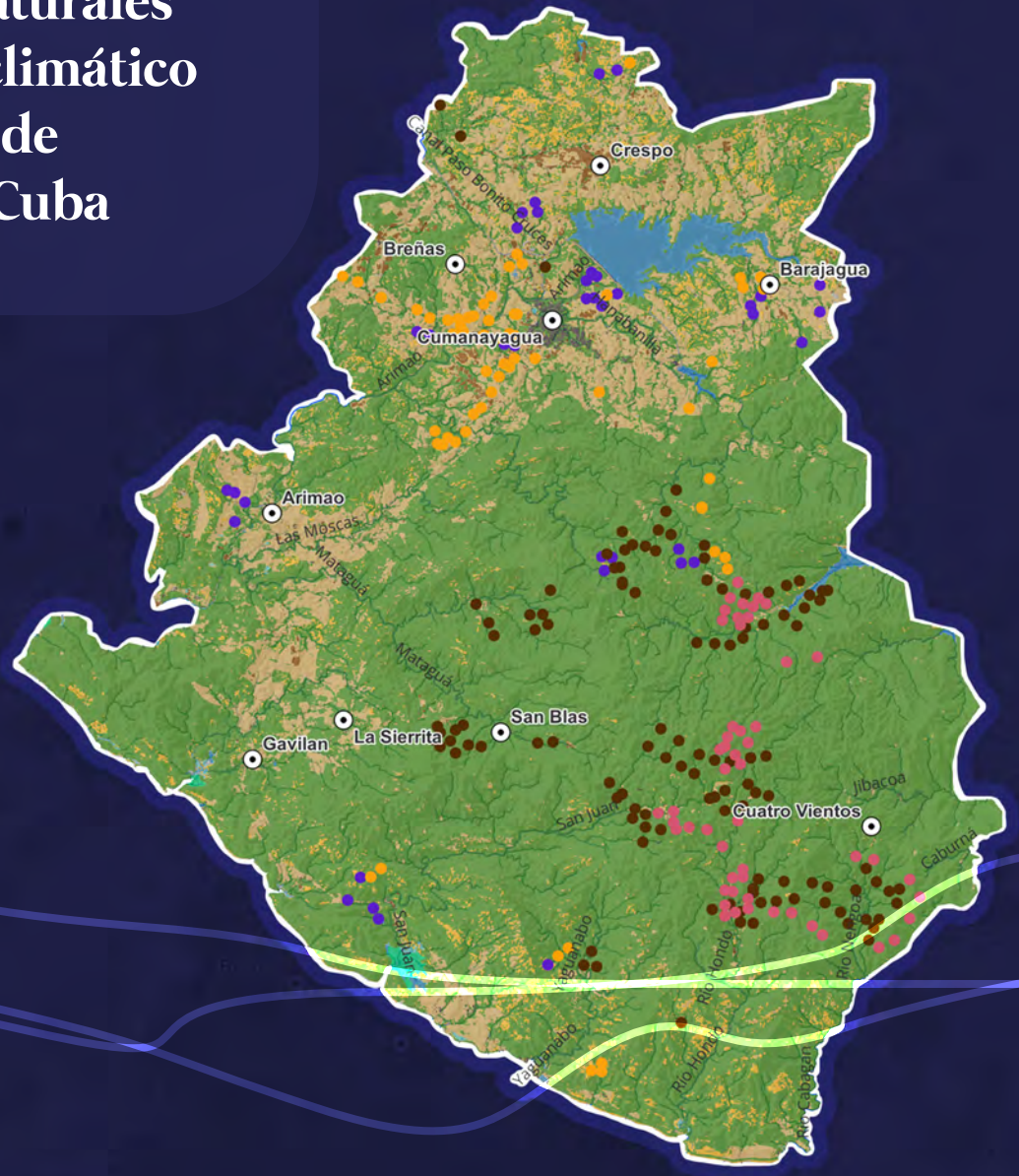


Análisis participativo de vulnerabilidad de la producción agropecuaria y los recursos naturales ante el cambio climático en el municipio de Cumanayagua, Cuba



Análisis participativo de vulnerabilidad de la producción agropecuaria y los recursos naturales ante el cambio climático en el municipio de Cumanayagua, Cuba

Autores

Claudia Bouroncle Seoane, Juliana Chaves Porras, Lenin Corrales, Allan Guerrero Pérez, Ismael Hernández Venereo,
Pablo Imbach Bartol, Tea Skrinjaric, Andrea Zamora Trejos, Dariel de León García, Tania Sánchez Santana,
Roberto Yasiel García Dueñas, Yhosvanni Pérez Rodríguez, Álvaro Calzada Díaz de Villegas,
Michel Quevedo Cepero, Maritza Rizo Alvarez y Mayrel Fuentes Díaz

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Turrialba, Costa Rica
2026



FICHA CATALOGRÁFICA

638.14

B775

Bouroncle Seoane, Claudia

Análisis participativo de vulnerabilidad de la producción agropecuaria y los recursos naturales ante el cambio climático en el municipio de Cumanayagua, Cuba/ Juliana Chaves Porras, Lenin Corrales, Allan Guerrero Pérez, Ismael Hernández Venereo, et al. – 1ª ed. – Turrialba, Costa Rica : CATIE, 2026. 47 p. : il. – (Serie técnica. Manual técnico / CATIE ; no. 164)

ISBN 978-9977-57-830-9

1. Enfoque participativo 2. Producción agrícola
3. Producción pecuaria 4. Adaptación al Cambio climático
I. CATIE II. Título VI. Serie

Citación sugerida:

Bouroncle Seoane, C.; Chaves Porras, J.; Corrales, L.; Guerrero Pérez, A.; Hernández Venereo, I.; Imbach Bartol, P.; Skrinjaric, T.; Zamora Trejos, A.; Rizo, M.; Sánchez Santana, T.; De León García, D.; Agüero Contreras, F.; Calzada Díaz de Villega, A.; García Dueñas, R.; Pérez Rodríguez, Y.; Array Arteaga, Y.; Curbelo Yanes, C.; Frómeta Milanés, C.; Herrera Capote, M.; Suárez Hernández, I.; Quevedo Cepero, M.; Fuentes Díaz, M.; Muñoz Díaz, Z. 2026. Análisis participativo de vulnerabilidad de la producción agropecuaria y los recursos naturales ante el cambio climático en el municipio de Cumanayagua, Cuba (en línea). Turrialba, Costa Rica, CATIE. 47 p. (Serie técnica. Manual técnico / CATIE, no. 164). Disponible en: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/14254>

Autores

Claudia Bouroncle Seoane¹, Juliana Chaves Porras¹, Lenin Corrales¹, Allan Guerrero Pérez¹, Ismael Hernández Venereo¹, Pablo Imbach Bartol¹, Tea Skrinjaric¹, Andrea Zamora Trejos¹, Dariel de León García², Tania Sánchez Santana³, Roberto Yasiel García Dueñas⁴, Yhosvanni Pérez Rodríguez⁴, Álvaro Calzada Díaz de Villegas⁴, Michel Quevedo Cepero⁴, Maritza Rizo Álvarez³ y Mayrel Fuentes Díaz⁵

Instituciones

¹ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

² Centro de Desarrollo Local y Comunitario (CEDEL)

³ Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH)

⁴ Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez

⁵ Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA)

ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES

ASDI	• Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo
CATIE	• Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CEDEL	• Centro de Desarrollo Local y Comunitario
CITMA	• Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente
CUM	• Centro Universitario Municipal
EASAC	• Estrategia de la Agricultura Sostenible Adaptada al Clima
EDEST	• Estrategia de Desarrollo Económico Social Territorial
EEPFH	• Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey
GEI	• Gases de efecto invernadero
ha	• Hectárea
IPCC	• Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
MINAGRI	• Ministerio de la Agricultura
NOAA	• Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos
PGOT	• Plan General de Ordenamiento Territorial
PNUD	• Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
SSP	• Ruta Socioeconómica Compartida (por el acrónimo en inglés)

FINANCIAMIENTO

Este informe técnico ha sido desarrollado como parte del proyecto CienPinos, financiado por la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (ASDI).

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Varias organizaciones colaboraron en las distintas fases de este proceso, que incluyeron: la convocatoria, facilitación y organización del taller “Análisis de la vulnerabilidad de la producción agropecuaria y los recursos naturales ante el cambio climático en el municipio Cumanayagua”; la revisión de sus resultados; y el establecimiento de prioridades para la Estrategia de Desarrollo Económico Social Territorial (EDEST) del municipio, esto último en el marco del curso “Gobernanza climática municipal”. Asimismo, su apoyo fue fundamental para la revisión de información secundaria y la redacción final de este documento. Las organizaciones que participaron en esta colaboración (y sus integrantes, en orden alfabético) son:

- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE): Claudia Bouroncle Seoane, Juliana Chaves Porras, Lenin Corrales, Allan Guerrero Pérez, Ismael Hernández Venereo, Pablo Imbach Bartol, Tea Skrinjaric y Andrea Zamora Trejos.
- Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH): Maritza Rizo Alvarez y Tania Sánchez Santana.
- Centro de Desarrollo Local y Comunitario (CEDEL): Dariel de León García.
- Universidad de Cienfuegos: Fernando Agüero Contreras, Álvaro Calzada Díaz de Villegas, Roberto Yasiel García Dueñas, Yhosvanni Pérez Rodríguez y Michel Quevedo Cepero.
- Centro Universitario Municipal Cumanayagua: Yailen Array Arteaga, Carlos Curbelo Yanes, Celso Frómeta Milanés, Maireby Herrera Capote e Ingri Suárez Hernández.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA): Mayrel Fuentes Díaz.
- Gobierno Municipal de Cumanayagua: Zuleika Muñoz Díaz.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las personas que participaron en el taller “Análisis de la vulnerabilidad de la producción agropecuaria y los recursos naturales ante el cambio climático en el municipio Cumanayagua” realizado el 13 y 14 de julio de 2023 en el Hotel Rancho Luna, Cienfuegos, Cuba y a las personas que participaron en el curso “Gobernanza climática municipal”, realizado entre el 20 y 27 de mayo de 2024 en las instalaciones del CATIE, Costa Rica. También se agradece a las personas que revisaron la primera versión de este informe por sus sugerencias y valiosos comentarios. El Anexo 1 contiene la lista de personas participantes del taller, así como a quienes revisaron la versión preliminar de este informe.

CONTENIDO

1. Introducción.....	1
1.1 La agricultura y el ambiente en el municipio de Cumanayagua	1
1.2 Objetivo del análisis de vulnerabilidad	1
2. Marco conceptual del análisis de vulnerabilidad	3
2.1 Vulnerabilidad al cambio climático.....	3
2.2 Adaptación al cambio climático	6
2.3 Rutas de acción climática	7
3. Metodología para la elaboración del análisis de vulnerabilidad.....	8
4. Sistemas productivos y naturales del municipio de Cumanayagua.....	9
4.1 El municipio y sus principales sistemas agropecuarios.....	9
4.2 Sistemas naturales relacionados con los sistemas agropecuarios.....	16
5. Exposición al cambio climático	18
5.1 El clima histórico	18
5.2 Tendencias del clima	18
5.3 Ciclones tropicales.....	20
6. Impactos actuales del clima en los sistemas agropecuarios.....	21
7. Capacidad adaptativa de los sistemas agropecuarios.....	24
7.1 Factores considerados para estimar la capacidad adaptativa	24
7.2 Grupos de sistemas agropecuarios según su capacidad adaptativa	24
7.3 Respuestas actuales a los factores climáticos	27
7.3.1 Prácticas agrícolas	27
7.3.2 Medidas de restauración de los sistemas naturales	28
8. Vulnerabilidad de los sistemas productivos y recomendaciones para la actualización de la Estrategia de Desarrollo Económico Social Territorial	31
8.1 Vulnerabilidad relativa de los sistemas productivos y niveles de medidas de adaptación.....	31
8.2 Propuestas para poner en práctica las acciones de adaptación.....	34
9. Bibliografía	35



Introducción

1.1

La agricultura y el ambiente en el municipio de Cumanayagua

La Estrategia de Desarrollo Económico y Social Municipal (municipio de Cumanayagua 2018) incluye cuatro líneas estratégicas, relacionadas todas con la agricultura y el ambiente del municipio. Estas líneas consideran:

1. El desarrollo económico basado en el desarrollo de la agroindustria y los servicios, al aprovechar las potencialidades locales.
2. El desarrollo sostenible del territorio, incluyendo las zonas rurales, costeras y montañosas, en correspondencia con el ordenamiento territorial.
3. El fortalecimiento de la producción agropecuaria propia de la montaña, el mejoramiento de la calidad de vida y la disminución de la presión social sobre los bienes y servicios ecosistémicos propios de estas zonas. Esta línea se basa en el Plan Turquino, que se enfoca en el desarrollo económico y social en el macizo montañoso Guamuhaya, el cual representa el 61 % del área del municipio (ONEI 2021).
4. La innovación del sector productivo y la gestión local y comunicatoria con un enfoque ambiental.

Las líneas 1 y 3 están relacionadas directamente con la seguridad alimentaria de la población del municipio. El cambio climático, expresado como el aumento de intensas lluvias, inundaciones y huracanes; es uno de los principales problemas para la implementación de la EDEST, así como las problemáticas relacionadas como la degradación de suelos por problemas de drenaje. Por su parte, la ganadería caprina y ovina, que ha aumentado fuertemente en la última década (ONEI 2021), es un ejemplo de la importancia de contar con un análisis de vulnerabilidad del sector agropecuario al cambio climático que considere las interacciones entre diferentes elementos del paisaje para definir rutas de adaptación.

1.2

Objetivo del análisis de vulnerabilidad

El proyecto CienPinos, se centra en el fortalecimiento del desarrollo local sostenible basado en la visión y gestión climática municipal y en el desarrollo de cadenas agroforestales de valor, sostenibles, de bajas emisiones de gases de efectos invernadero (GEI), adaptadas al cambio climático y compatibles con la conservación de la biodiversidad. El proyecto se desarrolla en los municipios y con las personas productoras locales de Cumanayagua y Abreus (provincia Cienfuegos) y Viñales y La Palma (provincia Pinar del Río) para asegurar sus medios de vida. La ejecución del proyecto está prevista entre 2023 y 2026 (CATIE y EEPFIH 2022).

