade*, 10(1), 14-29.

<https://www.reunir.revistas.ufcg.edu.br/index.php/uacc/article/view/1052>

Malambo Rayo, P. A. (2021). *Revisión del impacto de la deforestación sobre el bosque seco tropical (BST) en Colombia*. [Trabajo de grado, Universidad del Cundinamarca]. Repositorio digital de la Universidad del Cundinamarca. <https://hdl.handle.net/20.500.12558/4165>

Méndez, J. O. M. (2020). Los retos del acceso a agua potable y saneamiento básico de las zonas rurales en Colombia. *Revista de ingeniería*, (49), 28-37. <https://doi.org/10.16924/revinge.49.5>

Nadal Egea, A. y Aguayo, F. (2020). Los motores de la degradación ambiental: el modelo macroeconómico y la explotación de los recursos naturales en América Latina. *Serie Estudios y Perspectivas-Sede Subregional de la CEPAL en México*, (185). <https://hdl.handle.net/11362/45766>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2011). *El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. La gestión de los sistemas en situación de riesgo*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, y Mundi-Prensa, Madrid.

Organización Mundial de la salud [OMS]. (2017). La salud es el fondo del asunto. En: E. Rehfuess, (Coord.). *Energía doméstica y salud. Combustibles para una vida mejor* (pp. 10-11). OMS. [https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43705/978924356316\\_9\\_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43705/978924356316_9_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Organización Mundial de la salud [OMS]. (2003, del 11 al 13 de noviembre). *Report of the WHO workshop: Nutrient minerals in drinking water and the potential health consequences of long-term consumption of demineralized and remineralized and altered mineral content drinking waters*. Roma, Italia. (SDE/WSH/04.01). <https://rb.gy/zyblz>

Paredes, H. G. (2017). Caracterización socioeconómica del corregimiento la Pampa zona rural del municipio de Palmira, Valle del Cauca, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 8(2), 221-231. <https://doi.org/10.22490/21456453.2048>

Pecl, G. T., Araújo, M. B., Bell, J. D., Blanchard, J., Bonebrake, T. C., Chen, I. C., Clark, T., Colwell, R., Danielsen, F., Evengård, B., Falconí, L., Ferrier, S., Frusher, S., García, R. A., Griffiths, R. B., Hobday, A. J., Janion-Scheepers, C., Jarzyna, M. A., Jennings, S., [...], y Williams, S. E. (2017). Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. *Science*, 355(6332), eaai9214. <https://doi.org/10.1126/science.aai9214>

Pilatásig Molina, F. E. (2023). *Los efectos del cambio climático sobre la producción de quinua y la capacidad de*

*adaptación de los agricultores de la comunidad de San José de la parroquia Juan Montalvo del cantón Latacunga* [Tesis de Maestría, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi. <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/23000fc7-3296-4d25-a3b7-98b7b05b8b74/content>

Revueltas, J. E., Zabaleta, A., Mercado, T. y Aguirre, S. (2020). Cambios en el clima local y su efecto en la regulación hídrica en microcuencas del Magdalena, Norte de Colombia. *Información tecnológica*, 31(6), 193-206. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000600193>

Salazar, D. T., Herrera, K. C. y Hurtado, P. D. (2023). Mapeo científico de la investigación mundial en economía circular y desarrollo sostenible. *Desarrollo Gerencial*, 15(2), 1-27. <https://doi.org/10.17081/dege.15.2.6335>

Samper, M., González, H. y Martínez, M. (2023). Ruralidad e interacciones rural-urbanas en regiones de planificación y territorios rurales: aportes para su caracterización a partir de una re-conceptualización y remediación de lo rural en Costa Rica. *Serie Documentos de Proyectos CEPAL*. <https://hdl.handle.net/11362/48670>

Sarracina, A. E. (2022). Planificación para el desarrollo territorial sostenible en América Latina y el Caribe. Proyección. *Estudios Geográficos y de Ordenamiento Territorial*, 16(31), 247-251. <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/proyeccion/article/view/4669>

Truitt, G. (2019, 28 de febrero). *Monocultivos: la amenaza de los "desiertos verdes" de hoy para la producción alimentaria de mañana*. The Nature Conservancy. <https://www.nature.org/es-us/que-hacemos/nuestra-vision/perspectivas/monocultivos-amenaza-desiertos-verdes-produccion-alimentaria/>

Van Huylenbroeck, G., Vandermeulen, V., Mettepenningen, E., y Verspecht, A. (2007). Multifunctionality of agriculture: a review of definitions, evidence and instruments. *Living reviews in landscape research*, 1(3), 1-43. <http://lrlr.landscapeonline.de/Articles/lrlr-2007-3/download/lrlr-2007-3Color.pdf>

Verburg, P. H., Crossman, N., Ellis, E. C., Heinemann, A., Hostert, P., Mertz, O., Nagendra, H., Sikor, T., Erb, K.-H., Golubiewski, N., Grau, R., Grove, M., Konaté, S., Meyfroidt, P., Parker, D. C., Chowdhury, R. R., Shibata, H., Thomson, A., y Zhen, L. (2015). Land system science and sustainable development of the earth system: A global land project perspective. *Anthropocene*, 12, 29-41. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2015.09.004>

Wu, J. (2013). Landscape sustainability science: ecosystem services and human well-being in changing landscapes. *Landscape ecology*, 28, 999-1023. <https://doi.org/10.1007/s10980-013-9894-9>