

**MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR**  
**UNIVERSIDAD DE GUANTÁNAMO**  
**FACULTAD AGROFORESTAL**

***MAESTRIA: DESARROLLO AGRARIO SOSTENIBLE***

**Mención: Manejo Agroecológico en Ecosistema Frágiles**

**IMPACTOS DEL MANEJO SOSTENIBLE DE TIERRA EN EL POLÍGONO  
DEMOSTRATIVO DE LA PROVINCIA DE GUANTÁNAMO**

**Tesis en opción al título académico de Máster en Ciencias.**

**Mercedes Orphee Montoya**

**Guantánamo**

**2020**



Universidad de  
Guantánamo

MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
UNIVERSIDAD DE GUANTÁNAMO  
FACULTAD AGROFORESTAL

***MAESTRÍA EN DESARROLLO AGRARIO SOSTENIBLE***

**Mención: Manejo Agroecológico en Ecosistema Frágiles**

**IMPACTOS DEL MANEJO SOSTENIBLE DE TIERRA EN EL POLÍGONO  
DEMOSTRATIVO DE LA PROVINCIA DE GUANTÁNAMO.**

**Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Ciencias.**

**Autora:** Ing<sup>a</sup>. Mercedes Orphee Montoya

**Tutores:** Dr C. Enio Utria Borges.

M Sc. Teudys Limeres Jiménez.

**Guantánamo**

**2020**

## **AGRADECIMIENTOS**

Con mucho amor agradezco a todas aquellas personas que de una forma u otra me brindaron sus manos en los momentos difíciles.

- Al colectivo de profesores por su ayuda y esfuerzo.
- A mis tutores Dr. C Enio Utria Borges y M Sc Teudys Limeres Jiménez.
- A mi madre (Juana Montoya), por ser ejemplo de honradez, a mi hermana (Susana Orphee), a mi hijo (Danel Calderón Orphee) a mi sobrina (Arisleibis), a mi esposo (Geovanis) y demás familiares.
- A mis compañeros de aula y de trabajo por su apoyo incondicional.
- A todos mis amigos.

A todos muchas gracias

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todos aquellos que de una forma u otra contribuyeron al desarrollo exitoso de este trabajo, en especial a mi querida madre, a mi hijo, a mi sobrina, a mi hermana, quienes son mi razón de ser.

- A la Revolución, que nos ha brindado la posibilidad de educarnos bajo sus principios. Bajo los principios de la igualdad, solidaridad, hermandad con los pueblos del mundo.
- A nuestro Comandante en jefe Fidel Castro Ruz, que de modo convincente guió al país por la senda de la historia y el futuro.
- A mis compañeros que me estrecharon sus manos atentamente hasta en las circunstancias más difíciles.
- A mis amigos por haberme prestado toda la ayuda necesaria (todos mis compañeros de oficina y otros que de una forma me prestaron colaboración).

## INDICE

INDICE	CONTENIDOS	Pág.
I	INTRODUCCIÓN	1
II	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	7
2.1.	Práctica para la gestión local de los recursos naturales en la Agricultura.	7
2.2.	Manejo Sostenible de Tierras (MST)	8
2.2.1.	Principios para la aplicación del MST.	9
2.3.	Barreras que se oponen al MST.	10
2.4.	Indicadores de impactos del MST	11
2.5.	El manejo sostenible de tierra en América Latina y el Caribe	12
2.6.	Ventajas y desventajas del MST conocidas de su empleo en otras naciones:	17
2.7.	Uso en el mundo del financiamiento externo para el desarrollo del MST.	18
2.8.	Aportes de organismos financieros internacionales al medio ambiente.	18
2.9.	Los cinco proyectos que se incluyen dentro del programa MST.	20
2.10.	Desafíos al Manejo Sostenible de la Tierra:	22
2.11.	Impactos del MST.	24
2.11.1.	Importancia de la evaluación de impactos del MST:	24
2.11.2.	Importancia de la evaluación de los indicadores de impactos económicos del MST:	25
2.11.3.	Importancia de la evaluación de los indicadores de impactos sociales del MST.	26
2.11.4.	Importancia de la evaluación de los indicadores de impactos tecnológicos del MST:	26
2.11.5.	Importancia de la evaluación de los indicadores de impactos ambientales del MST	27
2.12.	Generalidades sobre los abonos orgánicos.	28
2.12.1.	Beneficios que aportan los abonos orgánicos.	29
2.12.2.	Efecto de la aplicación de material orgánico y bioestimuladores en la agricultura.	29

<b>2.13.</b>	Los polígonos de suelo.	30
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	33
<b>3.1.</b>	Aspectos generales.	33
<b>3.2.</b>	Caracterización edafoclimática del área de estudio.	33
<b>3.3.</b>	Evaluación del impacto de la implementación del Manejo Sostenible de Tierra en cuatro fincas representativas del Polígono Demostrativo para la Conservación de Suelo, Agua y Bosques del Ministerio de la Agricultura en la provincia de Guantánamo.	36
<b>3.4.</b>	Indicadores de impactos evaluados	37
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	45
<b>4.1</b>	Caracterización los indicadores del Manejo Sostenible de Tierra en las cuatro fincas del Polígono Demostrativo, al inicio de la implementación de las acciones del Manejo Sostenible de Tierra.	45
<b>4.1.1</b>	Caracterización de los indicadores económicos.	45
<b>4.1.2</b>	Caracterización de los indicadores sociales del MST en el Polígono Demostrativo.	54
<b>4.1.3.</b>	Caracterización de los indicadores tecnológicos del MST en el Polígono Demostrativo.	55
<b>4.1.4.</b>	Caracterización de los indicadores ambientales.	56
<b>4.2.</b>	Comportamiento de los indicadores de Manejo Sostenible de Tierra en las cuatro fincas seleccionadas para el estudio, a partir de su implementación.	57
<b>4.2.1.</b>	Comportamiento de los indicadores económicos.	57
<b>4.2.2.</b>	Comportamiento de los Indicadores sociales.	67
<b>4.2.3.</b>	Comportamiento de los indicadores tecnológicos.	72
<b>4.2.4</b>	Comportamiento de los indicadores ambientales.	73
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	84
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	84
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.</b>	

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de la implementación del programa del Manejo Sostenible de Tierra en los indicadores económicos, sociales, tecnológicos y ambientales, se realizó el presente trabajo en cuatro fincas representativas del Polígono Demostrativo para la Conservación del Suelo, Agua y Bosque del Ministerio de la Agricultura, ubicado en la CCS Mariana Grajales en el municipio de Guantánamo. De manera general, con la realización de este programa se pudo evidenciar que es una guía útil para conducir la intervención en el sector agrario como método científico para promover la evaluación de sus impactos en diferentes fincas. Su implementación mostró un impacto positivo en todos los indicadores evaluados y además se observó que las medidas adaptativas implementadas contribuyeron a reducir las vulnerabilidades y aumentar la resistencia o tolerancia del ecosistema productivo, lo que incide notablemente en la obtención de incrementos en los rendimientos agrícolas, en función de mejorar la calidad de vida de los trabajadores y familiares de las fincas y de la población que recibe el beneficio del programa.

**Palabras claves:** manejo sostenible de tierra, indicadores, fincas, familias.

## **ABSTRACT**

In order to evaluate the effect of the implementation of the Sustainable Land Management program on the economic, social, technological and environmental indicators, the present work was carried out in four representative farms of the Demonstration Park for the Conservation of Soil, Water and Forest of the Ministry of Agriculture, located in the CCS Mariana Grajales, in the municipality of Guantánamo. In general, with the completion of this program, it was shown that it is a useful guide to conduct intervention in the agricultural sector as a scientific method to promote the evaluation of its impacts on different farms. Its implements showed a positive impact on all the indicators evaluated and it was also observed that the adaptive measures implements contributed to reducing vulnerabilities and increasing the resistance or tolerance of the productive ecosystem, which has a significant impact on obtaining increases in agricultural yields, in function of improving the quality of life of workers and family members of the farms and of the population that receive the benefit of the program.