El proyecto CienPinos tiene como objetivo principal a: “Los gobiernos municipales de Abreus, Cumanayagua, La Palma y Viñales, los productores de cabras en sistemas silvopastoriles de Cumanayagua y de cerdos de pastoreo en los bosques de pino-encinos de Viñales y los procesadores y empresarios ecoturísticos locales vinculados a esos productos cuentan con las capacidades necesarias para la gestión climática municipal y el manejo de sistemas agroforestales sostenibles, bajos en emisiones, resilientes al cambio climático y que conservan la biodiversidad en fincas y bosques” (CATIE y EEPFIH 2022).

Por lo tanto, el primer resultado esperado del proyecto es que las estrategias de desarrollo municipal de los municipios piloto incorporen una política actualizada de cambio climático, conservación de biodiversidad y producción agroforestal sostenible. Este documento, resultado de un proceso participativo, es uno de los insumos para actualizar dicha política.

2 Marco conceptual del análisis de vulnerabilidad

2.1

Vulnerabilidad al cambio climático

Este documento asume la definición de vulnerabilidad presentada por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en su cuarto informe de evaluación:

Grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático, y en particular la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que esté expuesto un sistema, y de su sensibilidad y capacidad de adaptación (IPCC 2007: 28).

Esta definición establece tres componentes de la vulnerabilidad al cambio climático: exposición, sensibilidad y Capacidad adaptativa (Figura 1).

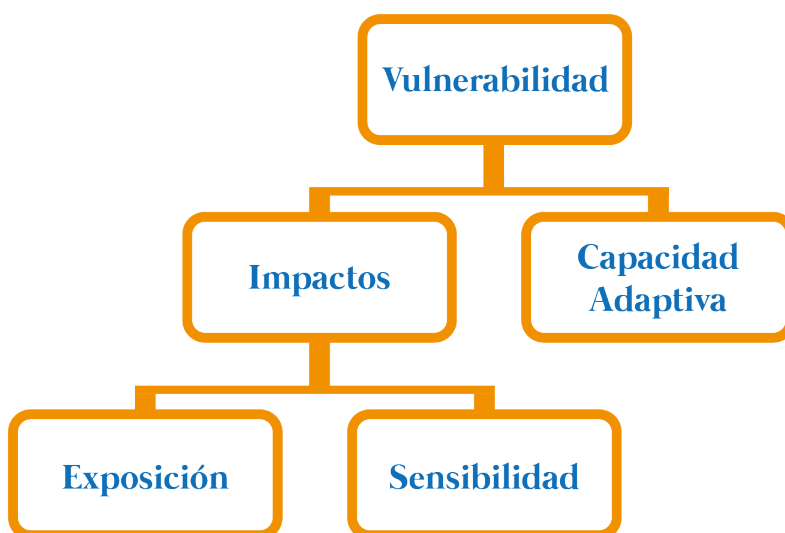


Figura 1. Componentes de la vulnerabilidad: a mayor exposición, a mayor sensibilidad y a menor capacidad adaptativa, mayor será la vulnerabilidad del sistema (adaptado de Locatelli *et al.* 2008).

La exposición es el componente vinculado directamente al clima (GIZ 2014). En este documento, se asume que la sensibilidad depende de atributos naturales y físicos de los sistemas de producción agropecuaria y los recursos naturales. Las características fisiológicas de las diferentes especies, que son parte de los sistemas agrícolas, pecuarios o forestales, ilustran este concepto. Por ejemplo, el maíz es menos sensible al aumento de la temperatura que el frijol, ya que es una planta C₄; por su parte, los pinos con corteza gruesa son menos sensibles a los incendios forestales ocasionales y frecuentes que especies adaptadas a zonas húmedas; asimismo, las vacas lecheras son más sensibles al estrés causado por temperaturas altas que otras razas de bovinos. Estas características son intrínsecas, por lo que su cambio es muy lento, sobre todo si se trata de ecosistemas naturales.

Por otra parte, la capacidad adaptativa es la capacidad de un sistema para hacerle frente a los impactos adversos (o aprovechar los impactos positivos, si los hubiera) (IPCC 2007). En términos prácticos, la capacidad adaptativa incluye las características de las personas y sus organizaciones para responder a los efectos del cambio climático y pueden cambiar a corto y mediano plazo.

En este sentido, los diferentes recursos de las personas y sus comunidades pueden estimar su capacidad adaptativa, a partir de la propuesta de Flora *et al.* (2004), el Cuadro 1 presenta una descripción de los recursos y ejemplos de aspectos indicativos para conocer su estado y cambios a través del tiempo. En este enfoque, la disponibilidad, uso y beneficios de los recursos determinan la calidad de vida de las personas en una comunidad, estos pueden preservarse, gastarse o aumentar; son interdependientes y debe existir un balance entre ellos. Esto, aunque parece evidente, no siempre se considera, como se aprecia en los procesos que promueven la obtención de ingresos en desmedro de los recursos humanos, sociales o naturales.

Cuadro 1. Descripción de los recursos de la comunidad adaptada de la propuesta de Flora *et al.* (2004) y ejemplos de aspectos indicativos para conocer su estado y evolución.

Recursos	Descripción	Ejemplos de aspectos indicativos
Humanos	Las personas, sus atributos y capacidades	• Distribución de la población por sexo en grupos etarios • Salud • Enrolamiento en la educación formal por sexo y grupos etarios • Conocimientos • Capacidad laboral
Culturales	Legados ancestrales, valores y actitudes compartidas	• Conocimientos y prácticas ancestrales • Agrobiodiversidad y conocimiento asociado • Expectativas asociadas a diferentes grupos sociales • Actitudes hacia los procesos de cambio
Sociales	Relaciones horizontales dentro de la comunidad que favorecen la confianza, reciprocidad y acción colectiva	• Estructuras organizativas permanentes como asociaciones • Normas de reciprocidad • Redes de intercambio de información • Membresía en estructuras organizativas permanentes o temporales • Representación de diferentes grupos en las estructuras organizativas • Liderazgo
Políticos	Relaciones con instancias del gobierno	• Gestión de bienes para las actividades productivas • Gestión de servicios para las actividades productivas y los riesgos
Naturales	Suelo, agua, bosques, biodiversidad y otros recursos, además de los servicios que proveen	• Calidad del agua • Estado de los bosques, su conservación y restauración • Erosión del suelo • Estado de la biodiversidad y medidas para su conservación • Servicios ecosistémicos, como regulación de los procesos hídricos, provisión de madera y alimentos de origen silvestre • Espacios para la recreación y turismo en la naturaleza
Financieros	Acceso a dinero y otros recursos para la producción	• Diversidad de fuentes de ingreso • Acceso a crédito, préstamos e incentivos • Seguros • Participación en cadenas de valor • Bienes para la producción, por ejemplo: maquinaria, herramientas e insumos
Infraestructura	Soporte a servicios vitales y bienes inmuebles para actividades productivas	• Escuelas y puestos de atención primaria de salud • Telecomunicaciones y energía • Infraestructura para la distribución de agua potable • Sistemas de riego • Silos comunitarios • Carreteras

2.2

Adaptación al cambio climático

Este análisis asume que la adaptación al cambio climático es el conjunto de acciones de la población y sus organizaciones e instituciones para ajustar sus medios y condiciones de vida al cambio del clima. Por su parte, el Quinto Informe de Evaluación del IPCC presenta una tipología de adaptación basada en el grado de transformación que demanda un sistema para adaptarse.

Los niveles de adaptación al cambio climático, según esta tipología, son los siguientes, a partir de la adaptación de las definiciones provistas por el IPCC (2014) y Rickards y Howden (2012):

1. La *adaptación progresiva o incremental*, para mantener la esencia e integridad de un sistema.
2. La *adaptación de sistemas* ocupa un lugar intermedio e implica hacer ajustes a un sistema, pero sin ser tan profundos que impliquen cambiar a un sistema diferente.
3. La *adaptación transformacional*, que implica cambiar las características esenciales de un sistema socioecológico en anticipación al cambio climático y sus efectos.

La Figura 2 muestra una propuesta de organización de estos conceptos: cuanto mayor es la magnitud de los procesos del cambio climático, se asume que mayor es la magnitud del cambio necesario en los sistemas socioecológicos, lo que implica más cambios en los medios de vida, más esfuerzo de las personas y sus organizaciones, mayor diversidad de actores y sectores y, finalmente, mayor la escala geográfica de cambio.

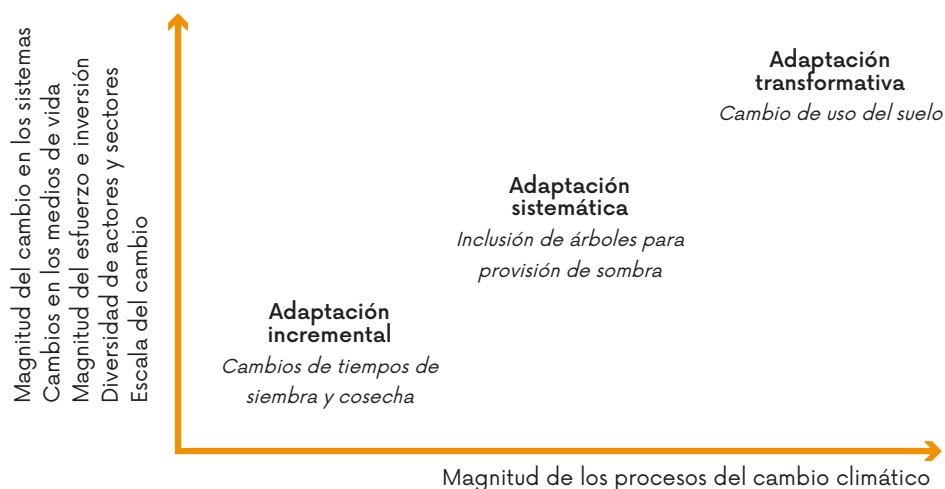


Figura 2. Niveles de adaptación al cambio climático. Adaptación sistemática - Adaptación incremental.

Figura adaptada de Rickards y Howden (2012) y Fedele *et al.* (2019).

2.3

Rutas de acción climática

En el contexto del proyecto CienPinos, las rutas de acción climática consisten en el conjunto de medidas de mitigación y adaptación que se desprendan de la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y las acciones orientadas a su reducción; y por otro lado, a la identificación de medidas de adaptación surgidas a partir del análisis de vulnerabilidad de los sistemas productivos y de los recursos naturales que los sustentan.

Por otro lado, la contribución del país a las emisiones de GEI es muy baja, un factor que debe considerarse al definir el equilibrio entre los esfuerzos e inversiones destinados tanto a la adaptación de los sistemas productivos del municipio como a la reducción de las emisiones provenientes de estos.¹

La definición de rutas de adaptación, que incluyen los intereses de diferentes tipos de actores, considera lo siguiente, según la propuesta de Werners *et al.* (2021):

- Tiene énfasis en componentes sociales e institucionales en el desarrollo de las rutas.
- Reconoce que la adaptación se desarrolla en un entorno de múltiples partes interesadas.
- Incluye múltiples impulsores y partes interesadas con objetivos, intereses y valores diferentes.
- Usa métodos participativos y reconocimiento-inclusión del conocimiento no científico.
- Promueve el aprendizaje colaborativo y la capacidad para la planificación adaptativa.

El presente análisis identifica los elementos clave para la construcción de estas rutas, con el propósito de contribuir a la EDEST de Cumanayagua. El enfoque considera:

- ¿Cuáles son los procesos que mayor impacto tienen en los sistemas productivos y naturales?
- ¿Cómo es la capacidad de respuesta ante los impactos de los diferentes grupos afectados?
- ¿Cuáles son las medidas existentes de adaptación más importantes?, ¿bajo cuáles criterios?
- ¿Dónde y a qué escala deben implementarse?
- ¿Cuáles son las condiciones necesarias para que las medidas sean efectivas?

¹ La Estrategia de la Agricultura Sostenible Adaptada al Clima para la región del Sistema de la Integración Centroamericana 2018 - 2030 (EASAC) es un ejemplo de la búsqueda de este balance. La EASAC cuenta con tres pilares: i) incremento sostenible de la productividad e ingresos agrícolas, ii) aumento de la capacidad adaptativa y resiliencia de los sistemas agrícolas, y iii) contribución, siempre y cuando sea posible, a la reducción o eliminación de los gases de efecto invernadero de los sistemas productivos agrícolas.

Metodología para la elaboración del análisis de vulnerabilidad

Este análisis de vulnerabilidad al cambio climático se construyó “de abajo hacia arriba” y está basado en la participación de diferentes personas en un taller organizado en el municipio de Cumanayagua en julio de 2023. El Anexo 1 contiene el listado de las personas participantes, en este taller se caracterizaron los sistemas productivos, los riesgos climáticos y las medidas de respuesta a estos impactos, así como el estado de conservación de los ecosistemas que proveen servicios para la adaptación (Figura 3).

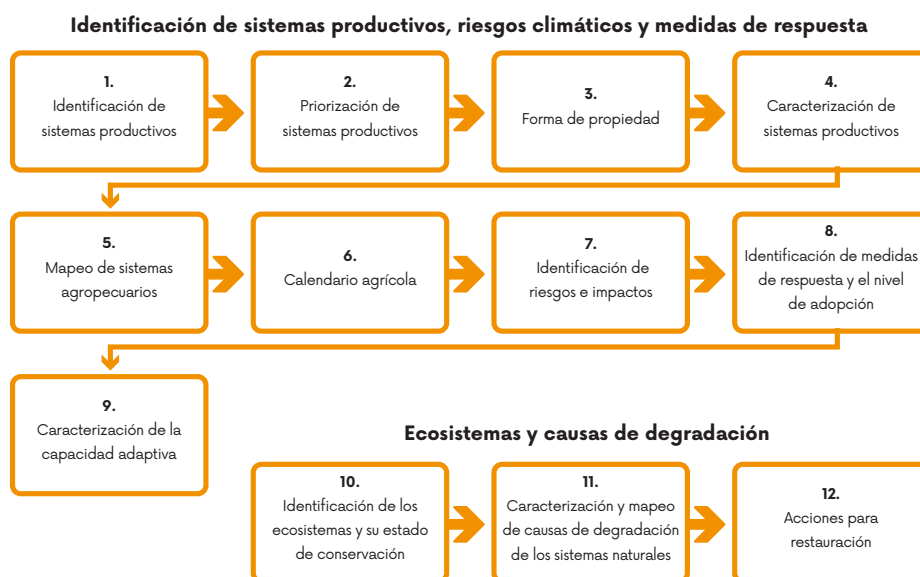


Figura 3. Proceso del taller participativo.

