



INCREMENTO DE RESILIENCIA EN COMUNIDADES RURALES VULNERABLES AL CAMBIO CLIMÁTICO, EN SIETE LOCALIDADES SELECCIONADAS DE LA REPÚBLICA DE CUBA

INCREASING RESILIENCE IN RURAL COMMUNITIES VULNERABLE TO CLIMATE CHANGE IN SEVEN SELECTED LOCATIONS IN THE REPUBLIC OF CUBA

ARMANDO SOLANO CABRERA^{1*}, PEDRO PABLO HENRY TORRIENTE¹, JUANA T. SUÁREZ SARRIÁ²,
YENISLEIDY SÁNCHEZ QUEROL³, WILLIAN SANTOS CHACÓN⁴, JORGE DÍAZ MIRABAL⁵,
YADIRA GONZALES BARROSO⁶, OSMEL FERNÁNDEZ CRUZ⁷

¹Unidad Científico Tecnológica de Base Estación Experimental Agro-Forestal Placetas, Villa Clara, Cuba.

²Unidad Científico Tecnológica de Base Estación Experimental Agro-Forestal Investigación e Innovación Tecnológica, La Habana, Cuba. E-mail: teresa@forestales.co.cu

³Unidad Científico Tecnológica de Base Estación Experimental Agro-Forestal Itabo, Cuba.

⁴Unidad Científico Tecnológica de Base Estación Experimental Agro-Forestal Guisa, Granma, Cuba.

⁵Empresa Agroforestal Matanzas, Matanzas, Cuba.

⁶Empresa Agroforestal Villa Clara, Villa Clara, Cuba.

⁷Empresa Agroforestal Las Tunas, Las Tunas, Cuba.

*Autor para correspondencia. E-mail: solano@forestales.co.cu

RESUMEN

El proyecto titulado "Incremento de resiliencia en comunidades rurales vulnerables al cambio climático, en siete localidades seleccionadas de la República de Cuba" forma parte del Programa Sectorial Agro-Forestal. Su ejecución comenzó en 2023 y está prevista su culminación para el año 2027. El proyecto se basa en tres objetivos específicos: la aplicación de técnicas silvícolas para crear bosques multifuncionales, la evaluación de los beneficios obtenidos por los productores y sus familias en las áreas de intervención, y el aumento de conocimientos sobre resiliencia al cambio climático en las comunidades rurales. Estas acciones buscan incrementar la cobertura forestal y el Índice de Boscosidad, así como mejorar la productividad de los cultivos y la calidad de vida de las comunidades. Además, facilitarán asistencia técnica, creación de capacidades y difusión de conocimientos para que los agricultores adopten prácticas productivas sostenibles. De esta manera, se reemplazarán las prácticas intensivas tradicionales de altas emisiones de carbono por alternativas que fomenten la resiliencia. Para implementar buenas prácticas de gestión agroforestal, se seleccionaron dos zonas prioritarias que abarcan tres municipios en la provincia de Las Tunas (Jobabo, Amancio y Colombia) y cuatro en las provincias de Villa Clara y Matanzas (Quemado de Güines, Corralillo, Santo Domingo y Los Arabos).

ABSTRACT

The project, entitled "Increasing Resilience in Rural Communities Vulnerable to Climate Change in Seven Selected Localities in the Republic of Cuba," is part of the Agro-Forestry Sector Program. Its implementation began in 2023 and is scheduled for completion in 2027. The project is based on three specific objectives: the application of silvicultural techniques to create multifunctional forests, the evaluation of the benefits obtained by producers and their families in the intervention areas, and the increase in knowledge about climate change resilience in rural communities. These actions seek to increase forest cover and the Forest Index, as well as improve crop productivity and the quality of life of communities. In addition, they will provide technical assistance, capacity building, and knowledge dissemination so that farmers adopt sustainable production practices. In this way, traditional intensive practices with high carbon emissions will be replaced by alternatives that promote resilience. To implement good agroforestry management practices, two priority areas were selected, encompassing three municipalities in the province of Las Tunas (Jobabo, Amancio, and Colombia) and four in the provinces of Villa Clara and Matanzas (Quemado de Güines, Corralillo, Santo Domingo, and Los Arabos). These areas were chosen for their vulnerability and potential for implementing project strategies.