**Keywords:** sustainable land management, indicators, farms, families

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la degradación de los suelos y la insuficiente atención a los procesos que la ocasionan, se encuentran dentro de los principales problemas ambientales de la Estrategia Ambiental Nacional, dada a la importancia de ese vital recurso natural para producir alimentos y proteger el entorno. En los últimos años, expertos de diferentes disciplinas consideran que alrededor del 70% de las tierras cultivables de Cuba están afectadas, al menos, por la erosión, salinidad, compactación, mal drenaje y la acidez, fenómenos que repercuten de manera desfavorable en los rendimientos agrícolas predominantes, siendo el más preocupante la degradación de los suelos el cual es el resultado de una relación no armónica entre el suelo y el agua, donde el factor antrópico desempeña un papel determinante (CITMA, 2015).

Según Urquiza; citado por Fuentes (2013), uno de los problemas más serios de la agricultura es la manifestación de diferentes procesos de degradación de los suelos, lo que trae consigo el detrimento de los rendimientos agrícolas. Entre los principales procesos de degradación se encuentran la erosión, la compactación, la acidificación, y la salinización.

Con el continuo deterioro que está ocurriendo en nuestro planeta, el ser humano ha comenzado a darse cuenta que la causa de muchos de los cambios climáticos y las consecuencias derivadas de los mismos están influidas por la actividad del hombre. La población Mundial aumenta a pasos agigantados mientras que las áreas cultivables disminuyen (Arellano, 2002).

Este fenómeno compromete seriamente la agricultura cubana y la mayoría de los países de la región tropical, por lo que es imprescindible detenerla (MINAGRI, 2001) y establecer sistemas agrícolas capaces de satisfacer las crecientes demandas de alimentos para la población.

Ante esta situación, es necesario establecer sistemas de manejo de suelo que permitan obtener resultados productivos sostenibles y a la vez, elevar el porcentaje de materia orgánica de los suelos cubanos, con el consiguiente mejoramiento de sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Aspecto que ha propiciado que la dirección del país haya manifestado la voluntad política de

proteger los suelos y hacer un uso adecuado de los mismos, para conservarlos y mejorarlos para las presentes y futuras generaciones (IS, 2013).

Para ello, se cuenta con el Programa Nacional de Conservación y Mejoramiento de Suelos (PNCMS 2001), el cual abarca todas las actividades de preservación, recuperación y rehabilitación de los suelos y está sustentado en problemas ambientales; tales como, la degradación de los suelos, la deforestación, la contaminación de aguas terrestres y marinas y la pérdida de la diversidad biológica. Una vía de implementación del programa lo constituyen los polígonos demostrativos para la conservación y mejoramiento de suelos, los cuales tienen su origen en una idea del General de Ejercito Ulises Rosales del Toro, donde se valoró la necesidad de brindar la debida prioridad a la protección y uso racional de los recursos naturales, aspecto que está en estrecha interrelación con los recursos hídricos, la cobertura vegetal, el uso de la maquinaria agrícola, la influencia del hombre sobre el medio ambiente y otros factores.

En la provincia de Guantánamo estos polígonos se crean a finales del 2009, a partir de la selección de sitios con suelos fuertemente degradados, con condiciones topográficas adversas y con producción agropecuaria diversificada, elementos que propiciaron la aplicación de un sistema integrado de medidas, que permitieran obtener impactos visibles en corto, mediano y largo plazo y su incremento progresivo.

También se introduce el concepto de Manejo Sostenible de tierra (MST), en el programa de Nacional de Conservación y Mejoramiento de Suelos (PNCMS) y se crean áreas de referencias provinciales para la implementación de tecnologías para el manejo del suelo, agua y bosque donde se han corregidos más del 70% de los factores limitantes del área (Rodríguez, 2015).

El Manejo Sostenible de Tierra se define como el modelo de trabajo adaptable a las condiciones de un entorno específico, que permite el uso de los recursos naturales locales disponibles en función de un desarrollo socio-económico para garantizar el mantenimiento de las capacidades de los ecosistemas y su Resiliencia (CIGEA, 2005).

La implantación de modelos de Manejo Sostenible de tierra (MST), constituye un patrón de trabajo utilizado mundialmente y se adaptan a las condiciones de un

entorno específico, permitiendo el uso de los recursos disponibles para el desarrollo socio-económico de los territorios y garantizar la satisfacción de las necesidades de las poblaciones, el mantenimiento de las capacidades de los ecosistemas y su resiliencia (capacidad de la tierra para recuperar los niveles anteriores de producción, o para retomar la tendencia de una productividad en aumento después de un período adverso a causa de sequías, inundaciones, abandono o mal manejo humano) (Manejo sostenible de tierra – EcuRed, 2018).

Este modelo de Manejo Sostenible de Tierra (MST) permite cambiar la forma de pensar y actuar de los agricultores, al conjugar las acciones multidisciplinarias y transectoriales en función de la gestión integrada de los recursos naturales, como modelo de trabajo adaptable a las condiciones de un entorno específico, que es en sí el MST, permite hacer un uso de los recursos disponibles en un sitio productivo dado, en función de lograr un desarrollo equilibrado en las dimensiones socio-económicas y ambientales, garantizando la satisfacción de las necesidades básicas de la sociedad; a la vez, que permite asegurar el mantenimiento de las capacidades generales de los ecosistemas y su resiliencia, la implementación de este modelo de trabajo en los sistemas de producciones agrarios.

Entre los indicadores de estado, se encuentran los referidos a impactos que son consecuencia de la presión y de las condiciones que prevalecen, aún y cuando la presión haya sido eliminada, entre estos: reducción de los rendimientos agrícolas, erosión y salinización de los suelos, deforestación, sequía, lluvias ácidas y otros.

Por otro lado, los indicadores de respuesta, se interpretan como la acción que realiza el hombre en función de la prevención, mitigación, adaptación o reversión de los procesos que generan la degradación, constituyen un elemento importante para el seguimiento y evaluación de la implementación del MST. En un área bajo MST, ellos aparecen en alta cuantía y dominan el aspecto general del entorno, mostrando así la intensidad de la aplicación de medidas de remediación y avances en el trabajo emprendido para lograr el cambio de la condición de la tierra. La cuantía de la aplicación de tales medidas, la extensión de tierras que ellas abarcan; así como, la diversidad de temas implicados de manera integrada, son indicadores de respuestas veraces y medibles.

A su vez, los indicadores de impacto, son los encargados de verificar la transformación del ecosistema en términos de resultados concretos, obtenidos a partir de la eliminación de las fuerzas causantes.

El uso estratégico del MST como indicador de desempeño se caracteriza por ser: evaluador a corto, mediano y largo plazo; interdisciplinario; integrador y sinérgico; mide beneficios ambientales, económicos y sociales al nivel local y nacional; permite evaluar beneficios globales (seguridad alimentaria, diversidad biológica, reducción de la contaminación, capacidad de captura de carbono), y aplicable a ecosistemas y dimensiones varias (Urquiza, Alemán, Flores, Paula y Aguilar, 2011).

En sentido general, los indicadores de MST tienden a, cuantificar y/o cualificar la reducción de la condición de degradación respecto a su condición inicial. Las expresiones más frecuentes de estos son: el incremento de los rendimientos de los cultivos, la disminución de la erosión del suelo, la cantidad de tierra depositada en los cursos de aguas interiores y costeras, la salinización, el incremento de la superficie cubierta por vegetación, entre otros. Es de suma importancia la condición inicial para establecer rangos comparativos (por años, por ciclos productivos) de los efectos de las medidas aplicadas o de las llamadas acciones mitigantes, que constituyen las herramientas con que el hombre actúa para obtener dicha respuesta del ecosistema. Un área bajo MST deberá expresar, también por su aspecto general, signos de salud de sus recursos naturales – flora y fauna – y mejoras en el entorno social.