La información recabada en el taller fue digitalizada para generar mapas y cuadros organizados siguiendo los pasos especificados en la guía para la facilitación de talleres elaborada con este propósito. Los datos se complementaron con información secundaria, que incluyó series históricas y proyecciones climáticas, además de estadísticas y publicaciones técnicas y científicas relevantes.

Por su parte, durante el Curso de Gobernanza climática municipal realizado en mayo de 2024 en las instalaciones del CATIE, en Costa Rica, diferentes personas relacionadas con la gestión del municipio de Cumanayagua revisaron los resultados del taller, realizándose adiciones o modificaciones a los listados de medidas de adaptación y relacionándolas, a su vez, con las líneas estratégicas de la estrategia de desarrollo municipal. El Anexo 2 contiene el listado de las personas que participaron en esa revisión.

La selección de personas participantes del taller y curso realizada por el Proyecto CienPinos, representa diferentes conocimientos y sectores productivos del municipio, los cuales se complementan en el mapeo participativo y construcción de la propuesta.

Sistemas productivos y naturales del municipio de Cumanayagua

4.1

El municipio y sus principales sistemas agropecuarios

Se identificaron 47 sistemas productivos que incluyen tanto cultivos agrícolas como actividades pecuarias. Dentro de los sistemas agrícolas predominan los monocultivos de tabaco, frutales y café. Por su parte, en sistemas mixtos incorporan prácticas de intercalado y rotación de cultivos, así como sistemas agroforestales con especies anuales. En el ámbito pecuario, se destacan los sistemas silvopastoriles en arreglos con frutales y especies forestales para la cría de caprinos, ovinos y bovinos. Asimismo, se reconoció la apicultura y la acuicultura como actividades en crecimiento y de gran importancia para el municipio. Más adelante, el Cuadro 2 presenta una síntesis de los sistemas agrícolas y pecuarios identificados basado en sus componentes y arreglos espaciales y temporales.

La mayoría de los sistemas productivos identificados han perdurado en el municipio gracias a las favorables condiciones climáticas y geográficas y a que cuentan con prácticas arraigadas que se han transmitido de generación en generación (sistemas tradicionales). No obstante, se observó que han experimentado una disminución en su área de producción, principalmente por cambios en las condiciones climáticas, falta de acceso a los mercados, escasez de mano de obra y falta de suministros e insumos. Además, se mencionó que la presencia de programas o incentivos ha beneficiado al crecimiento en sistemas con frutales y forestales.

Las y los expertos locales priorizaron 18 sistemas productivos (seis por cada mesa de trabajo) al evaluar estos criterios: contribución a la seguridad alimentaria, valor económico de la producción, extensión del área dedicada al sistema, cantidad de familias productoras participantes, contribución al desarrollo local, sostenibilidad de la producción, y la integración de estos en programas orientados a mujeres y jóvenes. En este sentido, las Figuras 4, 5 y 6 muestran la distribución espacial de los sistemas agrícolas, pecuarios y forestales respectivamente, resultado del ejercicio de mapeo participativo.

Cuadro 2. Principales sistemas agrícolas y pecuarios identificados. No incluye caña de azúcar. Resultado del taller de mapeo participativo, Cumanayagua.

	Grupo	Cultivos	Sistemas agrícolas			
			Monocultivo	Intercalado	Rotación	Agroforestería con anuales
Cultivos temporales	Oleaginosas	Girasol	X			
		Soya	X			
	Otros cultivos	Tabaco	X			
		Cultivos varios			X	
Cultivos permanentes	Frutales	Aguacate				X
		Cítricos	X	X		
		Mamey				X
		Mango	X			
		Piña	X	X		
		Plátano		X		X
		Otros frutales		X		
	Bebidas	Café	X	X		
		Flor de Jamaica	X			

Grupo	Especies	Sistemas pecuarios		
		Extensivo	Silvopastoril	Traspatio
Apicultura	Abeja			X
Aves de corral	Pollos, patos			X
Ganado mayor	Bovino	X	X	
Ganado menor	Caprino		X	
	Ovino-caprino	X	X	
Ganado porcino	Cerdo porcino	X	X	

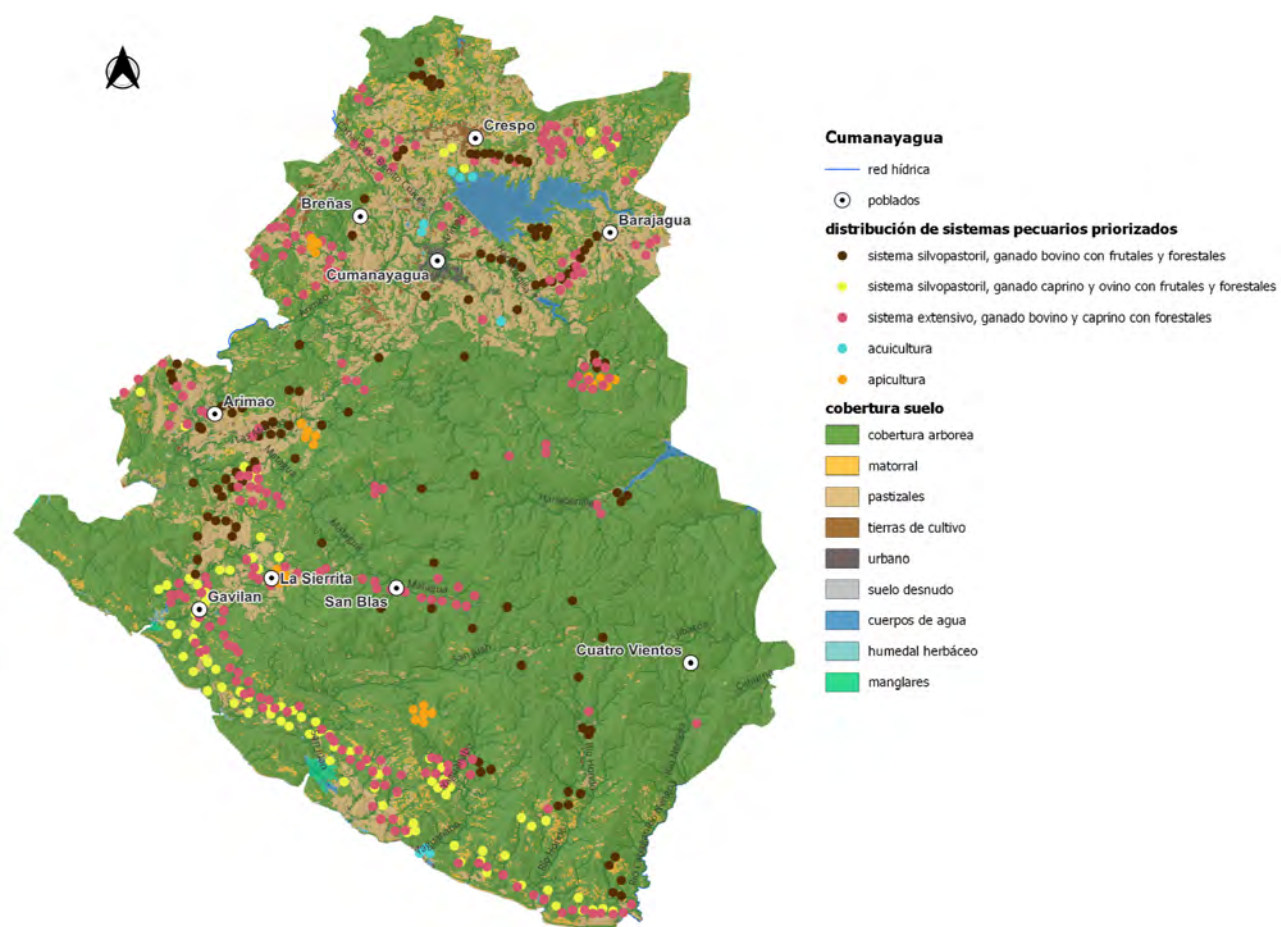


Figura 5. Distribución de sistemas pecuarios. Resultado del taller de mapeo participativo, Cumanayagua.

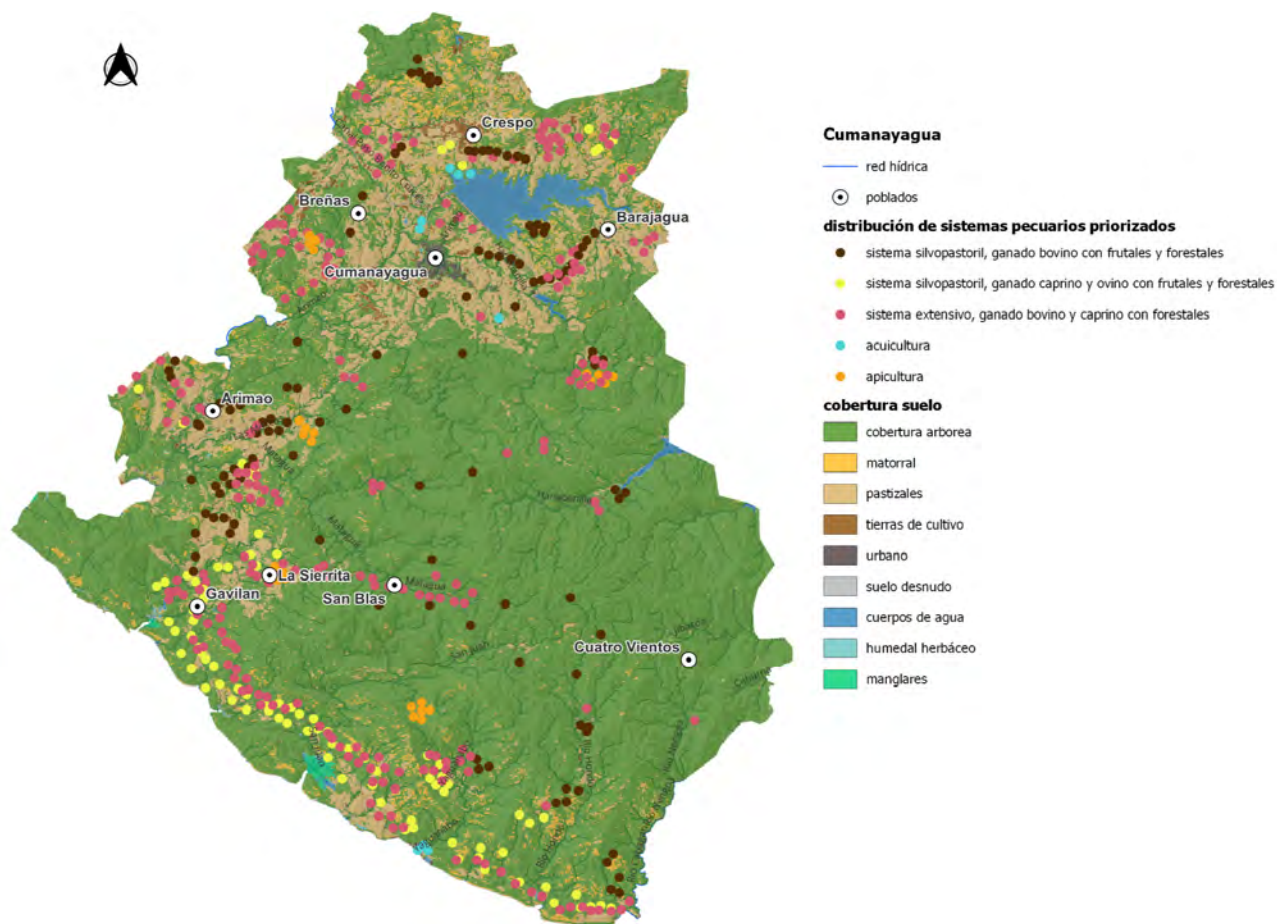


Figura 6. Distribución de sistemas forestales. Resultado del taller de mapeo participativo, Cumanayagua.

Las personas caracterizaron siete sistemas agropecuarios considerados de mayor relevancia para el municipio. Esta caracterización abarcó el tamaño, forma de producción y fuentes de agua. Posteriormente, se evaluaron los riesgos climáticos que afectan a estos sistemas y se recopilaron las medidas de respuesta implementadas. Los resultados de estos últimos aspectos se presentan en las secciones 5, 6 y 7 de este documento.

En cuanto a los sistemas priorizados, incluyen el cultivo de café, cultivos varios y tabaco que se producen en forma de rotación; además de la producción de caprinos y ovinos, tanto en arreglos silvopastoriles como extensivos. El tamaño de las unidades de producción varía, al abarcar desde menos de 1 ha hasta 13 ha en sistemas pecuarios, en donde domina un tamaño de producción de una a 10 cabezas (Cuadro 3).

En el caso de los cultivos varios (hortalizas, granos básicos y viandas) y frutales, se asigna una parte de la producción para atender la demanda estatal, mientras que otra porción se destina a satisfacer las necesidades municipales con un enfoque en el consumo social, como el abastecimiento de escuelas y hospitales; el excedente de la producción de estos cultivos se utiliza para el autoconsumo. En contraste, la producción de café y tabaco se orienta, principalmente, a la demanda nacional y a la exportación. Respecto a la cría de ganado vacuno, esta se realiza a nivel individual o cooperativo, lo que permite a las personas productoras asignar porciones de su producción tanto para el autoconsumo como para el mercado nacional. En cuanto a las personas productoras de ovinos y caprinos tienen la opción de comercializar su producción de manera individual, lo que contribuye significativamente a los ingresos de las familias involucradas en este sistema. Finalmente, las plantaciones forestales son aprovechadas para producción de carbón vegetal y madera, con un enfoque en satisfacer la demanda local, nacional y la exportación.

La mayoría de las unidades de producción de los sistemas anteriormente mencionados cuentan con acceso a agua para riego o provisión para los animales. Las principales fuentes de agua son los ríos, manantiales, embalses y pozos.

Cuadro 3. Tamaño medio estimado, modalidades de producción y comercialización de los sistemas agropecuarios priorizados con un alto nivel de importancia, taller de mapeo participativo, municipio de Cumanayagua.