Recibido: 10/7/2025

Aceptado: 01/9/2025

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Estas áreas fueron elegidas por su vulnerabilidad y potencial para aplicar las estrategias del proyecto. El proyecto se estructura en cuatro módulos principales. El primero consiste en un sistema agroforestal con *Cedrela odorata* (Cedro) intercalado con especies forestales y cultivos agrícolas, mediante cercas perimetrales vivas. El segundo módulo se enfoca en el establecimiento de bosques mediante regeneración natural asistida en áreas afectadas por *Dichrostachys cinerea* (Marabú). El tercer módulo promueve el manejo de plantaciones forestales polifuncionales en zonas invadidas por marabú, mientras que el cuarto fomenta el policultivo de frutales y cultivos agrícolas de alta demanda poblacional. Estos módulos operan bajo sistemas sostenibles y cumplen funciones clave en los escenarios donde se implementan. Su propósito es fortalecer la resiliencia de las personas, los hogares y los ecosistemas vulnerables, lo que requerirá cambios en las prácticas de agricultores, técnicos y gestores involucrados. La ejecución de este proyecto generará una experiencia innovadora en el ámbito agrícola y forestal. Sus resultados contribuirán a establecer nuevas metodologías y prácticas más sostenibles, que marcan un precedente en la adaptación al cambio climático en comunidades rurales.

Palabras clave: seguridad alimentaria, agroforestería, sequía, capacitación, biodiversidad

CONTEXTO, ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE PROYECTO

El AIP comprende dos áreas bien definidas. La primera se localiza en la región centro-norte del país e incluye dos provincias y cuatro municipios: Los Arabos, en Matanzas, y Santo Domingo, Corralillo y Quemado de Güines, en Villa Clara, con una extensión total de 281 586 ha. La segunda zona se ubica en la región oriental, que abarca tres municipios del sur de Las Tunas: Jobabo, Colombia y Amancio Rodríguez, los cuales suman 229 876 ha. En conjunto, el área geográfica total del AIP alcanza 511 462 ha.

La principal actividad económica en los siete municipios del AIP se basa en la producción agrícola y de caña de azúcar (*Saccharum* spp.), a pesar de los bajos rendimientos registrados. Además, gran parte de estas tierras presenta infestación predominante de marabú (*Dichrostachys cinerea*), lo que reduce significativamente su productividad. Esta situación limita el desarrollo económico y agropecuario en la región.

Para un país pequeño como Cuba, una de las prioridades clave es garantizar la seguridad alimentaria de su población mediante la implementación de buenas prácticas agrícolas. Estas prácticas deben enfocarse en mitigar los efectos del cambio climático y adaptar los sistemas productivos a las nuevas condiciones. El sector agrícola desempeña un papel estratégico en la economía nacional debido a su contribución al Producto Interno Bruto (PIB) y su capacidad para generar empleo.

Según el Índice de Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en América Latina y el Caribe, Cuba se clasifica como un país de "alto riesgo".

The project is structured into four main modules. The first consists of an agroforestry system with *Cedrela odorata* (Cedar) intercropped with forest species and agricultural crops, using living perimeter fences. The second module focuses on forest establishment through assisted natural regeneration in areas affected by *Dichrostachys cinerea* (Marabú). The third module promotes the management of multifunctional forest plantations in areas invaded by marabú, while the fourth encourages the polyculture of fruit trees and agricultural crops of high population demand. These modules operate under sustainable systems and fulfill key functions in the settings where they are implemented. Its purpose is to strengthen the resilience of vulnerable people, households, and ecosystems, which will require changes in the practices of farmers, technicians, and managers involved. The implementation of this project will generate innovative experience in the agricultural and forestry sectors. Its results will contribute to establishing new, more sustainable methodologies and practices, setting a precedent for climate change adaptation in rural communities.

Keywords: food security, agroforestry, drought, training, biodiversity

Los estudios realizados en el marco de la Segunda Comunicación Nacional a la CMNUCC (Centella et al., 2015) confirman cambios climáticos significativos, como el aumento de las temperaturas, la irregularidad en las temporadas de lluvias y la mayor frecuencia de sequías prolongadas. También se ha observado un incremento en la intensidad de los ciclones tropicales, así como inundaciones costeras moderadas y severas (Pérez et al., 2009).

Los cambios en los patrones de precipitación, junto con la reducción generalizada de lluvias y el aumento de la evaporación debido a las temperaturas más altas, han exacerbado la incidencia de sequías. Estos fenómenos afectarán negativamente la producción agrícola, especialmente en cultivos básicos, lo que comprometerá los medios de vida de las familias dependientes de la agricultura. A largo plazo, esta situación amenazarará la disponibilidad de alimentos y, por ende, la seguridad alimentaria del país.