En consideración a lo planteado anteriormente y al hecho de que el Manejo Sostenible de Tierra constituye una herramienta esencial para mitigar los efectos negativos al medio ambiente, devenido de los avances introducidos en el proceso agropecuario y tomando como:

**Objeto de la investigación:** El Polígono Demostrativo de Conservación de suelo, agua y bosque de la provincia de Guantánamo

**Campo de acción:** El Manejo Sostenible de Tierra en el Polígono Demostrativo de la provincia de Guantánamo para la Conservación del Suelo, Agua y Bosque

**Problema científico:** ¿Qué impacto tendrá la implementación de las medidas del Manejo Sostenible de Tierra en el Polígono Demostrativo de la provincia de Guantánamo para la Conservación del Suelo, Agua y Bosque?. A partir de estos elementos se formuló la siguiente hipótesis:

**Hipótesis:** La implementación del Manejo Sostenible de Tierra impactará positivamente en los indicadores sociales, tecnológicos y económicos en el Polígono Demostrativo para la Conservación del Suelo y el Agua de la provincia de Guantánamo.

### **Objetivo general**

Evaluar el impacto de la implementación del Manejo Sostenible de Tierra en cuatro fincas representativas del Polígono Demostrativo para la Conservación de Suelo, Agua y Bosques del Ministerio de la Agricultura en la provincia de Guantánamo.

### **Objetivos específicos**

1. Caracterizar los indicadores del Manejo Sostenible de Tierra en las cuatro fincas del Polígono Demostrativo, al inicio de la implementación de las acciones del Manejo Sostenible de Tierra.
2. Evaluar el comportamiento de los indicadores de Manejo Sostenible de Tierra en las cuatro fincas seleccionadas para el estudio, a partir de su implementación.

### **Aporte teórico-Práctico**

Se pone a disposición de los productores una herramienta para evaluar los impactos en el desempeño productivo, económico, social y ambiental de las fincas, a partir de la implementación de medidas del Manejo Sostenible de Tierra.

Se proporciona una herramienta eficaz para el manejo y uso racional de los recursos disponibles dentro de las fincas, en función de la elevación de los niveles en los indicadores contenidos en el programa de Manejo Sostenible de Tierra.

## **II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Práctica para la gestión local de los recursos naturales en la Agricultura.**

Según lo planteado Documentos del 7mo. Congreso del Partido aprobados por el III Pleno del Comité Central del PCC el 18 de mayo de 2017 y respaldados por la Asamblea Nacional del Poder Popular el 1 de junio de 2017, Conceptualización del Modelo Económico y Social Cubano de Desarrollo Socialista Bases del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030: Visión de la Nación, Ejes y Sectores Estratégicos Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2016-2021(I).

Propiciar que el potencial científico y creador del país se convierta en una fuerza productiva decisiva para calzar la sostenibilidad del desarrollo, a partir de estimular la investigación científica y los procesos de desarrollo tecnológico y la innovación y potencial la difusión para garantizar la generalización oportuna en toda la esfera de la sociedad cubana.

Para lograr lo propuesto, en este eje estratégico se establecen tres objetivos generales que a su vez se desagregan en veintiún objetivos específicos.

#### Objetivos generales

1. Garantizar la protección y el uso racional de los recursos naturales, la conservación de los ecosistemas, y el cuidado del medio ambiente y del patrimonio natural de la nación en beneficio de la sociedad.
2. Elevar la calidad ambiental.
3. Disminuir la vulnerabilidad del país ante los efectos del cambio climático mediante la ejecución gradual del Plan de Estado para el enfrentamiento a este.
4. Mejorar los suelos con la aplicación de una agricultura sostenible, incluyendo un enfoque de Manejo Sostenible de Tierras, como vía para contribuir a alcanzar la seguridad y soberanía alimentaria del país.

En función de dar respuesta a estas orientaciones e indicaciones se pusieron en práctica una serie de planes y programas, dentro de los cuales se encuentra, el *Manejo Sostenible de Tierra (MST)*.

## **2.2. Manejo Sostenible de Tierras (MST)**

El MST, introducido en Cuba en el año 2007 por el Proyecto OP15 (Programa Operativo 15 del GEF. Urquiza *et al.* (2005) definen como *Manejo Sostenible de Tierra (MST)*, el modelo de trabajo adaptable a las condiciones de un entorno específico, que permite el uso de los recursos naturales locales disponibles en función de un desarrollo socio económico tal, que garantiza el mantenimiento de las capacidades de los ecosistemas y su resiliencia.

El MST plantea dentro de sus principales prioridades: fortalecer las capacidades para incorporar el MST en las prioridades nacionales de desarrollo de manera más efectiva y eficiente, integrándolo a los sistemas de planificación, uso y manejo de la tierra, lo cual ha permitido realizar intervenciones en sitios específicos, para demostrar prácticas y procedimientos dirigidos a prevenir y revertir los procesos de degradación a través del modelo de trabajo que genera el MST para los diferentes tipos de uso de la tierra (TUTs) y de las diferentes formas de tenencia, para lo que en el país se seleccionaron como áreas pilotos las ocho cuencas de interés nacional, la Llanura Sur de Pinar del Río y Habana – Matanzas, norte de las provincias Villa Clara y Sancti Spíritus y la Franja costera Maisí – Guantánamo.

En el año 2018 fueron declarados tres sitios más iniciados en el MST, ellos son: CPA Roberto Amarán del municipio de Pinar del Río, UBPC Victoria 2 del municipio Camagüey y el productor Antonio Márquez de la finca Los Moros perteneciente a la CCS Enrique Campos Caballero del municipio Guantánamo.

En el 2019 fueron galardonados cuatro sitios en la categoría de sitios iniciados en el MST, ellos son: Yoleidy González y Eliosmar Collazo de la finca El Alacrán de la CCS Camilo Cienfuegos de Camagüey; Antonio Bárzaga de la finca Los Bárzagas de la CCS Mariana Grajales de Guantánamo; Fernando Donis de la finca Cayo Piedra de la CCS José Martí de Matanzas; y Gilberto Díaz de la finca Cascajal de la CCS Lenin de Pinar del Río; además del productor Onay Martínez de la Finca

Tierra Brava declarada en el 2017 como sitio iniciado elevó la categoría al pasar a sitio avanzado en el MST (Peláez, 2019).

El MST es una expresión cada vez más empleada en el mundo, con el propósito de manifestar la excelencia en el tratamiento de las tierras agrícolas para obtener productos abundantes y de calidad, sin comprometer el estado de sus recursos naturales y su capacidad de resiliencia y plantean deben conocerse como criterios para definirlo como los siguientes términos:

**Manejo:** conjunto de acciones para el uso de los bienes y servicios proveniente de los recursos naturales, sociales y materiales, considerando las características del medio en el cual interactúan.

**Sostenibilidad:** uso de los recursos naturales sin comprometer su capacidad de regeneración natural. Expertos de la FAO (2003) consideran que la sostenibilidad no implica necesariamente una estabilidad continua de los niveles de productividad, sino más bien la resiliencia de la tierra; en otras palabras, la capacidad de la tierra para recuperar rápidamente los niveles anteriores de producción, o para retomar la tendencia de una productividad en aumento, después de un período adverso a causa de sequías, inundaciones o abandono o mal manejo humano.

**Tierra:** se refiere a un área definida de la superficie terrestre que abarca el suelo, la topografía, los depósitos superficiales, los recursos de agua y clima, las comunidades humanas, animales y vegetales que se han desarrollado como resultado de la interacción de esas condiciones biofísicas. Ello permite referirse más directamente al manejo, o como otros lo nombran, gestión integral de los recursos naturales.

### **2.2.1. Principios para la aplicación del MST**

Estos *principios* pudieran ser considerados como “los elementos que no pueden faltar” en un proceso de MST. Entre ellos se destacan los siguientes:

**a.** El respeto y observancia de los instrumentos regulatorios (legales, institucionales y técnicos) así como los aspectos básicos de planificación, organización, coordinación y participación comunitaria.

**b.** Acciones basadas en los resultados de la ciencia e innovación tecnológica y en los conocimientos locales, tradicionales.