Sistemas agropecuarios priorizados	Tamaño medio	Forma de producción	Fuente de agua
Monocultivo, café	13,42 ha	Cooperativa	Manantiales
Rotación, cultivos varios	0-3 ha	Estatal	Pozos y embalse
Rotación, cultivos varios y tabaco	1-3 ha	Individual/estatal	Pozos y embalse
Silvopastoril, bovino*	1-10 cabeza	Individual/cooperativa	Ríos y canales
Silvopastoril, caprino	15-30 cabeza	Individual	Esorrentía, pozos, canales
Extensivo, bovino	1-10 cabeza	Estatal	Pozos
Extensivo, ovino y caprino	1-10 cabeza	Individual	Pozos
Manejo de frutales y forestales	13 ha	Cooperativa	Ríos, manantiales

A continuación, la Figura 7 muestra los sistemas agrícolas, pecuarios y forestales organizados según el tamaño de su área dominante. Se aprecia que la mayoría de los sistemas pecuarios se presentan al noroeste del municipio, el ganado mayor se considera de tamaño mixto (1 a mayor de 60 cabezas), es decir, no predomina un tamaño en específico, por lo que los tamaños grandes, medianos y pequeños se encuentran entremezclados. En esta área también hay presencia de sistemas permanentes grandes que corresponden, en su mayoría, a frutales. Al suroeste predominan los sistemas forestales de gran tamaño (mayor a 15 ha) y cultivos de especies permanentes como el café de tamaño pequeño (aproximadamente 13 ha).

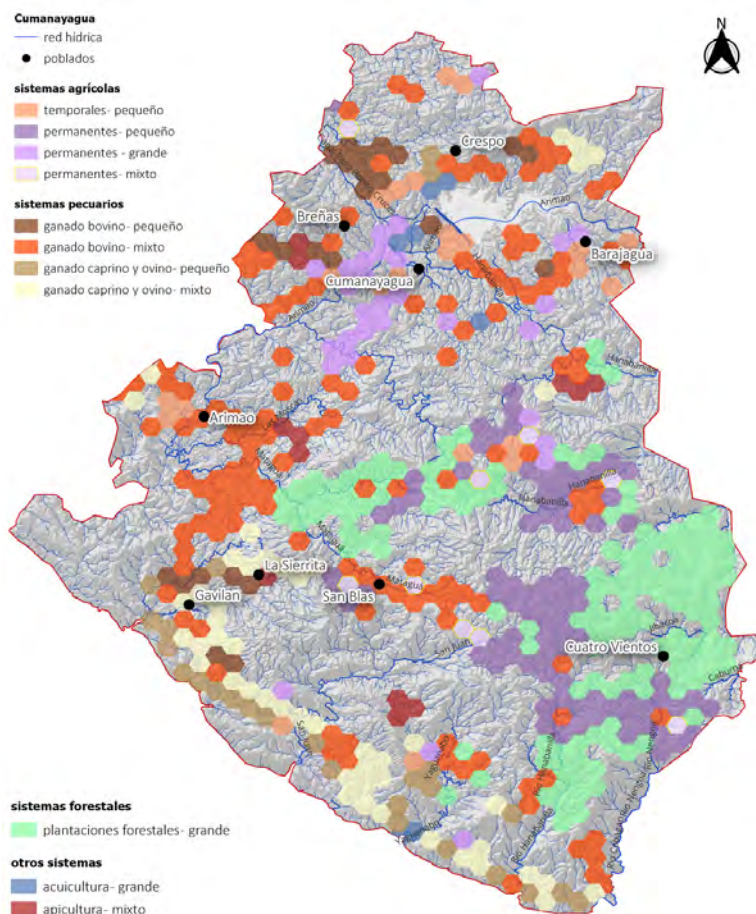


Figura 7. Tamaño dominante de los sistemas agrícolas y pecuarios identificados. Resultado del taller de mapeo participativo, Cumanayagua.

4.2

Sistemas naturales relacionados con los sistemas agropecuarios

El Cuadro 4 muestra los servicios ecosistémicos que proveen los bosques a los sistemas agropecuarios priorizados en el municipio de Cumanayagua; por su parte, la provisión de agua dulce para los cultivos y para la cría de ganado es el principal servicio ecosistémico. De igual manera, los ecosistemas de los bosques de montaña y de las llanuras costeras también se consideran relevantes para la moderación de los eventos extremos. Particularmente, las llanuras costeras resultan fundamentales para la producción de ovinos y caprinos, ya que garantizan el abastecimiento de alimentos para estos animales.

Cuadro 4. Servicios ecosistémicos provistos por los sistemas naturales a los sistemas agropecuarios priorizados. Resultado del taller de mapeo participativo, Cumanayagua.

Sistemas naturales	Servicios ecosistémicos						Sistemas agropecuarios priorizados
	Agua dulce	Alimentos animales	Provisión de materiales	Moderación eventos extremos	Fertilidad suelo	Polinización	
Bosques de montaña	X			X	X		Monocultivo, café
			X	X	X	X	Rotación, cultivos varios
	X			X	X		Extensivo, bovino
	X			X			Extensivo, ovino y caprino
	X				X		Silvopastoril, bovino
	X				X		Silvopastoril, caprino
Bosque premontano	X				X		Manejo de frutales y forestales
	X				X		
Llanuras onduladas	X				X		Silvopastoril, caprino
	X						Rotación, cultivos varios
	X				X		Extensivo, bovino
Llanuras costeras		X		X			Rotación, cultivos varios y tabaco
		X		X			Extensivo, ovino y caprino
							Extensivo, bovino

Según el criterio experto recogido en el taller de mapeo participativo, las llanuras costeras, las llanuras onduladas y el bosque de premontano están degradados. La deforestación y la mayor incidencia de ciclones tropicales son las principales causas de la degradación de los ecosistemas, lo que ha afectado la biodiversidad y ha aumentado la erosión que, a su vez, ocasiona la pérdida del suelo. Estas condiciones han afectado, principalmente, las llanuras onduladas donde se mencionó que han dañado la producción de pastos. En las llanuras costeras el principal impacto de la degradación ha sido el proceso de salinización en el Valle de San Juan y en el bosque de montaña hay zonas consideradas funcionales, es decir, donde se percibe que se han mantenido los servicios ecosistémicos en calidad y cantidad (Figura 8).

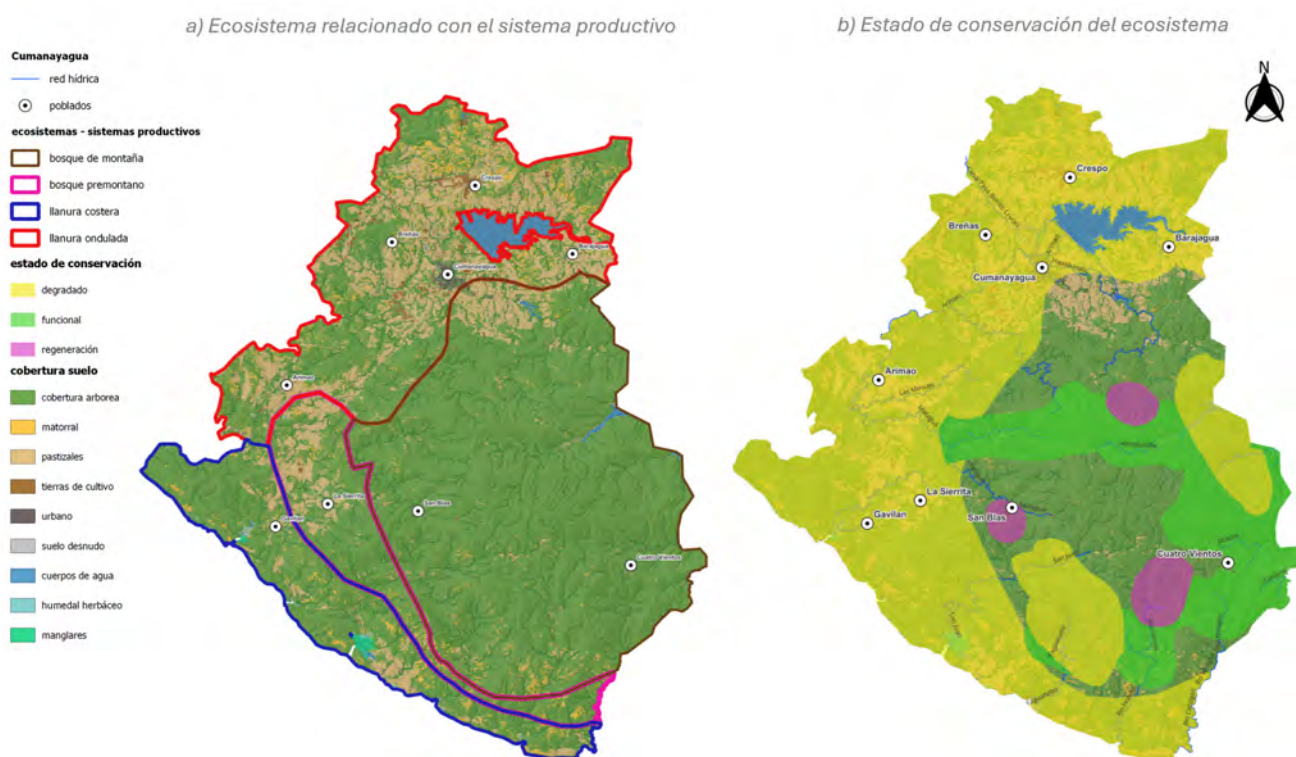


Figura 8. Bosques naturales y su relación espacial con los sistemas agropecuarios priorizados y su estado de conservación. Resultado del taller de mapeo participativo, Cumanayagua.

Exposición al cambio climático

5.1

El clima histórico

Las temperaturas históricas de Cuba tienen valores medios anuales entre 22 y 28 °C. La temperatura máxima media varía entre 27 y 32 °C, y la mínima media entre 17 y 23 °C. Durante los meses menos lluviosos (noviembre-abril, “invierno”) los valores de la temperatura media mensual tienen diferencias notables entre las regiones occidental y central, en relación con la región oriental, mientras que en la temporada lluviosa (mayo-octubre, “verano”), las temperaturas tienden a homogeneizarse. El “invierno” es notoriamente menos caluroso que el “verano”, aunque hay áreas del país donde el “invierno” prácticamente no existe (Pérez *et al.* 2013).

La temperatura media anual en el municipio es de 25 °C. El acumulado de precipitaciones promedio anual es de 2 800 y 2 880 mm, concentrándose casi el 80 % de las precipitaciones en el “verano” (Funk *et al.* 2014).

5.2

Tendencias del clima

La temperatura media anual y la temperatura mínima media anual del país muestran una tendencia clara, al aumentar 1 y 2 °C, respectivamente, entre 1951 y 2017. Las últimas tres décadas han sido consistentemente más cálidas que las precedentes desde 1951, con el periodo entre 2008 y 2017, el cual destaca como el más cálido hasta la fecha. La temperatura máxima media anual no ha mostrado una tendencia clara entre 1951 y 2017, pero aumentó entre 1978 y 2017 y hubo récord de temperatura máxima absoluta en abril de 2020 con 39.7 °C en la provincia de Granma CITMA, 2020.

La precipitación en Cuba ha sido estable en las últimas décadas, a pesar de la presencia de sequías en los periodos 2003-2005, 2009-2010 y 2014-2015. Las anomalías de precipitación entre 1961 y 2017 muestran una leve tendencia al incremento, aunque no es estadísticamente significativa. En cuanto a los periodos poco lluviosos, se ha notado una tendencia al aumento asociada a una disminución de las anomalías negativas, mientras que los periodos lluviosos no han mostrado tendencias destacables, excepto en la región oriental (CITMA 2020; Pérez *et al.* 2013).

En el taller de mapeo participativo, las personas señalaron tendencias de cambio en la temperatura y precipitación en el municipio de Cumanayagua, que se traducen en cambios en las temporadas de “verano” e “invierno” (Figura 9). Asimismo, señalaron que de abril a mayo y de septiembre a noviembre las temperaturas han aumentado y las lluvias han disminuido, es decir, el inicio y el final de la temporada de “verano” son más cálidos y menos lluviosos. En lo que respecta a la temperatura, las tendencias observadas en las últimas décadas confirman esta percepción, como se refiere en el párrafo anterior.

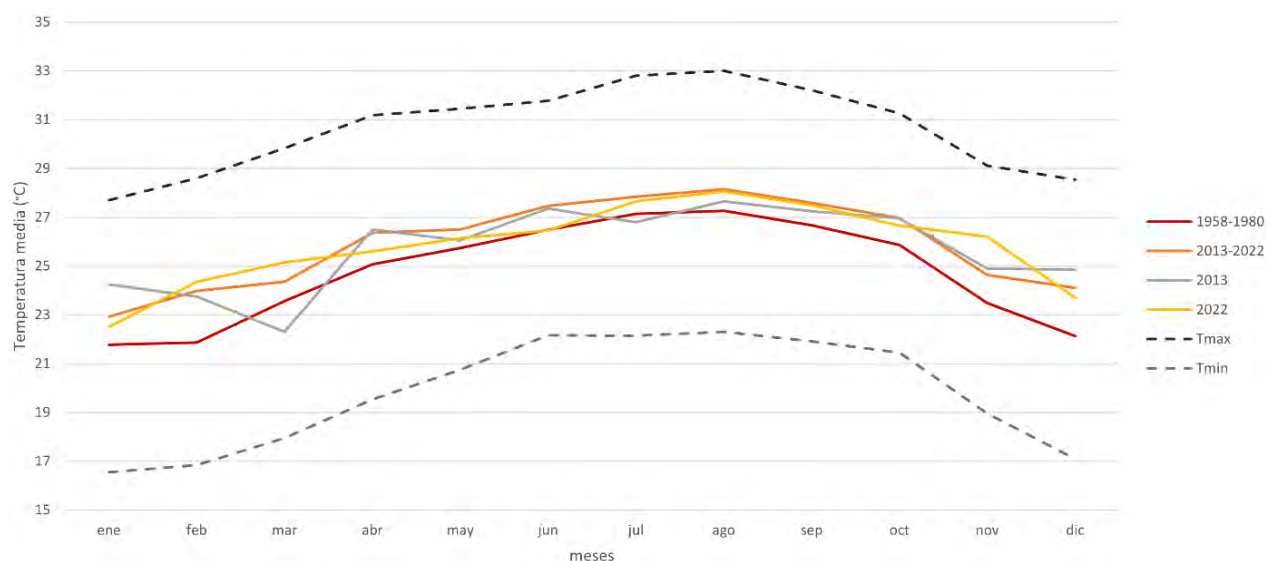


Figura 9. Tendencia estacional de cambio de la temperatura, Cumanayagua. Elaborado con datos de Abatzoglou *et al.* (2018). TerraClimate, a high-resolution global dataset of monthly climate and climatic water balance from 1958–2015. Scientific Data 5:170191 <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.191>, usados bajo la Licencia Internacional Pública de Atribución/Reconocimiento 4.0 de Creative Commons. <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

En todo caso, la tendencia al aumento de la temperatura implica un aumento de la evapotranspiración, así que, aunque la precipitación no hubiera disminuido, la consecuencia es una disminución del agua disponible y mayor estrés hídrico para sistemas agrícolas y pecuarios. Esta tendencia se acentuará cada vez más, según las proyecciones de aumento de temperatura para el país hacia fin de siglo, que van entre 2,5 y 5,6 °C, según se considere una fuerte reducción de emisiones de GEI (Ruta Socioeconómica Compartida o SSP 1-2.6) o un aumento sostenido de emisiones (SSP3-7.0) (Berkeley Earth 2022).