El Gobierno de Cuba ha analizado la tendencia creciente de vulnerabilidad ante el cambio climático, con base en registros históricos y modelos climáticos, y concluyó que todo el archipiélago enfrenta riesgos significativos. En 2017, el Consejo de Ministros aprobó el plan "Tarea Vida", que establece cinco Acciones Estratégicas y once Tareas inmediatas para enfrentar este desafío. Este plan prioriza 73 de los 168 municipios cubanos, de los cuales siete fueron seleccionados como zona de intervención del presente proyecto. La alineación del proyecto con las estrategias gubernamentales refuerza su relevancia para mitigar los efectos adversos del cambio climático en la agricultura.

Los territorios donde se implementará el proyecto (AIP) han enfrentado durante los últimos tres años los períodos de sequía más intensos y prolongados de los últimos 115 años. Esta situación ha provocado un aumento en la proliferación de enfermedades en la población,

así como una reducción significativa en la productividad de los cultivos y la producción ganadera. Además, se ha registrado la muerte de miles de cabezas de ganado como consecuencia directa de estas condiciones climáticas extremas (IPCC, 2014).

La población vulnerable a la sequía en estas zonas asciende a un total de 237,014 habitantes, distribuidos en 79,005 hogares en situación de riesgo (FAO, 2011). Este dato refleja la magnitud del impacto socioeconómico que las sequías prolongadas tienen en las comunidades afectadas. La falta de acceso a recursos hídricos suficientes agrava aún más las condiciones de vida de estas poblaciones.

Según la Segunda Comunicación Nacional Cubana a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (Álvarez, 2010), un estudio realizado en 29 cultivos reveló que el 65% de ellos están afectados por diversos factores adversos. Como resultado, el rendimiento potencial de estos cultivos es inferior al 50%, lo que compromete la seguridad alimentaria de la región. Además, se proyecta que la productividad primaria neta disminuirá debido al acortamiento progresivo de las fases fenológicas de los cultivos.

Las áreas agrícolas enfrentarán una reducción significativa como consecuencia de la erosión del suelo y la salinización. A esto se suma la disminución en la cantidad y calidad de los volúmenes de agua disponibles, así como el deterioro de los ecosistemas de manglar. Estos factores, en conjunto, acelerarán el éxodo rural hacia las zonas urbanas, lo que genera presiones adicionales sobre las infraestructuras y servicios en dichas áreas (Álvarez & Mercadet, 2011).

Los escenarios climáticos constituyen la herramienta básica para evaluar el comportamiento del clima en una localidad específica, por lo que su aplicación es estrictamente local. Por esta razón, los escenarios nacionales no necesariamente coinciden con los de los municipios incluidos en el proyecto. Es fundamental desarrollar escenarios particulares para cada municipio, ya que esto permitirá identificar los cambios climáticos específicos que deberán enfrentarse. Con esta información, se podrá determinar si las medidas de adaptación propuestas por el proyecto internacional se alinean con las necesidades reales de cada territorio.

El aumento de la resiliencia en hogares, comunidades y ecosistemas solo puede alcanzarse mediante la reducción de las vulnerabilidades sociales, económicas y ambientales. La implementación de sistemas sostenibles en las actividades agrícolas y forestales representa una contribución clave para lograr este objetivo. Bajo los principios de Adaptación basados en Ecosistemas (EbA), se promueve el desarrollo de sistemas agroforestales resilientes que integren prácticas agrícolas, ganaderas y forestales.

Estos sistemas incorporan medidas de adaptación y mitigación ante el cambio climático, las cuales se establecerán en el marco del AIP. Entre sus características principales destacan su aplicación en comunidades rurales con graves limitaciones socioeconómicas y baja productividad agrícola. Esta situación se debe, en gran medida, a la escasez de agua, fenómenos meteorológicos extremos como huracanes e incendios forestales, entre otros factores.

La cobertura boscosa en estas zonas es reducida, un problema que se agrava por el aumento de las temperaturas y las sequías recurrentes. Además, algunos asentamientos han desaparecido debido a la baja productividad de los suelos, la mala infraestructura vial y la alta infestación de marabú en las áreas de cultivo. Otra tendencia preocupante es la predominancia de monocultivos en zonas reforestadas con fines comerciales, lo que limita la diversidad ecológica.

En la silvicultura cubana, la aplicación de los principios de adaptación basados en ecosistemas ha sido limitada. En los últimos años, se ha observado una disminución en las tasas de reforestación a nivel nacional, lo que exacerba los problemas ambientales. A esto se suma el desconocimiento técnico entre los trabajadores de viveros y silvicultura, que dificulta la implementación de prácticas sostenibles.