**c.** Dar respuesta satisfactoria y oportuna a las necesidades de la sociedad y en función del desarrollo rural de manera óptima y sostenida.

La producción agropecuaria puede aportar de diferentes maneras al desarrollo sostenible. En lo social; produciendo alimentos nutritivos e inocuos a precios razonables, generando empleo, reduciendo los riesgos en salud y la pobreza. En lo ambiental; con uso eficiente de todos los recursos renovables y no-renovables, disminuyendo las pérdidas de agroquímicos por percolación, volatilización y erosión, manteniendo o mejorando la calidad del suelo, y minimizando el riesgo de contaminación de aguas y emisiones de gases de invernadero a la atmósfera. En lo económico, generando riqueza y promoviendo el comercio de alimentos.

Las nuevas visiones frente a la ética y el ambiente, los desarrollos vertiginosos hacia las sociedades del conocimiento y de la informática y los avances tecnológicos plantean diferentes alternativa para que la agricultura brinde un soporte real al desarrollo sostenible (Pantaleón, 2013).

### **2.3. Barreras que se oponen al MST.**

Las principales barreras que se oponen al desarrollo del MST en las condiciones de Cuba, están relacionadas con asuntos de índole subjetiva (organizacional y cognoscitiva) y objetivo (financiero, legal y normativo), enunciadas como aparece a continuación:

**Barrera 1.** Limitada integración intersectorial y limitada coordinación entre las instituciones.

**Barrera 2.** Inadecuada incorporación de las consideraciones del MST a los programas de extensión y educación.

**Barrera 3.** Limitado desarrollo de los mecanismos de financiamiento y de incentivos favorables a la aplicación del MST.

**Barrera 4.** Inadecuados sistemas para el monitoreo de la degradación de tierras y para el manejo de la información relacionada.

**Barrera 5.** Insuficientes conocimientos de los planificadores y decisores acerca de las herramientas disponibles para incorporar las consideraciones del MST a los planes, programas y políticas de desarrollo.

**Barrera 6.** Inadecuado desarrollo del marco normativo relacionado con el tema e insuficiencias en la aplicación del existente.

Para contribuir a derribar dichas barreras, deberá tenerse en cuenta acciones interconectadas, complementarias y armonizadas a ejecutarse en el corto, mediano y largo plazo encaminado a fortalecer las estructuras institucionales en términos materiales, de sus herramientas legales y técnicas; a la aplicación de resultados científicos, la sensibilización y educación; así como, a sus capacidades para el monitoreo y evaluación. Deberá además, proveer alternativas tecnológicas dentro de un programa adaptativo que permita la consecución de estos objetivos.

Todo este esfuerzo, deberá revertirse en la obtención de una nueva manera de pensar y actuar respecto al uso de las tierras y con ello, detener los procesos degradativos, recuperar y rehabilitar las tierras afectadas; así como, mitigar los efectos de la sequía, a través de la adaptación de la población asentada en las comunidades afectadas a una nueva forma de convivencia con tales condiciones.

#### **2.4. Indicadores de impactos del MST**

Los indicadores son datos estadísticos o medidas de una cierta condición, cambio de calidad o cambio en estado de algo que está siendo evaluado. Proporcionan información y describen el estado del fenómeno objeto de estudio, pero con un significado que va más allá de aquel que está directamente asociado con un parámetro individual (OECD, 1993). Los indicadores deben ser desarrollados de acuerdo a las aplicaciones ideadas, lo que requiere datos básicos y estadísticas confiables. A causa de los requerimientos y prioridades regionales, será difícil o innecesario llegar a un único conjunto de indicadores para muchos de los puntos en consideración. Sin embargo, un agregado común de indicadores clave podrá

ser usado como base para comparaciones internacionales (Dumanski, 1994; Bakkes *et al.*, 1994).

Es necesario hacer una distinción entre indicadores y otro tipo de datos estadísticos (Bakkes *et al.*, 1994; Eswaran *et al.*, 1994). Las mediciones de algunos eventos o fenómenos producen materiales básicos los cuales después de ser procesados, a menudo son publicados como datos estadísticos. Estos datos estadísticos pueden proporcionar información fundamental o ser indicadores si tienen alguna significación agregada o están ligados a un problema específico. Si el número de indicadores se reduce a causa de su agregación en algún tipo de fórmula, son llamados índices. Algunos ejemplos de índices útiles son el Índice de Desarrollo Humano, el Índice de Contaminación del Aire, el Índice de Peligro de Radiación Ultravioleta y el Índice de Calidad del Agua. Los indicadores de calidad de la tierra (ICT) son datos estadísticos que informan sobre la condición y la calidad del recurso tierra y también sobre las relaciones causa-efecto que pueden dar lugar a cambios en su calidad y las respuestas de la sociedad a esos cambios.

## **2.5. El manejo sostenible de tierra en América Latina y el Caribe**

El MST en la actualidad es un modelo de agricultura que se está empleando en diferentes países como es el caso de México y en América Latina: Brasil y Argentina, entre otros. Es un proceso que hace varios años es abordado por los investigadores en diferentes países del mundo, siendo ejemplo de lo anterior las conferencias celebradas en la última década sobre Desarrollo Sostenible, entre las que destacan:

La Conferencia Mundial, celebrada en el 2012, en Río de Janeiro, Brasil, conocida como Río+20 tuvo como objetivo asegurar un renovado compromiso político con el desarrollo sostenible, evaluando los avances logrados y las lagunas que aún persisten en la aplicación de los resultados de las principales cumbres en la esfera (Naciones Unidas, 2011).

En el 2015 se efectuó la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible en Nueva York, con el fin de aprobar la Agenda 2030, la cual incluye los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), resaltando el número 15 acerca de la vida de los ecosistemas terrestres (Naciones Unidas, 2015).

La XII Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo constituye la primera después de la puesta en práctica de la Tarea Vida, plan gubernamental destinado al enfrentamiento al cambio climático, se debatió además, sobre manejo de la biodiversidad y de ecosistemas, gestión ambiental, y áreas protegidas (Redacción Digital 2, 2019).

Entre los beneficios conocidos del empleo del MST en otros países se encuentra su propuesta de solución viabilizando la armonización de los aspectos económicos, sociales y ambientales, evitando un desastroso desenlace al aspirar a un mundo mejor para todos, no solo más sostenible sino más ético, en el cual los gobiernos han de ser cada vez más responsables, y los ciudadanos más conscientes.

Uno de los principales obstáculos para la aplicación de políticas sostenibles es la necesidad de soluciones y estrategias que trasciendan fronteras, lo que hoy no se está manifestando ni mucho menos hay visos de un futuro esperanzador, ya que los patrones mundiales de producción y de consumo transitan en sentido opuesto al que exige una política de sostenibilidad.

Y del mismo modo, incluso, las herramientas consideradas más sostenibles, como pueden ser la agricultura ecológica o las fuentes de energía renovable tienen un sinfín de inconvenientes que se necesitan combatir de forma inteligente para que ayuden realmente a esa sostenibilidad (Isan, 2018).

El MST es vital para fortalecer y mantener la productividad de los sistemas alimenticios y de producción de fibras a nivel mundial.

A pesar de que los detalles variarán de país a país y de región a región, hay cuatro componentes principales en una estrategia comprensiva para fortalecer la productividad de la tierra, en tanto que se combate su degradación. Estos incluyen: trabajo de política y trabajo sectorial; investigación y desarrollo de tecnología; compartimiento del conocimiento y extensión, y provisión de incentivos, prioridades de gasto y formas de financiación (Fernández y Burcrof, 2008).

Cuba es uno de los denominados pequeños Estados Insulares en Desarrollo, pero cuando se trata de sostenibilidad ambiental, el país realiza acciones de

gigante; su espíritu creativo e indomable le ha llevado a transitar por un camino alternativo, buscar soluciones innovadoras que conviertan los retos en oportunidades. Uno de esos desafíos es la degradación de la tierra, que afecta a tres cuartas partes de la superficie terrestre del país, con graves impactos para la economía y la seguridad alimentaria.