5.3 Ciclones tropicales

Según datos de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA), 10 de los 25 ciclones tropicales que tuvieron influencia directa sobre el municipio de Cumanayagua entre 1856 y 2022 fueron clasificados como huracanes y, de estos, dos fueron clasificados como huracanes con una categoría de intensidad igual o mayor a tres (Figura 10). En este sentido, desde 1996 se nota una mayor actividad ciclónica sobre Cuba relacionada con el aumento de la temperatura del mar en el Atlántico tropical, la cual está alineada con las proyecciones que anticipan un incremento en la intensidad de los huracanes en respuesta al calentamiento de las aguas marinas (CITMA 2020). Esta tendencia está relacionada con el aumento de lluvias intensas.

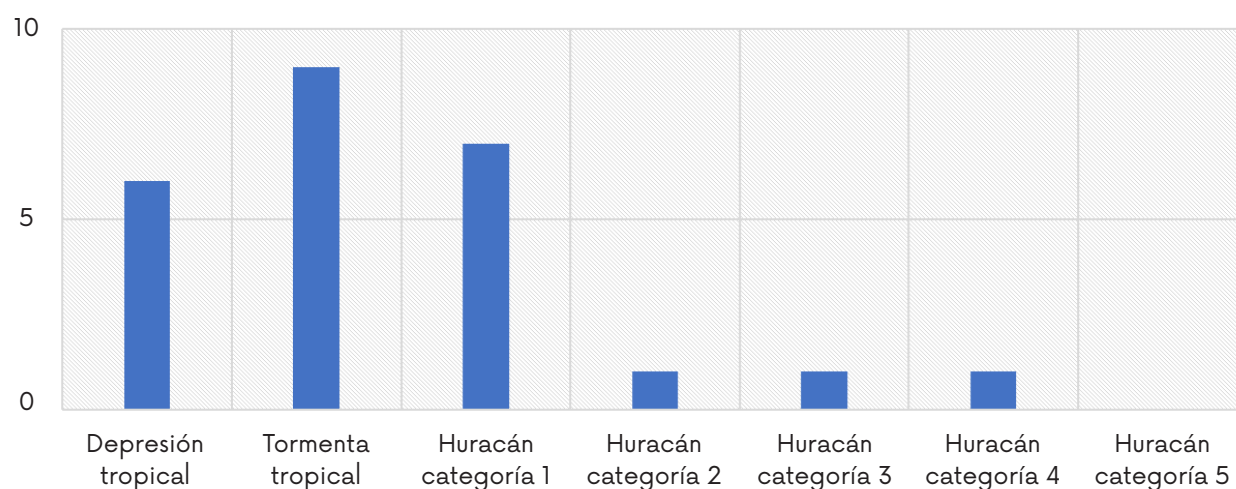


Figura 10. Frecuencia de ciclones tropicales sobre el municipio de Cumanayagua entre 1856 y 2022, según su categoría máxima de intensidad Saffir-Simpson en la zona de influencia directa (radio de 30 km). Elaborado a partir de datos de las trayectorias históricas de los huracanes disponible en NOAA, Historical Hurricane Tracks. <https://coast.noaa.gov/hurricanes>.



Impactos actuales del clima en los sistemas agropecuarios

Las sequías tienen un impacto en todos los sistemas productivos priorizados en Cumanayagua, mientras que las temperaturas tienen impacto en seis de estos sistemas calificados como los más importantes del municipio en el taller de mapeo participativo, mientras que las temperaturas altas e incendios forestales afectan en una proporción menor (Cuadros 5 y 6).

Cuadro 5. Sistemas agropecuarios priorizados y factores climáticos que más los afectan. El número indica el nivel de impacto del factor en el sistema agropecuario (donde 0 es el mínimo y 1 es el máximo nivel), calculado a partir de diferentes criterios evaluados en el taller. Resultado del taller de mapeo participativo, Cumanayagua.

Sistemas	Sequías	Ciclones tropicales	Lluvias intensas	Temperaturas altas	Vientos fuertes
Monocultivo, café	0.6				
Rotación, cultivos varios	1.0	0.8		1.0	
Rotación, cultivos varios y tabaco	0.5		1.0	1.0	
Silvopastoril, bovino	1.0		0.5	1.0	
Silvopastoril, caprino	0.5		1.0	0.5	
Extensivo, bovino	1.0	0.6		0.9	
Extensivo, ovino y caprino	0.6	0.5		0.7	
Manejo de frutales y forestales	0.5				0.6

Cuadro 6. Impactos observados y esperados del cambio climático en sistemas naturales y productivos, según la literatura consultada. La escala geográfica de los trabajos revisados se indica mediante números (ver la leyenda abajo). Se priorizaron los trabajos realizados en Cuba cuando estuvieron disponibles (Imbach *et al.* 2017).

Sistemas	Impacto observado	Fuente	Impacto esperado	Fuente
Ganado bovino	↓ Producción de leche, ↓ alimento para el ganado vacuno ↓ Tasas de concepción, ↓ el consumo de alimento	Barcia Sardiñas <i>et al.</i> (2019) ¹ Passamonti <i>et al.</i> (2021) ²	↓ Alimentos y agua disponible ↓ Condiciones de confort y salud	Álvarez <i>et al.</i> (2013a) ⁶ CITMA (2020) ⁶
Ganado ovino y caprino	↓ Calidad y cantidad de leche, ↓ salud ubre, ↓ productividad y calidad carne, ↓ producción y reproducción ↓ El consumo de alimento	Joy <i>et al.</i> (2020) ² Passamonti <i>et al.</i> (2021) ²	↑ Potencial de transmisión de parásitos	Bautista-Garfias <i>et al.</i> (2022) ²
Pastos	↓ Rendimientos potenciales de los cultivos ↓ En proteínas-forrajes menos digeribles y energía insuficiente para satisfacer las necesidades del ganado	CITMA (2020) ⁶ Passamonti <i>et al.</i> (2021) ²	↓ Producción de pastos	Lallo <i>et al.</i> (2018) ⁵
Ganadería (general)	↑ Exposición del ganado a mayores riesgos de enfermedades	Passamonti <i>et al.</i> (2021) ²		
Café			↓ Áreas adecuadas ↓ Rendimientos	Castellanos <i>et al.</i> (2022) ⁴ , Imbach <i>et al.</i> (2017), Lara-Estrada <i>et al.</i> (2021) ⁴ CEPAL y CAC/SICA (2014) ⁴
Tabaco			↓ Propiedades químicas y físicas que afectan la combustión ↑ lepidóptero <i>Heliothis virescens</i> -enfermedad de la pata prieta, ↓ valor de la cosecha, ↓ rendimientos potenciales semilla ↓ Rendimiento potencial por Δ temperatura, precipitación y erosión de suelos, ↑ plagas, ↑ marchitez, ↑ daño a la infraestructura de postcosecha (casas de curación)	CITMA (2020) ⁶ BASAL (2019) ⁶ Álvarez <i>et al.</i> (2013a) ⁶
Frutales: cítricos y mango			Desfase de la floración, afectaciones en la producción y composición por calibres de los cítricos	CITMA (2020) ⁶
Bosques de coníferas y latifoliadas	Δ Estacionalidad del rendimiento de resina	Álvarez <i>et al.</i> (2013b) ⁶	↓ Áreas de bosques recuperadas después de los incendios por aumento de termitas	Álvarez <i>et al.</i> (2013b) ⁶
Bosques costeros	Modificación de patrones fenológicos en especies arbóreas	BASAL (2019) ⁶	↓ Patrimonio forestal y de existencias de madera, Δ composición de especies de formaciones naturales, afectaciones a biodiversidad	CITMA (2020) ⁶
Bosques de montaña	Modificación de patrones fenológicos en especies arbóreas	BASAL (2019) ⁶	Pérdida de formaciones naturales, pérdida o desplazamiento altitudinal de especies endémicas	CITMA (2020) ⁶
Bosque de pino	Δ Distribución anual del rendimiento de resina de <i>Pinus caribaea</i> M. var. <i>caribaea</i> B.&G. (pino macho) ↓ Tamaño y capacidad germinativa de semillas mejoradas genéticamente de pino macho	BASAL (2019) ⁶ BASAL (2019) ⁶	Cambio de las áreas climáticas apropiadas para cada especie, afectaciones en la calidad de la semilla mejorada de pino macho	CITMA (2020) ⁶
Bosques húmedos			Δ Patrones fenológicos, ↓ logro en plantaciones, alteraciones fisiol- ógicas en árboles adultos, ↑ condiciones propicias para incendios ↓ biodiversidad, ↑ ciclos reproductivos de plagas de insectos, ↑ ries- go se muerte regresiva, ↓ superficie forestal y volumen de madera, ↑ consumo de follaje por los insectos, ↑ peligro de incendios, ↓ salud y productividad, ↑ vulnerabilidad de las plagas forestales, ↑ especies exóticas invasoras en los ecosistemas	CITMA (2020) ⁶ BASAL (2019) ⁶
Bosques (general)	Variación del patrón fenológico de las especies melíferas, alterando, de manera incontrolada, los calendarios y destinos del movimiento de las colmenas y afectando sus producciones y rendimientos	BASAL (2019) ⁶	Valor máximo de retención neta de carbono a mediados del s. XXI, para luego disminuir o invertir esta tendencia, convirtiéndose en fuentes de emisión y reduciendo sus rendimientos	BASAL (2019) ⁶

↓, ↑- tendencia a disminución o aumento en la tendencia señalada respectivamente, Δ - cambios, sin tendencia definida.

Escala geográfica de las fuentes consultadas: 1- global, 2- zonas tropicales, 3- América Latina, 4- Centroamérica, 5- Caribe, 6- Cuba, 7- Cienfuegos.

El Cuadro 7 muestra cómo influyen estos factores en los calendarios agrícolas, al afectar las fases de desarrollo de los cultivos o ganado o la implementación de las prácticas y, a su vez, al modificar el calendario de al menos tres de los ocho sistemas agrícolas más importantes. Se aprecia que las prácticas agrícolas y el desarrollo de las fases fenológicas se están retrasando hasta dos meses, respecto al calendario agrícola tradicional, como respuesta a los cambios percibidos de temperatura y precipitación.

Cuadro 7. Desarrollo de fases fenológicas y labores agrícolas de los ocho principales sistemas productivos del municipio de Cumanayagua.

Meses		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Estaciones		Invierno						Verano					
Aspectos del clima	Temperaturas altas												
	Sequía												
	Ciclones tropicales												
Monocultivo, café	Floración												
	Fertilizante												
	Fructificación												
	Cosecha												
Rotación, cultivos varios	Preparación del terreno												
	Siembra												
	Riego												
	Fertilizante												
	Plaguicida												
	Germinación-madurez-Flor-frutos												
	Cosecha												
Rotación, cultivos varios y tabaco	Preparación del terreno												
	Semillero												
	Siembra												
	Cosecha												
	Cultivos varios												
Silvopastoril, bovino	Producción de carne												
	Producción de leche												
	Pastoreo con forraje												
	Manejo pastizales												
Silvopastoril, caprino	Reproducción												
	Picos prod. leche												
	Picos prod. carne												
	Manejo pastizales												
	Pastoreo y forraje												
Extensivo, bovino	Producción de carne												
	Producción de leche												
	Ensilaje												
	Heno												
	Riego												
	Manejo estiércol												
	Corte y transporte												
Extensivo, ovino y caprino	Pastoreo												
	Producción de leche												
	Producción de carne												
	Manejo sanitario												
	Ramoneo												
Manejo forestal, frutales y forestales	Cosecha												

El rojo más claro indica cuándo se solía desarrollar esa fase o práctica y que, en el presente, ya no se desarrolla en ese periodo del año. El rojo intermedio indica que la fase o práctica se desarrollaba antes y se sigue desarrollando en ese periodo. El rojo oscuro indica que la fase o práctica se desarrolla ahora en ese periodo, pero no antes.

Capacidad adaptativa de los sistemas agropecuarios

La capacidad adaptativa es la capacidad de un sistema para hacerle frente a los impactos adversos (o aprovechar los impactos positivos, si los hubiera) (IPCC 2007). En términos prácticos, se estima la capacidad adaptativa de los sistemas agropecuarios considerando las características de las personas que trabajan en ellos y sus organizaciones para responder a los efectos del cambio climático. Estas características pueden cambiarse a corto y mediano plazo.

7.1

Factores considerados para estimar la capacidad adaptativa

Se definen los indicadores centrados en tres condiciones: satisfacción de necesidades básicas, condiciones para la innovación y capacidades para poner la innovación en práctica (Bouroncle *et al.* 2017), al asumir que las familias que basan su medio de vida en el mismo sistema agropecuario son relativamente homogéneas en sus características socioeconómicas y conocimientos (Medellín *et al.* 2016). Los 13 criterios, 18 indicadores y 56 variables usados para estimar la capacidad adaptativa se muestran en el Anexo 3, y estuvieron basados en trabajos previos (Medellín *et al.* 2016, Bouroncle *et al.* 2017, Balanza *et al.* 2019).