Los suelos en estas regiones presentan una productividad agrícola muy baja, con factores limitantes como poca profundidad efectiva, alta pedregosidad y bajo contenido de materia orgánica. Estas condiciones restringen severamente la capacidad de producción de alimentos en las comunidades rurales. Además, la escasa diversidad de actividades productivas y de generación de ingresos profundiza la vulnerabilidad económica de estas poblaciones.

PROBLEMAS A RESOLVER

Existen comunidades rurales con baja resiliencia al cambio climático, lo cual se debe a múltiples factores. Entre estos destacan la presencia de suelos de muy baja productividad agrícola, una cobertura boscosa reducida y un alto índice de infestación por marabú. Además, se observa una disminución en la tasa de reforestación, así como un desconocimiento técnico en la fuerza de trabajo local.

Otro problema relevante es el bajo nivel de producción de alimentos en las Áreas de Intervención del Proyecto (AIP). La población rural de estas zonas carece de suficiente conocimiento sobre los beneficios de aplicar buenas prácticas agrícolas. Tampoco comprenden plenamente la importancia de estas prácticas para enfrentar los efectos del cambio climático.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

General

Incrementar la resiliencia al cambio climático en comunidades rurales vulnerables de siete localidades seleccionadas de la República de Cuba.

Específicos

1. Determinar las técnicas silvícolas para la creación de bosques multifuncionales.
2. Evaluar el potencial de beneficios a alcanzar por los productores y sus familias en las AIP.
3. Desarrollar conocimientos sobre resiliencia al Cambio climático en las comunidades rurales.
4. Definir si las acciones de adaptación propuestas son las adecuadas para cada municipio.

IMPACTOS

Impacto científico

La implementación del proyecto demostrará el incremento, la adaptación y la elevación de conocimientos en la conservación de recursos naturales, como bosques, suelos y aguas. Además, fomentará la resiliencia ante el cambio climático mediante prácticas validadas y metodologías innovadoras. Entre las salidas del proyecto se incluyen informes técnicos por cada resultado y objetivo específico, así como un informe final y publicaciones científicas.

Los resultados científicos y productivos abarcarán la validación de nuevas prácticas para la rehabilitación de paisajes y la optimización de módulos de adaptación. Asimismo, se protegerán los resultados a través del CENDA y se implementarán acciones complementarias de adaptación para cada municipio.

Impacto económico

Actualmente, las AIP están cubiertas por marabú o presentan un estado extremo de degradación. Con el establecimiento de los módulos propuestos, se prevé la obtención de sistemas agroforestales con *Cedrela odorata* (cedro) intercalado con otras especies forestales y cultivos agrícolas, cercas perimetrales vivas (CEDPLA) y 1,754 ha de plantaciones forestales. Estas plantaciones incluirán especies como cedro, bijáguara, baria y yarúa, asociadas con cultivos de plátanos y bananos.

El proyecto también establecerá 3,094.7 ha de bosques mediante regeneración natural asistida en áreas afectadas por marabú (MARREG) y manejará 8,166.52 ha de plantaciones forestales polifuncionales en zonas invadidas (MARFOM). Además, se fomentarán 2,529.36 ha de policultivos de frutales y cultivos agrícolas de alta demanda poblacional (FRUAGR).

Impacto en la tecnología

El uso del software QGIS Desktop versión 3.22 permitirá la clasificación, el mapeo y la cartografía de áreas con información georreferenciada. Esta herramienta facilitará la identificación de etapas fenológicas, el monitoreo del riego y la predicción de rendimientos, con base en imágenes satelitales, fotogrametría aérea y mapas digitales multicapa.

Estas capas incluyen datos sobre tipo de suelo, humedad, distribución de nutrientes, topografía y cobertura vegetal, adaptados a las necesidades de las bases productivas en las AIP.

Los agricultores accederán a herramientas agrícolas mejoradas y tecnologías mecanizadas, lo que les permitirá transitar de una agricultura de subsistencia a una agricultura de mercado resistente al clima. La aplicación de estas tecnologías no solo aumentará la producción y mejorará la seguridad alimentaria, sino que también hará más atractivo el sector agrícola para la juventud rural.

Impacto social

Los resultados del proyecto mejorarán la calidad de vida de las familias al generar empleos estables y mejor remunerados, así como diversificar las actividades productivas. La implementación de los módulos promoverá conocimientos sobre métodos sostenibles para el uso y manejo de la tierra en escenarios afectados por el cambio climático. Además, se fomentará la socialización de buenas prácticas agroecológicas y la participación en intercambios de experiencias entre productores.