El Programa de Asociación de País (CPP) para el MST, financiado por el FMAM, y que cuenta con el apoyo del PNUD en colaboración con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la FAO, está construyendo capacidades en la nación para hacer esos cambios.

Esa iniciativa posee plena correspondencia con el Plan de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación (PAN-LCD), y el PNCMS. Sirve como un vehículo eficaz para restaurar suelos degradados, promover el crecimiento económico transformador, fortalecer la seguridad alimentaria y establecer alianzas para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

El CPP se desarrolla en Cuba desde 2008 y se prevé su extensión hasta el 2023, con una duración de 15 años. Tiene entre sus propósitos, la implementación de una metodología de MST, y consta de cinco proyectos que se implementan de forma escalonada.

El programa es elemento principal en los esfuerzos de Cuba por frenar y revertir la degradación de la tierra. Tiene un doble enfoque: el primero tiene como objeto integrar los principios de ordenación sostenible de la tierra en las políticas de los sectores de la agricultura, la silvicultura, el agua y la planificación económica; mientras que el segundo enfoque desarrolla el conocimiento y la capacidad práctica para implementar prácticas de MST a nivel de fincas.

Los cinco proyectos que se incluyen dentro del programa son:

1. MST en ecosistemas severamente degradados.
2. MST en áreas con problemas de manejo de los recursos hídricos.
3. MST en ecosistemas forestales secos y áreas ganaderas.
4. Validación de los modelos de MST a escala de paisajes.
5. Coordinación, monitoreo y evaluación del CPP de Cuba sobre MST.

La base de esos esfuerzos es la adopción de prácticas para devolver la fertilidad al suelo, y abordar temas relacionados con la erosión, la salinidad, la compactación, el bajo contenido orgánico y la contaminación por el previo uso excesivo de fertilizantes inorgánicos.

Entre las grandes soluciones que el programa ha contribuido a desarrollar están la transición desde una agricultura de monocultivo que requiere elevados insumos hacia una basada en la diversidad de cultivos, que emplea métodos orgánicos de bajo impacto ambiental, sistemas mixtos agropecuarios, uso de abonos, biofertilizantes y pesticidas naturales, sistemas de intercalado de cultivos y prácticas mixtas de agrosilvicultura (Programa de Asociación de País OP 15, 2017).

La provincia constituye parte de esta realidad, ha estado representada en cuatro de los cinco proyectos que forman parte del CPP. Fue junto a Pinar del Río de las primeras en declararse con manejo sostenible de tierra en el año 2017, y fueron gratificadas dos fincas cumplidoras de los requisitos de Áreas bajo MST: la UBPC Eliomar Noa, en el municipio de Imías, Guantánamo; y el productor Onay Martínez Díaz, de la finca Tierra Brava perteneciente a la CCS Niceto Pérez, ubicada en Los Palacios, en Pinar del Río, a las cuales se les entregó un reconocimiento como sitios demostrativos declarados como áreas iniciadas en el MST (Radio Cadena Agramonte, 2017).

En el año 2018 fueron seleccionados tres sitios más iniciados en el MST: CPA Roberto Amarán, del municipio de Pinar del Río; UBPC Victoria 2 del municipio de Camagüey y el productor Antonio Márquez, de la finca Los Moros perteneciente a la CCS Enrique Campos Caballero del municipio de Guantánamo.

En 2019 fueron galardonadas cuatro áreas en la categoría de sitios iniciados en el MST: Yoleidy González y Eliosmar Collazo, de la finca El Alacrán, de la CCS Camilo Cienfuegos de Camagüey; Antonio Bárzaga, de la finca Los Bárzagas, de la cooperativa Mariana Grajales de Guantánamo; Fernando Donis, de Cayo Piedra, de la CCS José Martí de Matanzas, y Gilberto Díaz, del Cascajal de la CCS Lenin, de Pinar del Río; además del productor Onay Martínez, de Tierra

Brava, declarado en el 2017 como iniciado, que elevó la categoría al pasar a sitio avanzado en el MST (Peláez, 2019).

En el país hasta la fecha se ha declarado solo el 10 por ciento de las áreas donde se implementa el MST (2 525 ha) quedando pendiente el 90, es importante destacar que de esa superficie declarada, el 72 por ciento corresponde al territorio (1 820 ha) según se refleja en el anexo 4, destacando la UBPC Eliomar Noa, con 1 772 ha al estar la totalidad del área de esa UBPC bajo manejo sostenible.

El autor coincide con todo lo antes planteado, ya que el manejo sostenible de la tierra no es más que el sistema de prácticas de gestión de los recursos naturales terrestres para aprovechar, conservar, restaurar y mejorar su estructura, funcionalidad y productividad ecosistémica y económica, sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras, constituyendo su objetivo general el fomento del manejo sustentable de tierras en todos los ecosistemas del país.

Según el folleto de Resultados 2008-2017, del Programa de Asociación de País OP 15, (2017), el MST tiene establecido su marco legal (regulatorio y normativo) aprobado en la Resolución 6/2017 de la AMA del Citma para establecer a nivel de país el “Reconocimiento para la declaración de áreas bajo MST”. También están aprobadas dos nuevas normas cubanas: NC “Calidad del suelo-Manejo Sostenible de Tierras-términos y definiciones”, y NC “Calidad del agua para preservar el suelo-especificaciones”, y una nueva Norma para el sector de la agricultura “Términos y definiciones de Géneros”.

Partiendo de todo lo expuesto en este primer capítulo se puede decir que la degradación de la tierra es un proceso que afecta negativamente la biofísica interna de los suelos, los recursos hídricos, la flora y la fauna, en fin se rompe el equilibrio de los ecosistemas, al crearse las condiciones inhóspitas para la vida.

Por ello, para rehabilitar las tierras degradadas, detener y revertir las tendencias de degradación de los suelos se deben realizar buenas prácticas de gestión de estas. En esa dirección, el crédito bancario constituye un importante elemento para auxiliar en el desarrollo de las formas productivas iniciadas en el MST.

Según (Pla, 2015) se entiende por degradación de suelos el descenso de su potencial para satisfacer las necesidades económicas, sociales y ambientales de la población.

Otra definición de degradación de suelos -en esencia similar a la anteriormente expuesta-, lo detalla como un cambio en el estado del mismo pero el cual resulta en una disminución de su capacidad inicial para proveer bienes y servicios (Piscitelli, 2015)

Se estima que a lo largo de la historia del planeta, aproximadamente la mitad de su superficie ha sido transformada por actividades humanas, en especial a través de la agricultura. Hoy se considera que más del 10 por ciento de la superficie de la tierra se cultiva de forma permanente.

Anualmente pierden parte de su productividad por degradación de suelos de 1,5-2,5 millones de hectáreas (ha) bajo riego, 3,5-4,0 millones de ha agrícolas de secano y 35 millones de ha de pastoreo, la cual afecta directamente a unos 2 600 millones de personas (40 por ciento de la población mundial).

En los últimos 50 años se estima que dos terceras partes de las tierras agrícolas del mundo han sido afectadas por la degradación de suelos. Unas 305 millones de ha (2,3 por ciento del total de tierras y el 21 de las tierras agrícolas) han perdido completamente su capacidad productiva y de control ambiental (Pla, 2015).

## **2.6. Ventajas y desventajas del MST conocidas de su empleo en otras naciones.**

Entre las ventajas a destacar del desarrollo sostenible, se encuentra su propuesta de solución viabilizando la armonización de los aspectos económicos, sociales y ambientales, evitando un desastroso desenlace, al aspirar a un mundo mejor para todos, no sólo más sostenible sino más ético, en el cual los gobiernos han de ser cada vez más responsables y los ciudadanos más conscientes

Uno de los principales obstáculos para la aplicación de políticas sostenibles es la necesidad de soluciones y estrategias que trasciendan fronteras, lo que hoy no se está manifestando ni mucho menos hay visos de un futuro esperanzador, ya que los patrones mundiales de producción y de consumo transitan en sentido opuesto al que exige una política de sostenibilidad.