Para definir diferentes grupos de medios de vida, según su capacidad adaptativa, se siguieron estos pasos: 1. Análisis de correlación de Spearman, eliminándose las variables con correlación mayor a 0.9 y mayor a 0.1 que correspondieran a un mismo indicador; 2. Análisis multivariado de conglomerados (Método Ward, Distancia Euclídea), seleccionando el número de conglomerados que tuviera la mayor correlación cofenética.

7.2

Grupos de sistemas agropecuarios según su capacidad adaptativa

Según el desempeño de los indicadores de capacidad adaptativa, los sistemas priorizados del municipio se distribuyen en cuatro grupos (Cuadro 8). Los sistemas o medios de vida comparten un alto desempeño en los indicadores de vivienda (necesidades básicas) y organización para la producción (recursos para la acción) y, excepto el sistema basado en sistemas silvopastoriles con cabras, todos tienen una participación mediana o menor en cadenas de valor.

Grupo 1.

Ganadería extensiva de ovejas y cabras y cultivos varios en rotación. Estos son los medios de vida con menor capacidad adaptativa, al tener limitaciones por la satisfacción de necesidades básicas, recursos para la innovación y la acción. Dentro de este grupo, la ganadería extensiva de ovejas y cabras tiene aún menor desempeño de los indicadores de satisfacción de necesidades básicas.

Grupo 2.

Ganadería extensiva de ganado bovino. Este sistema tiene un bajo desempeño en los indicadores de equidad de todas las dimensiones de capacidad adaptativa. En las otras dimensiones tiene como aspectos positivos la disposición al cambio y de mano de obra.

Grupo 3.

Manejo forestal de especies forestales y frutales. Este sistema tiene como aspectos de menor desempeño, la disposición al cambio, el acceso a información agroclimática, el acceso a facilidades para transformación y comercio y diversificación de ingresos.

Grupo 4.

Sistemas silvopastoriles de ganado bovino y caprino, monocultivo de café y sistemas mixtos de tabaco y otros cultivos. Aunque este grupo tiene un desempeño mayor de los indicadores de capacidad adaptativa, tiene algunos niveles regulares o menores en cuanto a salud y seguridad alimentaria.

Grupo 5.

Ganadería intensiva de ganado bovino. En el municipio se explota la ganadería bovina lechera basada en la explotación intensiva de pastos y forrajes y con un programa de mejora genética. Este grupo no se incluye en este cuadro (ni en otras secciones de este documento), pues se prioriza, posteriormente, al taller de mapeo participativo y no se cuenta con información sobre sus indicadores de capacidad adaptativa.

Cuadro 8. Manejo forestal, frutales y forestales según el desempeño de indicadores de capacidad adaptativa, calculado utilizando la mediana de los valores obtenidos en el taller participativo en el municipio de Cumanayagua, donde 1 y 5 expresan el mínimo y máximo desempeño respectivamente. Los indicadores señalados con un asterisco tienen énfasis en aspectos de género, manejo forestal, frutales y forestales, mixto, tabaco y cultivos varios.

Grupo		1		2	3	4			
	Medio de vida	Extensivo, ovino y caprino	Rotación, cultivos varios	Extensivo, bovino	Manejo de frutales y forestales	Silvopastoril, bovino	Silvopastoril, caprino	Monocultivo, café	Mixto, tabaco y cultivos varios
Satisfacción de necesidades básicas	Salud y seguridad alimentaria	3	5	4	4.5	3	4.5	2	3.5
	Agua potable y saneamiento	3.5	4.5	3	4	5	5	3.5	5
	Vivienda	3.5	4	5	4	5	5	5	5
	Energía	4.5	5	4.5	4.5	5	5	5	3
	Seguridad	2	1	3	5	1	3	2	3
	Equidad*	4	5	1	4	5	4	5	5
Recursos para la innovación	Disposición al cambio	2	3	5	1	4.5	5	5	5
	Intercambio	1	1.5	3.5	5	5	5	5	3
	Asistencia técnica	5	2	2	4	4.5	5	5	5
	Información agroclimática	5	3	2.5	1.5	3	3	5	5
	Acceso a Internet	2	4	1	4	3	5	5	4
	Transporte público	3	5	2	4	5	5	5	5
	Participación mujeres-producción*	3.5	3	3	3	5	3	5	5
Recursos para la acción	Agua para la agricultura	1.5	4	1.5	4	2.5	5	5	2.5
	Fuerza laboral	4	3	5	5	4.5	5	5	4
	Organización para la producción	4	5	5	5	5	5	5	5
	Insumos agrícolas	1	1	2	2	2.5	5	4	5
	Facilidades postcosecha y comercio	1.5	1	2.5	1.5	2	5	4	5
	Créditos y seguros agrícolas	5	5	3	4	5	5	5	5
	Participación en cadenas de valor	4	3	2	2	2	3	2	2
	Diversificación de ingresos	1	1	3	1	3		4	2
	Participación mujeres-comercio*	3	1	2	3	5		5	1

Cuadro 9. Respuestas a factores climáticos implementadas en diferentes sistemas de producción. Las cifras expresan la mediana de la calificación de las medidas, donde 1 y 3 expresan el mínimo y máximo desempeño respectivamente. Se incluyen las condiciones para el escalamiento con mayor calificación (3). Resultado del taller de mapeo participativo, Cumanayagua.

7.3

Respuestas actuales a los factores climáticos

Esta sección presenta las respuestas actuales al cambio climático para reducir sus impactos en los sistemas productivos y los sistemas naturales que los sostienen. Las respuestas actuales a factores climáticos son, principalmente, incrementales, aunque el aumento de la cobertura forestal y la regulación del uso del agua en dos sistemas apuntan a soluciones más transformativas, por su escala de trabajo y la necesaria colaboración entre actores. Respuestas ausentes o poco representadas son el uso de variedades de cultivos resistentes a nuevas condiciones del clima, manejo del calendario agrícola más allá del adelanto de la cosecha como respuesta reactiva, el control sanitario y las soluciones basadas en la naturaleza, así como la información agroclimática. Sin embargo, debe considerarse que el diseño de los sistemas silvopastoriles (dos de los sistemas priorizados) incluye, por definición, aspectos que reducen el impacto de aspectos del clima o sus efectos directos. Las medidas, en general, son calificadas con un puntaje alto, excepto por los sistemas silvoagroproducidos con pastoreo y los sistemas de ganadería extensiva.

7.3.1

Prácticas agrícolas

Grupo 1.

Ganadería extensiva de ovejas y cabras y cultivos varios en rotación. Ambos sistemas comparten tecnologías para gestionar la escasez o exceso de agua como respuestas a las sequías y salinización (Cuadro 9).

Grupo 2.

Ganadería extensiva de ganado bovino. Las respuestas de la infraestructura para la protección y el desplazamiento, corresponden a medidas para el enfrentamiento de desastres, pero en un sentido favorable incluye sistemas para la gestión del agua y soluciones basadas en la naturaleza. Los grupos de medidas ausentes son el uso de razas resistentes al clima y manejo sanitario.

Grupo 3.

Manejo forestal de especies forestales y frutales. Este sistema incluye solo medidas como respuestas a emergencia, como el adelanto de la cosecha y el aprovechamiento de la madera afectada (Cuadro 9).

Grupo 4.

Sistemas silvopastoriles de ganado bovino y caprino, monocultivo de café y sistemas mixtos de tabaco y otros cultivos. Este grupo incluye varias medidas incrementales, así como respuestas a emergencias. Los grupos de medidas ausentes son el uso de variedades o razas resistentes al clima y manejo sanitario.

7.3.2

Medidas de restauración de los sistemas naturales

Las medidas propuestas para la restauración de los ecosistemas naturales del municipio se distribuyen en un gradiente según el nivel de recuperación del ecosistema que se pretende lograr y los factores de deterioro que atienden (Cuadro 10).

A partir de las definiciones propuestas por la Sociedad Ecológica para la Restauración (Gann *et al.* 2019) y el Grupo de Trabajo Científico para el Decenio de las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas (2022), este gradiente va desde actividades para reducir o eliminar daños a los ecosistemas que impiden su recuperación (remediación, por ejemplo, la recuperación de la hidrología de canales), la gestión más sostenible de los ecosistemas (rehabilitación, por ejemplo, la gestión de suelo y agua para obtener servicios ecosistémicos), y la restauración propia de la estructura y composición ecológica de ecosistemas clave (reforestación con especies nativas).

El objetivo final de estas medidas de restauración, en el contexto de este análisis, es reducir la sensibilidad de los sistemas naturales al cambio climático y mantener la provisión de servicios ecosistémicos clave para los sistemas agrícolas y pecuarios del municipio, así como otros servicios clave para las poblaciones locales.

Tipo de medida	Descripción	Aspecto/efecto del clima	G1	G2	G3	G4	Cond. escalamiento
		Sequías Ciclones tropicales Lluvias intensas Vientos fuertes Altas temperaturas Salinización	Extensivo, ovino caprino Rotación, cultivos varios	Extensivo, bovino	Manejo forestal, con frutales	Silvopastoril, bovino Silvopastoril, ovino caprino Monocultivo, café Mixto, cultivos varios y tabaco	Infraestructura e insumos Mercado Finanzas Capacidades técnicas Instituciones y organizaciones Políticas y normativas
Respuestas de emergencia	Adelanto de cosecha	X X X	2.6 ²		2.6	2.6	X X X X X X
	Podas	X X				2.6	X X X X X X
	Extracción de madera afectada	X			2.6		X X X X X X
	Regulación de sombra	X				2.6	X X X X X X
	Resiembra	X X				2.6	X X X X X X
	Traslado de animales a zonas seguras	X	2.6	2.6			X X X X
	Aseguramiento de instalaciones para resguardo de alimentos y crías	X	2.4	2.4			X X X
Variedades resistentes	Variedades resistentes a la sequía	X	2.4				X X X
Alimento y agua suplementarios	Suministro de agua	X				2.6	X X X X
	Suplementación alimentaria, forraje	X				2.2 2.6 ¹	X X X
	Ensilaje	X				2.6	X X X
Infraestructura para protección	Naves de tapado	X X				2.6	X X X X X X
	Instalación techada con tarima ³	X				2.6	X X X X X X
Tecnologías para cosecha, Almacenaje, uso transporte de agua	Cosecha de agua	X	2.4	2.4			X X X
	Embalses de primavera	X	2.4				X X X
	Almacenamiento en canal	X	2.6	2.6			X X X X X X
	Bombeo de agua	X				2.2	X X
	Riego por goteo	X	2.4				X X X X X X
Tecnologías para evitar anegamiento, erosión y lixiviación de nutrientes	Drenaje de suelos	X	2.6				X X X X X X
Agricultura conservación	Policultivos y arropo ⁴	X	2.4				X X X X X
	Conservación y mejora de suelos ⁵	X	2.6				X X X X X
Soluciones basadas en la naturaleza	Reforestación ⁶	X	2.2	2.2			X X X
	Silvopastoreo ⁷	X	2.2	2.2			X X X
	Silvoagropecuaria con pastoreo ⁸	X	1.8	1.8			X X
Regulación uso del agua	Regulación del consumo diario	X	2.4	2.4			X X X

Notas: ¹alimento cabras 50 % en establo y 50 % en pastoreo; ²principalmente de yuca, plátano y boniato junto con el desmonte de casas de cultivo y sistemas de riego (plan reducción de desastres); ³instalación techada y con piso elevado apropiada para los cascos, sin hendidias con leve pendiente para salida de orina y excremento; ⁴evitar pérdida de humedad; ⁵incorporación de materia orgánica, cobertura de suelo, zanjas de infiltración; ⁶árboles con valor nutritivo de rápido crecimiento y fácil control, cercas vivas a doble fondo; ⁷sistema rotacional alternado con árboles nutritivos; ⁸además de intercalar con árboles de alto valor nutritivo se siembran árboles frutales.

Cuadro 10. Medidas propuestas de restauración de sistemas naturales y participantes y recursos necesarios para su implementación. Resultado del taller de mapeo participativo, Cumanayagua.

Tipo de medida	Descripción de la medida	Actores						Insumos		Naturales		Humanos		Institucionales		Financieras		
		Productores	Comunidad	Servicios forestales	Empresas	Centros de investigación	Gobierno	Equipos	Insumos	Suelo fértil	Agua	Mano de obra especializada	Formación de capacidades	Leyes y normas técnicas	Integración en planificación estratégica	Cooperación internacional	Créditos	Otro tipo de financiamiento
Remediación	Uso adecuado del agua (riego por goteo, riego localizado)	X				X ¹		X ²	X ³	X	X		X	X ¹⁴		X	X	X
	Laboreo mínimo (uso de arado a poca profundidad para disminuir la intervención sobre el suelo)	X							X	X	X		X ⁹		X			
	Pastoreo rotacional para disminuir afectación sobre el suelo	X		X	X				X ⁴	X	X	X ¹⁰	X ¹¹	X ¹⁵			X	X
Rehabilitación	Prácticas de conservación del suelo (siembra a nivel, barreras vivas y muertas, corrección de vaguada, zanjas de infiltración, incorporación de materia orgánica y abono verde)	X			X	X ¹		X ⁵		X	X	X	X ¹²	X ¹⁵				X ¹⁸
	Sistemas silvopastoriles con pastoreo rotacional	X							X ⁴	X	X	X ¹⁰	X ¹¹	X ¹⁵			X	X
	Reforestación en llanuras y márgenes de la presa	X	X	X	X		X	X ⁶	X ⁷	X	X	X	X ¹³		X ¹⁶	X ¹⁷		

Notas: ¹ Estación Experimental de Barajagua, Centro Universitario Municipal (CUM), ² sistemas de riego y bombeo, equipos de análisis de agua, ³ fertilizantes, ⁴ alambre, cercas eléctricas, aislantes, herbicida, ⁵ herramientas y equipamiento especializado, ⁶ hoyadoras, ⁷ insumos para construcción de viveros y transporte, ⁸ fácil acceso, ⁹ según las condiciones de la finca (bosque, llanuras), ¹⁰ existe la capacidad técnica, ¹¹ existe la mano de obra, ¹² falta formación de técnicos del suelo, ¹³ técnicos e ingenieros, ¹⁴ la ley de suelo y del agua regula el uso del agua por cultivo, ¹⁵ existe norma técnica (normalización), ¹⁶ planes de reforestación; aunque se siembran especies que degradan los servicios ecosistémicos, ¹⁷ existe un presupuesto estatal dedicado a la reforestación, ¹⁸ Fondo Nacional del Suelo.