El proyecto incluye la formación de recursos humanos en todos los niveles, desde obreros hasta especialistas e investigadores. Como resultado, se espera sensibilizar a 2,800 obreros, técnicos y especialistas sobre medidas de mitigación ante el cambio climático. También se incorporará un 15% de mujeres y un 20% de jóvenes a las producciones agrícolas y forestales, mientras que un 20% de jóvenes, 75% de hombres y 25% de mujeres recibirán capacitación en temas clave.

Las mujeres contarán con mejores condiciones laborales adaptadas a sus necesidades, lo que les permitirá obtener mayores ingresos y mejorar su independencia económica. La expansión de estos sistemas generará empleos más estables y mejor remunerados, lo que beneficiará a las familias y elevará su calidad de vida en general.

Impacto medioambiental

La conversión de marabuzales en bosques mediante regeneración natural asistida ofrece múltiples ventajas para los ecosistemas y las comunidades. Estas transformaciones en la cubierta vegetal pueden influir significativamente en la disponibilidad de agua, ya que los ecosistemas forestales proporcionan servicios hidrológicos más efectivos que los marabuzales.

El proyecto incluye la protección de cuerpos de agua mediante cinturones forestales hidrológicos, especialmente en áreas donde faltan bosques de galería, una medida respaldada por la Ley Forestal (Ley 85). Las cuencas de Sagua la Grande, río Cañas y río Jobabo se beneficiarán de estas acciones, ya que, como señaló López (1988), la cubierta forestal reduce la erosión y la sedimentación en los embalses.

Las plantaciones polifuncionales están diseñadas para ofrecer diversos servicios ecosistémicos, como la ruptura de capas impermeables y el aumento de la infiltración del agua de lluvia. Esto podría triplicar las tasas de infiltración en comparación con los usos actuales, que alcanzan más del 90% y aumentan las reservas de agua subterránea en más de 4,000 m³ ha⁻¹ año⁻¹.

RIESGOS

La ejecución de las actividades directas en campo enfrenta dificultades debido a la falta de transporte y combustible. Estos aspectos se ajustarán anualmente por la Unidad de Ciencia y Técnica de Base (UCTB) del INAF. Además, se considerarán las posibles variaciones en los recursos disponibles.

Otro desafío lo representan los fenómenos naturales extremos, como incendios forestales, desastres naturales y eventos meteorológicos en las áreas de evaluación. Estas situaciones se manejarán mediante los ajustes establecidos en la Estrategia de Adaptación al Fuego (EAF). La planificación incluirá medidas preventivas y respuestas oportunas ante estos eventos.

METODOLOGÍAS. TECNOLOGÍAS, NORMAS Y MÉTODOS

El proyecto se ha estructurado en cuatro objetivos específicos, cada uno asociado a un resultado y sus respectivas actividades. Esta organización facilita la ejecución y el seguimiento de las acciones planificadas. La responsabilidad institucional recae en el Instituto de Investigaciones Agroforestal (INAF) y su red de estaciones, en particular las UCTB de Investigación e Innovación Tecnológica, Itabo, Placetas y Guisa.

Los trabajos se realizarán en colaboración con las Empresas Agroforestales de Matanzas, Villa Clara y Las Tunas, adscritas al Grupo Agroforestal (GAF). También participarán la Dirección Nacional Forestal, 37 Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC), 22 Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA) y 59 Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS). Esta interacción garantiza la aplicación práctica de los resultados y la transferencia de conocimientos.

Objetivo 1: Aplicar técnicas silvícolas para la creación de bosques multifuncionales

La metodología se basa en un sistema agroforestal modular que integra *Cedrela odorata* (Cedro) con otras especies forestales y un cultivo agrícola, complementado con cercas perimetrales vivas (CEDPLA). Este enfoque promueve la sostenibilidad mediante la combinación de actividades agrícolas y forestales en un sistema integrado.

Las especies seleccionadas, como *Caesalpinea violacea* (yarúa), *Cordia gerascanthus* (baría prieta) y *Colubrina ferruginosa* (bijáguara), presentan resistencia a la sequía y raíces profundas que mejoran la infiltración del agua.

El módulo incluye el cultivo semipermanente de plátano (*Musa spp.*), lo que genera beneficios económicos, sociales y ambientales. Para optimizar el riego, se implementarán sistemas de goteo alimentados por energía solar y pequeños depósitos de agua. Estos reservorios almacenarán agua durante la época lluviosa para su uso en la estación seca.

Los costos operacionales se recuperarán mediante los incrementos en la producción agrícola y el Incremento Medio Anual (IMA) de las especies forestales, especialmente el Cedro. Esta especie tiene alta demanda en la industria tabacalera, de muebles y carpintería fina, lo que asegura su valor económico.