Y del mismo modo, incluso las herramientas consideradas más sostenibles, como pueden ser la agricultura ecológica o las fuentes de energía renovable tienen un sinnúmero de inconvenientes que se necesitan combatir de forma inteligente para que ayuden realmente a esa sostenibilidad (Isan, Ana; 2018).

El MST es vital para fortalecer y mantener la productividad de los sistemas alimenticios y de producción de fibras a nivel mundial.

A pesar de que los detalles variarán de país a país y de región a región, hay cuatro componentes principales en una estrategia comprensiva para fortalecer la productividad de la tierra, en tanto que se combate su degradación. Éstos incluyen:

- Trabajo de política y trabajo sectorial.
- Investigación y desarrollo de tecnología.
- Compartimiento del conocimiento y extensión.
- Provisión de incentivos, prioridades de gasto y formas de financiación (Fernandes y Burcrof; 2008).

### **2.7. Uso en el mundo del financiamiento externo para el desarrollo del MST.**

En las Cumbres de Brasil 1992 y Johannesburgo se analizaron las oportunidades y desafíos para ampliar las perspectivas de inversión y financiamiento para el desarrollo sostenible en el contexto de las mencionadas Cumbres.

Por su parte la Conferencia Internacional sobre la Financiación para el Desarrollo, realizada en Monterrey (México) del 2002, fue un importante acontecimiento, que permitió retomar y reincorporar la dimensión económica en los debates realizados al más alto nivel posible en el marco de las Naciones Unidas.

En dicha Cumbre se dio un gran impulso a la consideración del desarrollo como elemento destacado de la agenda global y al concepto de una alianza mundial en favor del desarrollo. Marcó, en un sentido muy particular, el retorno de los temas económicos al seno de las Naciones Unidas, especialmente de los relativos al desarrollo económico.

### **2.8. Aportes de organismos financieros internacionales al medio ambiente.**

En el Consenso de Monterrey se hace mayor hincapié en el papel fundamental que desempeñan los bancos multilaterales de desarrollo, a los que se insta a

prestar apoyo a los países en desarrollo que tienen un limitado acceso a los mercados internacionales de capital.

Las instituciones financieras internacionales han mostrado importantes avances en lo que respecta a tener en cuenta los efectos ambientales de la concesión de préstamos y el desarrollo de proyectos. Prácticamente todas estas instituciones, tanto internacionales como regionales y subregionales, han ido estableciendo progresivamente directrices ambientales que ayudan a evaluar los riesgos relacionados con el medio ambiente antes de aprobar un proyecto.

El PNUD es otra fuente de financiamiento de actividades de cooperación técnica y pre inversión, incluidos el desarrollo de capacidades y el fortalecimiento institucional.

La cartera de proyectos del PNUD en las áreas de medio ambiente y desarrollo sostenible desde la Cumbre sobre la Tierra hasta la fecha en América Latina y el Caribe asciende aproximadamente a 1 400 millones de dólares en financiamiento mediante donaciones. Más de 200 millones de dólares se han asignado al sector energético, incluidos el desarrollo de fuentes de energía nuevas y renovables, la promoción de servicios rurales de energía para el apoyo al crecimiento, la equidad y la erradicación de la pobreza, y el mejoramiento de la eficiencia en el uso de la energía.

Por otra parte, dispone de uno de los pocos mecanismos regionales que presta apoyo a los países en desarrollo para el manejo de su balanza de pagos: el Fondo Latinoamericano de Reservas. Todas estas instituciones trabajan para promover el crecimiento ambientalmente sostenible junto con la mitigación de la pobreza.

Su contribución al desarrollo sostenible en la última década ha sido esencial para el fortalecimiento de la institucionalidad ambiental y el financiamiento de proyectos de producción limpia y de otras innovaciones en el área ambiental. Los bancos nacionales de desarrollo que aún subsisten han incorporado también algunos de estos temas en sus programas de financiamiento (Bárcena y De Miguel, 2003).

Cuba es uno de los denominados Pequeños Estados Insulares en Desarrollo, pero cuando se trata de sostenibilidad ambiental, el país lleva a cabo acciones de gigante.

El espíritu creativo e indomable de Cuba le ha llevado a transitar por un camino alternativo, buscando soluciones innovadoras que conviertan los retos en oportunidades. Uno de estos desafíos es la degradación de la tierra, que afecta a tres cuartas partes de la superficie terrestre del país, con graves impactos para la economía y la seguridad alimentaria.

El Programa de Asociación de País (CPP) para el Manejo Sostenible de Tierras, financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), y que cuenta con el apoyo del PNUD en colaboración con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, está construyendo capacidades en Cuba para hacer estos cambios.

Esta iniciativa posee plena correspondencia con el Plan de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía, y el Programa Nacional de Conservación y Mejoramiento de los Suelos. Sirve como un vehículo eficaz para restaurar tierras degradadas, promover el crecimiento económico transformador, fortalecer la seguridad alimentaria y establecer alianzas para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

El CPP se desarrolla en Cuba desde 2008 y se prevé su extensión hasta el 2023 con una duración de 15 años. Tiene entre sus propósitos la implementación de una metodología de MST, y consta de cinco proyectos que se implementan de forma escalonada.

El programa es elemento principal en los esfuerzos de Cuba por frenar y revertir la degradación de la tierra. Tiene un doble enfoque: el primero tiene como objeto integrar los principios de ordenación sostenible de la tierra en las políticas de los sectores de la agricultura, la silvicultura, el agua y la planificación económica; mientras que el segundo enfoque desarrolla el conocimiento y la capacidad práctica para implementar prácticas de MST a nivel de fincas.

## **2.9. Los cinco proyectos que se incluyen dentro del programa MST.**

1. Fortalecimiento de capacidades para el planeamiento, toma de decisiones y sistemas regulatorios; sensibilización / MST en ecosistemas severamente degradados. (PNUD - FAO). Periodo de implementación: 2008-2015.

2. Fortalecimiento de capacidades para la coordinación de información y los sistemas de monitoreo / MST en áreas con problemas de manejo de los recursos hídricos. (ONU Medio Ambiente - FAO). Periodo de implementación: 2015-2020.
3. Fortalecimiento de capacidades para los mecanismos de financiamiento sostenible / MST en ecosistemas forestales secos y áreas ganaderas. (PNUD - FAO). Periodo de implementación: 2018-2021.
4. Validación de los modelos de manejo sostenible de tierra a escala de paisajes. (PNUD – ONU Medio Ambiente - FAO). Periodo de implementación: 2019-2023.
5. Coordinación, monitoreo y evaluación del Programa de Asociación de País de Cuba sobre MST. (PNUD). Periodo de implementación: 2008-2023.

La base de estos esfuerzos ha sido la adopción de prácticas para devolver la fertilidad al suelo y abordar temas relacionados como: la erosión, la salinidad, la compactación, el bajo contenido orgánico y la contaminación por el previo uso excesivo de fertilizantes inorgánicos.

Entre las grandes soluciones que el programa ha contribuido a desarrollar se encuentra la transición desde una agricultura de monocultivo que requiere elevados insumos, hacia una agricultura basada en la diversidad de cultivos, que emplea métodos orgánicos de bajo impacto ambiental, sistemas mixtos agropecuarios, uso de abonos orgánicos, biofertilizantes y pesticidas naturales, sistemas de intercalado de cultivos y prácticas mixtas de agrosilvicultura (Tierra Brava, entre las ocho experiencias mundiales en adaptación a la sequía. Programa de Asociación de País OP 15, 2017).

La provincia Guantánamo no está ajena a esta realidad, estando representada en cuatro de los cinco proyectos que forman parte del Programa de Asociación de País. Fue junto a Pinar del Río de las primeras en declararse con manejo sostenible de tierra en el año 2017, fueron gratificadas dos fincas cumplidoras de los requisitos de Áreas bajo Manejo Sostenible de Tierras; ellas son: la Unidad Básica de Producción Cooperativa Eliomar Noa, en el municipio de Imías, en la provincia de Guantánamo; y la Finca Tierra Brava, ubicada en Los Palacios, en Pinar del Río, a las cuales se les entregaron un reconocimiento a estos sitios

demostrativos declarados como áreas iniciadas en el MST (Reporte de la emisora de Radio Cadena Agramonte desde Camagüey, 2017).