Vulnerabilidad de los sistemas productivos y recomendaciones para la actualización de la Estrategia de Desarrollo Económico Social Territorial

Esta sección presenta un resumen de los elementos de la vulnerabilidad de los sistemas productivos priorizados que deben ser considerados en la actualización de los elementos de adaptación al cambio climático en la EDEST.

8.1

Vulnerabilidad relativa de los sistemas productivos y niveles de medidas de adaptación

Al considerar el impacto del cambio climático, el estado de los sistemas naturales que los sostienen, la capacidad adaptativa y las condiciones habilitadoras para implementar medidas de adaptación, se distinguen dos grupos de sistemas productivos. El primer grupo (los cuatro primeros sistemas productivos en el Cuadro 11) son relativamente menos vulnerables.

Cuadro 11. Ordenamiento de los sistemas productivos según su vulnerabilidad, 3 expresa la mejor condición del factor en el junto, mientras que 1 expresa la peor condición. Los elementos críticos se marcan en rojo. Resultado de la mesa de trabajo del Curso de Gobernanza climática municipal.

Sistema productivo	Impacto cambio climático	Estado sistema natural	Capacidad adaptativa	Condiciones habilitadoras	TOTAL	Orden
Manejo de frutales y forestales	2	3	6	3	14	1
Silvopastoril, caprino	1	3	8	2	14	2
Mixto, tabaco y cultivos varios	2	3	7	1	13	3
Monocultivo, café	1	2	7	2	12	4
Silvopastoril, bovino	1	2	6	2	11	5
Rotación, cultivos varios	2	2	5	2	11	6
Extensivo, bovino	1	2	4	2	9	7
Extensivo, ovino y caprino	1	2	5	1	9	8

Para todos los sistemas productivos se priorizaron medidas de adaptación (Cuadro 12). Todas las medidas incrementales están relacionadas con las líneas E-1 Sostenibilidad productiva y E-3 Gestión del hábitat y el medio ambiente de la Estrategia de Desarrollo Municipal.

Cuadro 12. Medidas incrementales prioritarias, Cumanayagua. Resultado de la mesa de trabajo del Curso de Gobernanza climática municipal.

Sistema productivo	Tipo medida adaptación	Proyecto o actividades	Logros esperados	Actores	Sitios	Beneficiarios	Años/plazo
Rotación, cultivos varios	4	Reservorios de agua, mantenimiento fuentes de abasto	Estabilidad en el riego	Directivos del gobierno y de las empresas, productores	Áreas de producción	Productores, familias productoras, empresas	5
	5	Aplicar según los ciclos de aplicación	Calidad de los cultivos	Directivos empresas y productores	Plantaciones		
	6	Contratar servicios	Una línea base para la siembra	Centros de investigación, productores	Áreas de siembra		
	7	Solicitar servicio	Producciones de calidad	Centros de investigación, productores	Áreas de cultivos		
	11	Aplicar a convocatorias	Adquisición de recursos	Directivos y productores	Según convocatorias		
	13	Aplicar según ciclos	Cultivos sanos	Sistema de sanidad vegetal y productores	Áreas de los cultivos		
	14	Cumplir lo establecido	Cumplir con lo legislado	Directivos y productores	Áreas de los cultivos		
Silvopastoril, bovino	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 14	- Solicitar fondos para obtener recursos - Capacitar a todos los implicados - Incorporar nuevos proyectos en el municipio	- Mejora alimentación del ganado, la reproducción y la salud - Garantía sombra y bienestar del animal - Identificar y explotar reservorios de agua - Proyectos de desarrollo local - Capacitar para el manejo de los recursos	CUM, Agricultura, CITMA, Dirección de desarrollo, organismos globales de la economía, centros científicos	Áreas productivas	Productores y empresas	A corto plazo
Extensivo, bovino	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 14	Identificar y explotar reservorios de agua, comprar servicios de buena calidad, solicitar fondos para obtener recursos, cartera de proyectos de desarrollo local, capacitar a todos los actores	- Garantizar la base alimentaria, la salud y la reproducción - Gestión adecuada con todas las medidas propuestas	MINAGRI, CITMA, Dirección de Desarrollo, Productores, CUM, centros científicos, organizaciones globales	Áreas productivas donde está el ganado	Productores, empresas	A corto plazo
Extensivo, ovino caprino	1, 2, 3, 4, 8, 9, 11, 12, 14	Siembra plantas proteicas y forrajeras, identificación y explotación reservorios de agua, capacitar a los implicados	- Estabilidad alimentación, asegurar la adecuada nutrición, asegurar salud animal, adecuar el manejo	Sistema de la Agricultura, CITMA, Dirección de Desarrollo	Área de ganadería ovina caprina	Productores, empresas	A corto plazo
Silvopastoril ovino-caprino	Alimento y agua suplementaria, infraestructura para protección	Reservorios agua, mantenimiento fuentes de abasto, estudios calidad de agua, siembra alimento animal y forrajes, conservación de alimento (heno y ensilaje)	Nutrición animal garantizada durante todo el año, así como el suministro de agua	Recursos hidráulicos, CITMA, agricultura, productores y empresas	Áreas con déficit de alimento y suministro de agua	Productores	Corto plazo
Manejo forestal con frutales	Emergencia	Adquisición de insumos y tecnología con adecuados planes de manejo. Respetar la vocación de los bosques	Salvaguarda cosechas	CITMA, MINAG, Grupo Forestal, FONADEF	Áreas de intervención	Productores, empresas	Mediano plazo 5-10 años

Manejo forestal con frutales	Emergencia	Adquisición de insumos y tecnología con adecuados planes de manejo. Respetar la vocación de los bosques	Salvaguarda cosechas	CITMA, MINAG, Grupo Forestal, FONADEF	Áreas de intervención	Productores, empresas	Mediano plazo 5-10 años
Mixto, cultivos varios y tabaco	Infraestructura de protección	Líneas de crédito a diferentes formas de financiamiento	Mejora de la producción	Agricultura, bancos, Tabacuba, CITMA, productores	Área de siembra	Productores, empresas	Corto plazo
Monocultivo de café	De emergencia	Infraestructura adecuada, mejora de procesos productivos, siembra plantas de sombra, viveros, materia orgánica	Calidad de la cosecha garantizada	Agricultura, CITMA, CUM, empresa procesadora, sanidad vegetal	Área afectada	Productores, empresas	Mediano plazo

Tipo medidas de adaptación: 1. Siembra de pastos mejorados y plantas proteicas y forrajeras, 2. Suplemento alimentario, 3. Elaboración de ensilaje, 4. Suministro de agua (garantiza los diferentes consumos), 5. Uso de bioproductos, 6. Estudios bioquímicos de los suelos, 7. Garantizar semillas certificadas y registradas, 8. Sistemas silvopastoriles (implica mayor consumo de agua), 9. Cercado perimetral con postes vivos, 10. Cercas eléctricas con energía renovable, 11. Gestión de fondos internacionales y de cooperación, 12. Planes de manejo para la reproducción y salud animal, 13. Manejo integrado de plagas y 14. Cumplimiento estricto normas y procedimientos.

Cuadro 13. Medidas propuestas para sistemas productivos con mayor vulnerabilidad y posibles conflictos (C) y beneficios (B) con el uso del agua y servicios ecosistémicos, Cumanayagua. Resultado de la mesa de trabajo del Curso de Gobernanza climática municipal.

Extensivo, ovino y caprino	Rotación, cultivos varios	Extensivo, bovino	Silvopastoril, bovino	Medidas propuestas	Riego	Energía	Consumo animal	Consumo industrial	Conservación de hábitat
X		X	X	1. Siembra de pastos mejorados y plantas proteicas y forrajeras	C				B
X		X	X	2. Suplemento alimentario					
X		X	X	3. Elaboración de ensilaje					
X	X	X	X	4. Suministro de agua (garantiza los diferentes consumos)	B	B	B	B	B
X	X	X	X	5. Uso de bioproductos					B
	X			6. Estudios bioquímicos de los suelos					
	X			7. Garantizar semillas certificadas y registradas					
X		X	X	8. Sistemas silvopastoriles (implica mayor consumo de agua)	B				B
X		X	X	9. Cercado perimetral con postes vivos					
		X	X	10. Cercas eléctricas con energía renovable					
X	X	X	X	11. Gestión de fondos internacionales y de cooperación					
X		X	X	12. Planes de manejo para la reproducción y salud animal					
	X			13. Manejo integrado de plagas					B
X	X	X	X	14. Cumplimiento estricto normas y procedimientos					
				15. Reutilización del agua					

8.2

Propuestas para poner en práctica las acciones de adaptación

Como resultado de la mesa de trabajo del Curso de Gobernanza climática municipal (Anexo 2), se identificaron los siguientes retos, oportunidades y propuestas para poner en marcha las medidas de adaptación incluidas en este documento (Cuadro 14).

Cuadro 14. Identificación de brechas y oportunidades para el fortalecimiento municipal.

Temas	Retos	Oportunidades	Propuestas
Organizacionales	Integración de actores. Lograr que todos los actores cumplan con el marco legal. Implementación de la nueva estructura de gobierno	Identificación de múltiples actores Marco legal actualizado Nueva gobernanza	Lograr conexión efectiva entre todos los actores (sectores del conocimiento <i>versus</i> sectores de la producción y los servicios)
De infraestructura	Transformar la infraestructura tecnológica del municipio (obsolescencia tecnológica)	Inversión extranjera. Creación de MiPymes estatales y no estatales	Identificar fondos para la transformación tecnológica (gestionar)
Capacidades técnicas	Elevar el nivel científico de los actores. Socializar las experiencias y buenas prácticas	Existencia de una red de instituciones científicas: universidad y CUM, Entidades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ECTI). Saberes populares	Incentivar al personal capacitado para que sus saberes se pongan en función del banco de problemas del municipio en la búsqueda de soluciones
Políticas y normativas	Descentralización de competencias. Actualización de la EDESM	Existencia de una EDESM	Lograr que la EDESM sea una herramienta de trabajo para todos los actores de la sociedad
Datos e información	Gestionar información y apertura para la toma de decisiones	Contar con una Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI) Creación de un centro de información a nivel de gobierno	

Este documento es el resultado de la combinación de ejercicios participativos que involucraron participantes con conocimiento del territorio del municipio y de sus sistemas productivos, con información secundaria disponible. Es recomendable que el análisis se enriquezca periódicamente para reflejar los cambios en el territorio, además de nuevo y mayor conocimiento sobre los efectos del clima en los sistemas productivos y naturales; así como para identificar, analizar y priorizar nuevas medidas de adaptación para su consideración en la EDEST.

Bibliografía

- Abatzoglou, JT; Dobrowski, SZ; Parks, SA; Hegewisch, KC. 2018. TerraClimate, a high-resolution global dataset of monthly climate and climatic water balance from 1958–2015. *Scientific Data* 5:170191. DOI: <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.191>.
- Álvarez, A; Riverol, M; González, F; Soto, F; Castillo, JG; Contreras, Y; González, TA; Canet, R; Villalón, A; Andino, VE; Cuéllar González, AY; Barbería, MÁ; Cruz, MT; Sosa, R; Chao, R; Abeledo, C; Diéguez, FJ; García, A; Cruz, E; Díaz, Y; Rivero, R; Rodríguez, A; Carrera, F. 2013a. Agricultura (en línea). In Planos Gutiérrez, E; Rivera Vega, R; Guevara Velazco, V. *Impacto del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba*. Instituto de Meteorología, Agencia de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencia, Medio Ambiente y Tecnología. La Habana, Cuba. p. 303. Consultado 30 oct. 2023. Disponible en <http://ccc.insmet.cu/cambioclimaticoencuba/sites/default/files/resultados/IMPACTO%20DEL%20CAMBIO%20CLIMATICO.pdf>.
- Álvarez, A; Mercadet, A; Linares, E; Hechavarría, O; Montalvo, JM; Ortiz, O; Cordero, E; Ávila, M; Cruz, H; Vila, I; Caballero, L; Ajete, A; Álvarez, Y; Gómez, L; Escarré, A; Diago, I; Jiménez, F; Hernández, H; Cárdenas, VF; Hernández, A; Céspedes, M; Oramas, E; Fagundo, G. 2013b. Bosques (en línea). In Planos Gutiérrez, E; Rivera Vega, R; Guevara Velazco, V. *Impacto del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba*. Instituto de Meteorología, Agencia de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencia, Medio Ambiente y Tecnología. La Habana, Cuba. p. 263–301. Consultado 30 oct. 2023. Disponible en <http://ccc.insmet.cu/cambioclimaticoencuba/sites/default/files/resultados/IMPACTO%20DEL%20CAMBIO%20CLIMATICO.pdf>.
- Balanza, JG; Balderrama, O; Bouroncle, C; Douchamps, S; Leyte, JE; Imbach, P; Fera, CJ; Bareng, JL; Molina, L; Palao, LK. 2019. *Climate Change Vulnerability Assessment at Landscape Scale in Isabela Province, Philippines Final Report to the Department of Agriculture Bureau of Agricultural Research*. s.l., CIAT (International Center for Tropical Agriculture).
- Barcia Sardiñas, S; Fontes Leandro, M; Ramírez González, M; Viera González, EY. 2019. La sequía meteorológica 2014–2017, características e impactos en la provincia Cienfuegos. *Revista Cubana de Meteorología* 25. Consultado 31 mar. 2024. Disponible en <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/478>
- Bautista-Garfias, CR; Castañeda-Ramírez, GS; Estrada-Reyes, ZM; Soares, FE de F; Ventura-Cordero, J; González-Pech, PG; Morgan, ER; Soria-Ruiz, J; López-Guillén, G; Aguilar-Marcelino, L. 2022. A Review of the Impact of Climate Change on the Epidemiology of Gastrointestinal Nematode Infections in Small Ruminants and Wildlife in Tropical Conditions. *Pathogens* 11:148. <https://doi.org/10.3390/pathogens11020148>.
- BASAL. 2019. *Adaptación al cambio climático en el sector agropecuario cubano. Buenas prácticas y lecciones aprendidas del proyecto BASAL*. La Habana, Cuba. Consultado 31 mar. 2024. Disponible en <https://www.undp.org/es/cuba/publicaciones/adaptacion-al-cambio-climatico-en-el-sector-agropecuario-cubano-buenas-practicas-y-lecciones-aprendidas-del-proyecto-basal>.
- Berkeley Earth. 2022. Country-level warming projections [data set], Cuba (en línea). s.l., s.e. Consultado 25 oct. 2023. Disponible en <https://berkeleyearth.org/>.