Actividades complementarias

Se elaborará una metodología para el diagnóstico de las áreas de intervención del proyecto, la cual guiará su ejecución. Además, se organizarán seminarios para la implementación del módulo y se desarrollará un Programa de semillas forestales y frutales. Este programa incluirá capacitación en el manejo de semillas y técnicas de propagación.

El calendario de actividades detallará acciones como el manejo de semillas forestales, establecimiento de viveros, plantaciones y atenciones silvícolas. También se incorporarán medidas de protección forestal, manejo integrado de plagas y enfermedades, y establecimiento de cortinas rompevientos. La creación de áreas demostrativas permitirá monitorear la efectividad de los módulos implementados.

Establecimiento de bosques a través de la regeneración natural asistida en las áreas afectadas de Marabú (MARREG)

La implementación de esta tecnología para la reconversión de marabuzales en bosques mediante regeneración natural asistida constituye una técnica innovadora con alto potencial de escalamiento nacional. Su aplicación inicia con un inventario del área, el cual evalúa las especies presentes, su densidad y el estado de regeneración natural, entre otros indicadores clave. Estos datos determinan las especies idóneas para la plantación y definen las estrategias de manejo posterior.

La técnica prioriza la producción de plántulas de especies arbóreas promisorias identificadas en el área. Las semillas se recolectan de árboles con fenotipos superiores, seleccionados en zonas aledañas, áreas protegidas o rodales semilleros cercanos. Para garantizar la calidad del material vegetal a un costo reducido, se emplean tecnologías de tubetes que optimizan el proceso de germinación.

El calendario de actividades del módulo incluye acciones secuenciales como el inventario o evaluación del área, la contratación o aviveramiento de posturas, y la preparación del sitio. Además, se planifican etapas de plantación, mantenimiento, protección contra incendios, limpia, aclareos y raleos. También se incorpora el uso de productos forestales no madereros (PFNM) y la creación de áreas demostrativas para monitorear la implementación de los módulos.

Establecimiento y manejo de plantaciones forestales polifuncionales en zonas invadidas por marabú (MARFOM)

Esta tecnología establece que el área máxima a despejar para la plantación (bloque) no debe superar las 60 hectáreas, alternándose con áreas sin intervención. Cada bloque de 60 ha se divide en seis rodales inespecíficos, con un tamaño mínimo de una hectárea y un máximo de 10 ha. Tras el establecimiento de la plantación, que usualmente demora dos o tres años, las zonas adyacentes cubiertas por marabú se limpian y se incorporan al sistema.

El diseño del módulo es flexible y adaptable a características geográficas específicas, como canales, corrientes fluviales u otros accidentes. Los bloques se delimitan mediante cortafuegos interiores, caminos magistrales y fajas verdes. Estos bosques polifuncionales combinan especies forestales con predominio de nativas sobre exóticas, lo que garantiza servicios ecosistémicos relevantes para las comunidades locales y la población en general.

El calendario de actividades detalla acciones como la contratación o aviveramiento de posturas, la preparación del sitio y la plantación. También incluye la reposición de fallas, mantenimientos periódicos, medidas de protección contra incendios, limpia, aclareos y raleos. Paralelamente, se crearán áreas demostrativas para facilitar el monitoreo de la implementación de los módulos.

Fomentar policultivo de frutales y cultivos agrícolas de alta demanda poblacional (FRUAGR)

El sistema propuesto se fundamenta en prácticas agroecológicas como el policultivo, la rotación de cultivos y la producción de abonos orgánicos. Además, incorpora el control biológico de plagas y la agricultura de conservación para incrementar la resiliencia del sistema. Estas técnicas contribuyen a mantener y mejorar la fertilidad del suelo, reducir la incidencia de plagas y enfermedades, y adaptarse al cambio climático, al mismo tiempo que promueven la seguridad alimentaria y nutricional.

Para la implementación del módulo, se promoverá el uso de riego por goteo, el cual funcionará con bombas operadas por energía solar. Asimismo, se construirán pequeños depósitos para almacenar agua durante la época lluviosa y utilizarla en los períodos de menor precipitación. Estas medidas garantizarán un suministro constante de agua para los cultivos.

Se establecerá un calendario de actividades detallado para la ejecución del módulo. Entre las acciones planificadas se incluyen la limpieza y acondicionamiento del terreno, la subsolación, la contratación o aviveramiento de posturas, y la preparación del sitio. También se contempla el montaje del sistema de riego, el cercado y establecimiento de cercas vivas, así como la plantación de frutales y la siembra de cultivos diversificados.