En el año 2018 fueron declarados tres sitios más con MST, ellos son: CPA Roberto Amarán del municipio de Pinar del Río, UBPC Victoria 1 del municipio Camagüey y Finca Los Moros perteneciente a la CCS Enrique Campos del municipio Guantánamo.

El autor coincide con todo lo antes planteado ya que manejo sustentable de tierras no es más que el sistema de prácticas de gestión de los recursos naturales terrestres para aprovechar, conservar, restaurar y mejorar su estructura, funcionalidad y productividad ecosistémica y económica, sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras. Siendo su objetivo general fomentar el manejo sustentable de tierras en todos los ecosistemas del país.

El MST tiene establecido su marco legal (regulatorio y normativo) aprobado en la Resolución 6/2017 de la Agencia de Medio Ambiente del CITMA para establecer a nivel de país el “Reconocimiento para la declaración de áreas bajo MST”.

También están aprobadas dos nuevas normas cubanas: NC “Calidad del suelo – Manejo Sostenible de Tierras – términos y definiciones”; y NC “Calidad del agua para preservar el suelo - especificaciones” y una nueva Norma para el sector de la agricultura “Términos y definiciones de Géneros” (Resultados 2008 – 2017. Programa de Asociación de País OP 15, 2017).

## **2.10. Desafíos al Manejo Sostenible de la Tierra.**

Un cambio significativo en el paradigma sobre el manejo de la tierra, en años recientes, es la evaluación de los impactos del manejo de la tierra y el agua a nivel del cultivo sobre las cuencas (vertientes) e incluso sobre el paisaje. Debido a que los paisajes agroecológicos son diversos, los agricultores y usuarios de la tierra han desarrollado un conjunto amplio de estrategias de manejo de los cultivos y los recursos naturales, para enfrentar la diversidad de la producción y de las condiciones ecológicas (Dixon *et al.*, 2001).

Estos autores al referirse a los diferentes sistemas de manejo de la tierra, describen cinco grandes rutas de cambio en el uso de la tierra, que han evolucionado a lo largo de este siglo en los países en desarrollo, reflejando diferentes dotaciones de recursos de tierra y patrones de asentamiento dentro de los que destacan:

- Expansión e intensificación de la agricultura irrigada.
- Intensificación en el uso de tierras de alta calidad regadas por lluvias.
- Intensificación de tierras marginales densamente pobladas.
- Expansión de la agricultura hacia tierras marginales escasamente pobladas.
- Crecimiento de la agricultura urbana y periurbana paralelamente a la urbanización acelerada.

Estos patrones se comportan diferentes en cada país, ofreciendo diferentes riesgos de degradación de los recursos, así como diferentes oportunidades y restricciones para la intensificación, diversificación e inversión en el mejoramiento de la tierra, por ejemplo Templeton y Scherr (1997) encuentran evidencia empírica acerca de que la relación entre el crecimiento de la población y la calidad de los recursos en las laderas de montañas fue influenciada por las lluvias (principalmente al afectar la escogencia de cultivos, el riesgo de degradación del suelo y la intensidad en el uso de la tierra), la topografía (que afectan la distribución espacial de los sistemas de producción) y las características del suelo (mediante la escogencia de cultivos, la frecuencia de siembra y el uso de insumos). Estos factores afectan también los retornos a la conservación.

Una revisión realizada por Geist y Lambin (2002) proporciona el marco para analizar y clasificar las causas de la deforestación y, potencialmente, de la degradación de la tierra, a partir del cual distinguieron entre las causas próximas de la deforestación, actividades humanas en el campo a nivel local y las fuerzas determinantes mayores que subyacen a estas actividades.

## **2.11. Impactos del MST.**

El término impacto, de acuerdo con el *Diccionario de uso del español* proviene de la voz “ *impactus* ”, del latín tardío y significa, en su tercera acepción, “impresión o efecto muy intensos dejados en alguien o en algo por cualquier acción o suceso.

El *Diccionario de la Real Academia Española* consigna una cuarta definición del vocablo, asociada a la cuestión ambiental, que dice “...conjunto de posibles efectos negativos sobre el medio ambiente de una modificación del entorno natural como consecuencia de obras u otras actividades.

A su vez, *Rojas* ofrece una definición de impacto en relación con el tema de la información, en la que plantea que “...del uso de un sistema de información se desprenden resultados que constituyen el llamado impacto, que puede tratarse como un cuarto nivel y que está determinado por los resultados que se obtienen en la práctica y las transformaciones que pueden producirse como efecto de ese uso” (*Rojas Benítez JL. Herramientas para la evaluación de los servicios de información en instituciones cubanas. [Tesis para optar por el título de Doctor en Ciencias en Bibliotecología y Ciencias de la Información]. La Habana: Facultad de Comunicación. Universidad de La Habana; 2001).*

El impacto de la ciencia y la tecnología en Cuba ha sido entendido desde la perspectiva de un “cambio o conjunto de cambios duraderos que se producen en la sociedad, la economía, la ciencia, la tecnología y el medio ambiente, mejorando sus indicadores, como resultado de la ejecución de acciones de I+D+I que introducen valor agregado a los productos, servicios, procesos y tecnologías” (Quevedo, Chía y Rodríguez Batista, 2002).

### **2.11.1. Importancia de la evaluación de impactos del MST.**

En la actualidad hay un movimiento creciente para establecer políticas basadas en la evidencia y por tal razón hay un aumento de las evaluaciones de impactos. La evaluación de impactos facilita.

Así, el término “impacto”, como expresión del efecto de una acción, se comenzó a utilizar en las investigaciones y otros trabajos sobre el medio ambiente. Se puede

citar, a modo de ilustración, la definición de impacto ambiental que ofrece *Lago*, donde plantea que se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable en el medio o algunos de los componentes del medio.” Y, más adelante, afirma que: “El impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, como se manifestaría como consecuencia de la realización del proyecto, y la situación del medio ambiente futuro como habría evolucionado sin la realización del proyecto, es decir, la alteración neta -positiva o negativa en la calidad de vida del ser humano- resultante de una actuación”

La tarea de evaluar el impacto parece constituir una gran dificultad para muchos proyectos y programas. Medir el impacto es concretamente, tratar de determinar lo que se ha alcanzado. Como se expuso anteriormente, el término impacto, como expresión del efecto de una acción, se comenzó a utilizar en las investigaciones y otros trabajos relacionados sobre el medio ambiente. Entonces, se puede observar que en todos los conceptos, el impacto se refiere a cambios en el medio ambiente producidos por una determinada acción.

### **2.11.2. Importancia de la evaluación de los indicadores de impactos económicos del MST.**

La importancia que tiene el estudio de los factores socioeconómicos es una tarea compleja, como se ha apuntado anteriormente. Será conforme vaya avanzando la evaluación de impacto cuando se vayan aclarando límites. Comunidades sociales, a *priori* no demasiado cercanas, pueden recibir impactos negativos de carácter socioeconómico mucho más importantes que los de las comunidades más cercanas, y por ello deberían estar incluidas en la evaluación de impacto. El ámbito de los factores económicos va a ser más amplio que el de salud y calidad de vida, que afectará lógicamente con *mayor* intensidad a la población más cercana. Dentro de los procesos de participación social, por ejemplo, también puede ser interesante contar con la presencia de organizaciones que quizás no pertenezcan a la comunidad afectada, como las ecologistas, pero que pueden

reunir un capital de legitimidad importante para sectores de su población y de conocimiento que puede resultar útil.

Fernández Polcuch (2001), plantea la necesidad de contar con indicadores de impacto de la ciencia y tecnología, es decir, indicadores que tomen en cuenta las consecuencias a largo plazo de las investigaciones, los desarrollos y del propio conocimiento científico y tecnológico. Clasifica el impacto de la ciencia y tecnología en función de su objeto, Impacto en el conocimiento, económico y social.