- Bouroncle, C; Imbach, P; Rodríguez-Sánchez, B; Medellín, C; Martínez-Valle, A; Läderach, P. 2017. Mapping climate change adaptive capacity and vulnerability of smallholder agricultural livelihoods in Central America: ranking and descriptive approaches to support adaptation strategies. *Climatic Change* 141:123-137. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1792-0>.
- Castellanos, EJ; Lemos, MF; Astigarraga, L; Chacón, N; Cuvi, N; Huggel, C; Miranda, L; Moncassim Vale, M; Ometto, JP; Peri, PL; Postigo, JC; Ramajo, L; Roco, L; Rusticucci, M. 2022. Central and South America (en línea). In Pörtner, H-O; Roberts, DC; Tignor, M; Poloczanska, ES; Mintenbeck, K; Alegría, A; Craig, M; Langsdorf, S; Löschke, S; Möller, V; Okem, A; Rama, B (eds.). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK and New York, NY, USA, Cambridge University Press. p. 1689-1816. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009325844.014>.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza); EEPFIH (Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey). 2022. Propuesta de Proyecto “Gobernanza climática municipal y producción agroforestal sostenible de alimentos con bajas emisiones y adaptadas al cambio climático en Cienfuegos y Pinar del Río, Cuba (CIENPINOS)” para la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (Asdi). Turrialba, Costa Rica, s.e.
- CITMA (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente). 2020. Tercera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (en línea). La Habana, Cuba, AMA. 402 p. Consultado 31 mar. 2024. Disponible en <https://unfccc.int/sites/default/files/re-source/Third%20National%20Communication.%20Cuba.pdf>.
- Fedele, G; Donatti, CI; Harvey, CA; Hannah, L; Hole, DG. 2019. Transformative adaptation to climate change for sustainable social-ecological systems. *Environmental Science & Policy* 101:116-125. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.07.001>.
- Flora, CB; Emery, M; Fey, S; Bregendahl, C. 2004. Community capitals: a tool for evaluating strategic interventions and projects (en línea). s.l., North Central Regional Center for Rural Development (NCR-CRD). Consultado 31 mar. 2024. Disponible en <https://aae.wisc.edu/ced/wp-content/uploads/sites/8/2014/01/204.2-Handout-Community-Capitals.pdf>.
- Funk, CC; Peterson, PJ; Landsfeld, MF; Pedreros, DH; Verdin, JP; Rowland, JD; Romero, BE; Husak, GJ; Michaelsen, JC; Verdin, AP. 2014. A quasi-global precipitation time series for drought monitoring. <https://pubs.usgs.gov/publication/ds832>. <https://doi.org/10.3133/ds832>.
- Gann, GD; McDonald, T; Walder, B; Aronson, J; Nelson, CR; Jonson, J; Hallett, JG; Eisenberg, C; Guariguata, MR; Lui, J; Hua, F; Echeverria, C; Gonzales, E; Shaw, N; Decler, K; Dixon, KW. 2019. International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. *Restoration Ecology* 27:S1-S6. DOI: <https://doi.org/10.1111/rec.13035>.
- GIZ. 2014. El Libro de la Vulnerabilidad. Concepto y lineamientos para la evaluación estandarizada de la vulnerabilidad (en línea). Bonn, Alemania, GIZ. 175 p. Consultado 31 mar. 2024. Disponible en https://www.adaptationcommunity.net/download/va/vulnerability-guides-manuals-reports/giz_sbv_ES_SOURCE-BOOK_screen_v171019.pdf.
- Grupo de Trabajo Científico para el Decenio de las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas. 2022. Restauración de los ecosistemas basada en la ciencia para la década de 2020 y más allá. Gland, Suiza: UICN. Consultado 31 mar. 2024. Disponible en <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2021-032-Es.pdf>.

- Imbach, P; Beardsley, M; Bouroncle, C; Medellin, C; Läderach, P; Hidalgo, H; Alfaro, E; Van Etten, J; Allan, R; Hemming, D; Stone, R; Hannah, L; Donatti, Cl. 2017. Climate change, ecosystems and smallholder agriculture in Central America: an introduction to the special issue. *Climatic Change* 141:1-12. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-017-1920-5>.
- IPCC. 2007. Cambio climático 2007: impacto, adaptación y vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. Parry, ML; Canziani, OF; Palutikof, JP; van der Linden, PJ; Hanson, CE (eds.). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press. 115 p. Consultado 27 jul. 2023. Disponible en <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/02/ar4-wg2-sum-vol-sp.pdf>.
- IPCC. 2014. Anexo II: Glosario (en línea). Mach, KJ; Planton, S; von Stechow, C (eds.) In Equipo principal de redacción; Pachauri, RK; Meyer, LA (eds.). Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra, Suiza, IPCC. p. 127-141. Consultado 31 mar. 2024. Disponible en https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/03/AR5_SYR_Glossary_es.pdf.
- Joy, A; Dunshea, FR; Leury, BJ; Clarke, IJ; DiGiacomo, K; Chauhan, SS. 2020. Resilience of Small Ruminants to Climate Change and Increased Environmental Temperature: A Review. *Animals* 10(5):867. <https://doi.org/10.3390/ani10050867>.
- Lallo, CHO; Cohen, J; Rankine, D; Taylor, M; Cambell, J; Stephenson, T. 2018. Characterizing heat stress on livestock using the temperature humidity index (THI)—prospects for a warmer Caribbean. *Regional Environmental Change* 18:2329-2340. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10113-018-1359-x>.
- Lara-Estrada, L; Rasche, L; Schneider, UA. 2021. Land in Central America will become less suitable for coffee cultivation under climate change. *Regional Environmental Change* 21:88. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10113-021-01803-0>.
- Locatelli, B; Herawati, H; Brockhaus, M; Idinoba, M; Kanninen, M. 2008. Methods and tools for assessing the vulnerability of forests and people to climate change: an introduction (en línea). Bogor, Indonesia, CIFOR (Center for International Forest Research). 24 p. (Working Paper). Consultado 31 mar. 2024. DOI: <https://doi.org/10.17528/cifor/002727>.
- Medellín, C; Bouroncle, C; Fung, E; Brenes, C; Imbach, P. 2016. Mapeo de paisajes agrícolas de Nicacental y Trifinio y su capacidad adaptativa. Informe presentado al Programa Ambiental Mesoamericano (MAP Noruega). Turrialba, Costa Rica, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 33 p.
- Municipio de Cumanayagua. 2018. Estrategia de Desarrollo Económico y social municipal 2019 – 2030.
- ONEI. 2021. Anuario estadístico de Cuba 2020. La Habana: Oficina Nacional de Estadística e Información. https://www.onei.gob.cu/sites/default/files/publicaciones/2023-04/aec-2021-edicion-2022_compressed.pdfOK
- ONEI. 2021. Anuario estadístico de Cuba 2020. La Habana: Oficina Nacional de Estadística e Información. https://www.onei.gob.cu/sites/default/files/publicaciones/2023-04/aec-2021-edicion-2022_compressed.pdfOK

- Passamonti, MM, Somenzi, E; Barbato, M; Chillemi, G; Colli, L; Joost, S; Milanese, M; Negrini, R; Santini, M; Vajana, E; Lewis Williams, J; Ajmone-Marsan, P. 2021. The Quest for Genes Involved in Adaptation to Climate Change in Ruminant Livestock. *Animals* 11(10): 2833. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11102833>.
- Pérez, R; Fonseca, C; Lapinel, B; González, C; González, I; Planos, E; Cutié, V; Mitrani, I; Aguilar, G; Carnesoltas, M; Ballester, M; Limia, M; Vega, R; Vichot, A; Díaz, OO; Pérez, A; Cangas, R; Álvarez, L; Morales, A; Vigamontes, J; Pérez, M. 2013. Variaciones y cambios del clima (en línea). In Planos Gutiérrez, E; Rivera Vega, R; Guevara Velazco, V. *Impacto del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba*. Instituto de Meteorología, Agencia de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencia, Medio Ambiente y Tecnología. La Habana, Cuba. p. 43-97. Consultado 30 oct. 2023. Disponible en <http://ccc.insmet.cu/cambioclimaticoencuba/sites/default/files/re-sultados/IMPACTO%20DEL%20CAMBIO%20CLIMATICO.pdf>.
- Rickards, L; Howden, SM. 2012. Transformational adaptation: agriculture and climate change. *Crop and Pasture Science* 63:240-250. DOI: <https://doi.org/10.1071/CP11172>.
- Werners, SE; Wise, RM; Butler, JRA; Totin, E; Vincent, K. 2021. Adaptation pathways: A review of approaches and a learning framework. *Environmental Science & Policy* 116:266-275. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.11.003>.

Anexo 1.

Lista de participantes del taller “Análisis de la vulnerabilidad de la producción agropecuaria y los recursos naturales ante el cambio climático en el municipio Cumanayagua”, realizado el 13 y 14 de julio de 2023 en el hotel Rancho Luna, Cienfuegos.

N°	Participante	Institución
1	Fernando Carlos Agüero Contreras	Universidad de Cienfuegos
2	Yailen Array Arteaga	Empresa Pecuaria La Sierrita
3	Yenifer Baldoquín Chaviano	Empresa Pecuaria La Sierrita
4	Álvaro Calzada Díaz de Villegas	Universidad de Cienfuegos
5	Vladimir Castillo Rodríguez	UEB Camilo Cienfuegos
6	Lenin Corrales	CATIE
7	Carlos Curbelo Gómez	Gobierno Municipal
8	Juliana Chaves Porras	CATIE
9	Benjamin Chávez	UEB Camilo Cienfuegos
10	Odalys Dager Haber	CUM
11	Yoel Díaz Callarga	Productor independiente
12	Saddys Enríquez Ventura	MINAG
13	Celso Frómeta Milanés	CUM
14	Roberto Yasiel García Dueñas	Universidad de Cienfuegos
15	Sandalio García Velázquez	CUM
16	Aramis González Guerra	EEPFIH
17	Osiel González Hernández	EEPFIH
18	Allan Guerrero Pérez	CATIE
19	Ismael Hernández Venereo	CATIE
20	Luis Alberto Hernández Olivera	EEPFIH
21	Pablo L. Hernández	CUM
22	Yosmany Hernández Orozco	Empresa Pecuaria La Sierrita
23	Maireby Herrera Capote	CUM
24	Suniel Hidalgo Peña	EEPFIH
25	Raúl Isidró Pichs	Periodista/Comunicador
26	Jose Ernesto Izquierdo Fernández	EEPFIH
27	Jose A. León	UBPC
28	Yusbiel León Valdivias	UCM Cienfuegos
29	Dariel de León García	CEDEL
30	Eduardo Muñoz González	Productor
31	Laili Pardo Del Sol	Radio Ciudad del Mar
32	Lucy Pérez	Agricultura
33	Jorge Luis Prieto Duarte	Universidad de Cienfuegos
34	Michel Quevedo Cepero	Universidad de Cienfuegos
35	Deyanis Ramírez Sánchez	EEPFIH
36	Ernesto Rivero Serrano	ICRT
37	Maritza Rizo Alvarez	EEPFIH
38	Tania Sánchez Santana	EEPFIH
39	Ingri Suárez Hernández	CAM Cumanayagua
40	Cesar Valdez Gómez	Productor de Cumanayagua
41	Reynol Valera Morales	CITMA - Cienfuegos
42	Andrea Zamora Tremos	CATIE

Anexo 2.

Participantes en la mesa de trabajo de revisión de los resultados del análisis de vulnerabilidad del municipio de Cumanayagua, organizada en el Curso de Gobernanza climática municipal, realizado entre el 20 y 27 de mayo de 2024 en la Sede Central del CATIE, Turrialba, Costa Rica.

No.	Participantes	Institución
1	Zuleika Muñoz Díaz	Gobierno Municipal de Cumanayagua
2	Yailen Array Arteaga	CUM Cumanayagua
3	Roberto Yasiel García Dueñas	Universidad de Cienfuegos
4	Mayrel Fuentes Díaz	Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA)
5	Maritza Rizo Alvarez	Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH)

Anexo 3.

Parámetros utilizados para la caracterización de la capacidad adaptativa de medios de vida rurales.

Condiciones para la adaptación	Criterios	Indicadores
Necesidades básicas	Salud y seguridad alimentaria	Disponibilidad de alimentos Acceso a servicios de salud
	Agua potable y saneamiento	Acceso regular a agua potable Acceso a saneamiento
	Alojamiento	Materiales de las viviendas
	Energía	Acceso regular a energía en el hogar
	Seguridad	Seguridad para el desarrollo de las actividades productivas
	Equidad	Toma de decisiones sobre el hogar y el sistema productivo
Recursos para la innovación	Disposición al cambio	Disposición a cambiar prácticas ante eventos que afectan su producción
	Intercambio de recursos	Intercambio de semillas e insumos
	Asistencia técnica	Participación en eventos de capacitación y/o recepción de asistencia técnica
	Información agroclimática	Recepción y uso de información climática, de cultivos y mercado para desarrollar actividades productivas
	Infraestructura	Infraestructura productiva para diferentes medios de vida Acceso a riego
Recursos para la acción	Recursos financieros	Acceso a créditos productivos Participación en cadenas de valor Otras fuentes de ingresos (ej.: comercio, jornales)
	Organización fuerza laboral	Participación en asociaciones o cooperativas Disponibilidad de mano de obra



Solutions for Inclusive Green Development
Soluciones para el Desarrollo Verde Inclusivo

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) es un centro regional dedicado a la investigación y la enseñanza de posgrado en agricultura, manejo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Sus miembros son Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana, Venezuela y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

 Tel. + (506) 2558-2000  comunica@catie.ac.cr

 Sede Central, CATIE, Cartago, Turrialba, 30501 Costa Rica

ISBN: 978-9977-57-830-9