Otras actividades relevantes son la fertilización de árboles frutales y cultivos, las atenciones culturales, el control de plagas y saneamiento, y las cosechas tanto de cultivos como de frutas. Adicionalmente, se crearán áreas demostrativas para facilitar el monitoreo de la implementación de los módulos. Como medida complementaria, se propone el establecimiento de cortinas rompevientos para proteger los policultivos.

Objetivo 2: Evaluar el potencial de beneficios a alcanzar por los productores y sus familias en las AIP

Para evaluar los beneficios potenciales que el proyecto aportará a los productores y sus familias, se seguirá una metodología estructurada. En primer lugar, se realizará un diagnóstico detallado de la situación económica actual de cada predio intervenido, el cual servirá como base para las proyecciones de desarrollo. Posteriormente, se recopilará información sobre los volúmenes de producción del año base y se estimará la producción a largo plazo (20 años).

Además, se recabarán datos sobre los gastos corrientes incurridos durante el año base para alcanzar los niveles de producción informados. Se analizarán los precios actuales y futuros de los productos, según el diseño del proyecto. Con esta información, se calculará el valor de la producción proyectada, los gastos corrientes anuales en función de los niveles de actividad esperados y la inversión requerida.

Para proyectar los volúmenes de producción, se emplearán métodos de extrapolación de tendencias y criterios de expertos. Los volúmenes estimados se valorarán a precios actuales. El análisis financiero se realizará mediante el algoritmo de Flujo de Caja, que determinará el período de recuperación de la inversión, el Valor Actualizado Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Finalmente, se llevarán a cabo diagnósticos para obtener información de línea base por módulos y áreas de intervención en los territorios del proyecto. Estos diagnósticos se implementarán mediante estudios de caso independientes para cada módulo.

Objetivo 3: Desarrollar conocimientos sobre resiliencia al Cambio Climático en las comunidades rurales

Para capacitar a los 1,800 agricultores, se contará con el apoyo de productores, extensionistas, especialistas y otros expertos. Las actividades se basarán en metodologías como las Escuelas de Campo, parcelas demostrativas, sistemas integrales de capacitación y visitas dirigidas a la base productiva. Este enfoque garantizará una transferencia efectiva de conocimientos.

Para cumplir con este objetivo, es necesario identificar las necesidades específicas de capacitación en las Áreas de Interés Productivo (AIP). Posteriormente, se elaborará e implementará un programa de capacitación adaptado a las condiciones locales. Este programa deberá abarcar todas las bases productivas involucradas en el proyecto.

El programa se ejecutará mediante talleres, seminarios, charlas en campo e intercambios de experiencias. Se incluirá activamente a los actores locales, con especial énfasis en la transversalización del enfoque de género. Además, se fomentará la participación de los jóvenes en las actividades productivas y comunitarias.

Las capacitaciones permitirán implementar acciones clave como el manejo de semillas forestales y frutales, el establecimiento de viveros y la regeneración natural asistida. También se abordarán técnicas silviculturales, medidas de protección forestal y el manejo integrado de plagas. Por último, se crearán áreas demostrativas para monitorear la efectividad de los módulos implementados.

Objetivo 4: Definir las acciones de adaptación propuestas para cada municipio

Metodología propuesta:

1. Se identificarán los impactos climáticos esperados en los municipios, centrándose en el componente forestal de cada módulo. Para ello, se evaluarán las proyecciones futuras de temperatura (máxima y mínima) y precipitación (periodos lluviosos y secos). Estos análisis permitirán determinar los riesgos climáticos para tres horizontes temporales: 2030, 2050 y 2075.
2. El Instituto de Meteorología (INSMET) proporcionará los datos climáticos, basados en el escenario más crítico (RCP 8.5) según Moss et al. (2008). Este escenario se seleccionó por su alta irradiación y resolución espacial (25 x 25 km). Los datos serán fundamentales para las evaluaciones de impacto en los municipios seleccionados.
3. La serie de referencia climática se establecerá con los datos de temperatura y precipitación media anual del periodo 1991-2010. Esta línea base facilitará la comparación con las proyecciones futuras.
4. La información sobre el patrimonio forestal y su composición se obtendrá de los informes de Dinámica Forestal de la Dirección Forestal, Flora y Fauna Silvestres del MINAG. Se utilizarán mapas de cobertura forestal a escala 1:100 000 por provincias y municipios. Los datos sobre biomasa extraída para usos directos e industriales provendrán de la Dirección de Industria del OSDE Grupo Empresarial Agroforestal.
5. Las acciones de adaptación se formularán con base en los resultados de la evaluación de impactos. Estas medidas buscarán reducir la magnitud o retrasar los efectos previstos en los recursos forestales. Además, se especificarán los requisitos necesarios para su implementación efectiva.

EXPERIENCIA DEL JEFE DEL PROYECTO RELACIONADA CON EL OBJETIVO PRINCIPAL DEL PROYECTO

El investigador auxiliar, MSc., cuenta con 35 años de experiencia laboral en el Ministerio de la Agricultura, de los cuales 21 corresponden al ámbito investigativo en la especialidad de Silvicultura. Sus investigaciones se han centrado en proyectos como el estudio sobre el establecimiento y desarrollo del Ratán en Cuba, así como el fortalecimiento del sistema de capacitación y extensionismo con perspectiva de género en el sector forestal de Villa Clara, donde ejerció como jefe de proyecto. Además, ha dirigido y coordinado actividades de investigación en iniciativas como el manejo de *Hypsipila grandella* mediante métodos silvícolas, biológicos y de resistencia genética.

Entre otros proyectos bajo su supervisión destacan la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático en el Sector Forestal, el PAP sobre Cambio Climático en Cuba (impactos, mitigación y adaptación), y la evaluación de las potencialidades de especies forestales para la gestión de bienes y servicios ecosistémicos en el PNAP. También ha participado en el análisis de componentes de la diversidad biológica empleados en la medicina natural y tradicional, enmarcado en el Programa Nacional del MINSAP sobre determinantes de salud y prevención de enfermedades en grupos vulnerables.

Adicionalmente, ha liderado la implementación de modelos agroforestales con enfoque de género y estrategias de adaptación al cambio climático en comunidades rurales de Placetas, así como proyectos para mejorar la calidad de vida en el Bosque Modelo Sabanas de Manacas. Su trabajo incluye el monitoreo de recursos genéticos forestales, café y cacao, junto con la propagación masiva de especies como *Pinus caribaea* var. *caribaea*, *Swietenia* sp. y *Cedrela odorata* L. mediante herramientas biotecnológicas.

Como miembro permanente del Consejo Científico del Instituto de Investigaciones Agroforestales, ha contribuido a la formación de especialistas dentro y fuera de la entidad. Sus resultados están registrados en patentes, introducciones científicas o aplicaciones directas en la producción.

RECURSOS MATERIALES E INFRAESTRUCTURA DISPONIBLES Y/O REQUERIDAS POR LAS ENTIDADES PARTICIPANTES PARA EJECUTAR EL PROYECTO

El proyecto cuenta con financiamiento internacional donado por la FAO al Sector Agroforestal de Cuba, lo que garantiza los recursos materiales necesarios para su ejecución. Entre estos recursos se incluyen transporte, combustible, sistemas de riego, equipamiento agrícola, viveros tecnificados e instrumentos de medición. Además, se dispone del personal científico y la infraestructura de las UCTB de Investigación e Innovación Tecnológica en Placetas, Itabo y Guisa, todas pertenecientes al INAF.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, A. (2010). Riesgo que enfrentan las formaciones de montaña por los efectos del cambio climático: El Bosque nublado y el Bosque fresco. Suproyecto.
- Álvarez, A., & Mercadet, A. (2011). El sector forestal cubano y el cambio climático. Instituto Investigaciones Agro-Forestales.
- Centella, A., Llanes, J., & Paz, L. (2015). Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Ed. Grupo Nacional de Cambio Climático (p. 228). Instituto de Meteorología.
- FAO. (2011). Agricultura climáticamente inteligente. Políticas, prácticas y financiación para la seguridad alimentaria, adaptación y mitigación. FAO Rome.
- IPCC. (2014). Impactos, adaptación y vulnerabilidad (p. 176) [Contribución del grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático]. Organización Meteorológica Mundial. https://comunicacambioclimatico.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/03/quinto-informe-ipcc-grupo-2_tcm7-356437.pdf
- Moss, R. H., Babiker, M., Brinkman, S., Calvo, E., Carter, T., Edmonds, J. A., Elgizouli, I., Emori, S., Lin, E., & Hibbard, K. (2008). Towards new scenarios for analysis of emissions, climate change, impacts, and response strategies (p. 132). Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/949784>
- Pérez, R., Fonseca, C., Lapinel, B., González, C., Planos, E., Cutié, V., Ballester, M., & Vega, R. R. (2009). Segunda evaluación de las variaciones y tendencias del clima en Cuba (p. 75) [Informe científico]. Instituto de Meteorología.