### **2.11.3. Importancia de la evaluación de los indicadores de impactos sociales del MST.**

El desarrollo y uso de indicadores es importante por las razones detalladas a continuación: Se crean medidas estándares, las cuales son comprensibles, convirtiéndose en verdaderos parámetros de comparación. Dada la globalización, se establecen unidades de medida similares para facilitar la comprensión. Señalando fortalezas, alertan debilidades que propician la planeación estratégica en cada país o institución y la generación de políticas públicas. Promueve la sistematización del método científico. Son una representación del capital intelectual de los países. Se constituyen en una guía que orienta hacia una oportunidad de mejora, sea en el proceso investigativo, en la inversión a realizar, en la formación del capital humano, en la gestión administrativa-financiera de la investigación y en la colocación de los resultados de la investigación. Al establecerse parámetros o baremos se pueden identificarlas mejores prácticas, propiciando la mejora de los procesos, descubriendo aquello que los hace mejores, siendo la meta asemejarse y/o superar a otros grupos, instituciones o países.

### **2.11.4. Importancia de la evaluación de los indicadores de impactos tecnológicos del MST:**

Cuba necesita la evaluación de impacto para orientar el desarrollo sostenible de sus comunidades, rectificar la dirección de la gestión de la ciencia en función del desarrollo social, lograr una mejor gobernabilidad y toma de decisiones, e

igualmente, para determinar cómo han sido las acciones precedentes y mejorar la calidad de las acciones futuras (Cuba, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, 1997).

En esa misma línea algunos países de América Latina se han planteado la necesidad de conocer la percepción que tiene la sociedad de la actividad científica y tecnológica, aspecto ya planteado en países desarrollados y que se relaciona no solamente con los impactos positivos de los resultados de la ciencia y la tecnología, sino también con los negativos derivados de las políticas implantadas por estos últimos (Organization for Economic Cooperation and Development, 1996).

La Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), desde hace una década ha venido trabajando en un proyecto sobre la conceptualización y estrategias para la medición del Impacto social de la ciencia y la innovación tecnológica mediante la construcción de indicadores. Desde el punto de vista teórico, se ha elaborado una metodología para medir los efectos del conocimiento científico y tecnológico sobre el desarrollo social y la calidad de vida de la población utilizando indicadores de impacto (Cuba, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, 2009).

Cuba está realizando un gran esfuerzo por abordar un tema tan complejo como el impacto de los resultados de la ciencia y la tecnología y su correspondiente medición. Esto nos coloca en la etapa más reciente de la evolución histórica de los indicadores de ciencia y tecnología, a la que se debe llegar conociendo los logros internacionales alcanzados en esta esfera, pero guiados por nuestra propia realidad y necesidades de medir el impacto, como un paso superior e importante para evaluar la eficiencia y potencialidad de nuestro Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica.

#### **2.11.5. Importancia de la evaluación de los indicadores de impactos ambientales del MST**

El término *impacto* (presentado en esta formulación por primera vez en 1824), se forma de *impactus* que en latín significa literalmente "chocar". Pero, en 1960 se le

otorgó el toque figurativo de acción fuerte y perjudicial. Así, en conjunción con la palabra ambiental, se le dio un significado de efecto producido en el ambiente y los procesos naturales por la actividad humana en un espacio y un tiempo determinados (Wathern, 1988, 7). De este modo se puede decir que el impacto ambiental (IA) implica los efectos adversos sobre los ecosistemas, el clima y la sociedad debido a las actividades, como la extracción excesiva de recursos naturales, la disposición inadecuada de residuos, la emisión de contaminantes y el cambio de uso del suelo, entre otros. Se reconocen impactos directos e indirectos (por el efecto secundario de los anteriores), que poseen tres dimensiones comunes de magnitud, importancia y significancia (André *et al.*, 2004).

Es importante comentar que los indicadores ambientales tienen que elaborarse tomando en cuenta la problemática específica de cada comunidad o territorio, aunque siguiendo los lineamientos generales; de lo contrario, se corre el riesgo de desarrollar un conjunto de datos desligados del contexto local. Además, en caso de no poder encontrar un indicador cuantificable, se puede acudir a una valoración cualitativa (Gómez Orea, 2003).

Se pueden agrupar los indicadores por área temática en relación con el medio afectado por los potenciales impactos, como agua (consumo y contaminación), atmósfera (contaminación), residuos (producción y disposición), suelo (uso y contaminación) y vegetación (biomasa, diversidad y deterioro), entre otros complementarios de carácter socioeconómico (Colmex, 2011).

## **2.12. Generalidades sobre los abonos orgánicos.**

El abono orgánico es un fertilizante que proviene de animales, humanos, restos vegetales, de alimentos, restos de cultivos, de hongos comestibles u otra fuente orgánica y natural, que sirve de nutrición para las plantas (Capistrán *et al.*, 2001). Este debe ser manufacturado técnicamente, transformado por vías biológicas a través de la biota y los agentes atmosféricos y estabilizados con ciertas propiedades que garanticen su calidad (Correa, 2003). También podemos decir que los abonos orgánicos es el proceso de la transformación de la materia orgánica compostada o fermentada en un determinado tiempo. Este proceso se

logra por medio de altas temperaturas que destruyen patógenos y hacen descomposición de nutrientes necesarios para las plantas. Es utilizado para la fertilización de cultivos o como mejorador de suelo Existen diferentes tipos de abonos orgánico uno de ellos es el humus de lombriz.

Se llama humus a la materia orgánica degradada en su último estado de descomposición por efecto de microorganismos y/o las lombrices, y que en consecuencia se encuentra químicamente estabilizada como coloide, el cual regula la dinámica de la nutrición vegetal en el suelo. El humus de lombriz además de ser un excelente fertilizante es un mejorador de las características físico-química del suelo (Hernández, 1995).

### **2.12.1. Beneficios que aportan los abonos orgánicos.**

Los abonos orgánicos tienen las ventajas de propiciar grandes beneficios a la producción de cultivo tales como: Aporte de algunos o casi la mayoría de los elementos esenciales para las plantas. Son de mayor residualidad que los fertilizantes inorgánicos. Tienen la particularidad de liberar nutrimentos en forma gradual, lo que garantiza un cierto suministro de nutrimentos para el cultivo durante su desarrollo. Mejoran la estructura del suelo, porosidad, aireación y capacidad de retención de agua. Tienen la habilidad de formar complejos orgánicos con los nutrimentos brindándoles a éstos mayor disponibilidad para las plantas. La materia orgánica posee mayor capacidad de intercambio catiónico (CIC) que las arcillas, por lo que la incorporación de abonos orgánicos tiene la capacidad de incrementar la CIC. Esto es muy favorable sobre todo en suelos con baja CIC como los arenosos (Varneroy Rojas, 2007)

### **2.12.2. Efecto de la aplicación de material orgánico y bioestimuladores en la agricultura.**

La tendencia actual en la agricultura es encontrar alternativas que garanticen el incremento de los rendimientos y disminuyan o eliminen el uso de fertilizantes, plaguicidas y reguladores del crecimiento producidos por las industrias químicas, ya que estos compuestos poseen un elevado riesgo de contaminación para el ambiente (Pérez, 1993). Algunos autores sostienen que la agricultura orgánica es

una visión holística de la agricultura, pues promueve la intensificación de los procesos naturales para lograr el incremento de la producción (Patriquin y Moncayo, 1991).

Aplicación de Biofertilizantes: todos los organismos vivos capaces de brindar algún beneficio a las plantas, ejemplos: Micorrizas: son simbiosis entre hongos y raíces de plantas superiores donde la planta suministra carbohidratos al hongo y este a su vez contribuye a la absorción de agua y nutrientes; Azotobacter: son bacterias que poseen un complejo enzimático capaz de reducir el Nitrógeno del aire a amonio para ser asimilado por las plantas; Fosforina: Son bacterias del género *Bacillus* que tienen la cualidad de producir ácidos orgánicos, enzimas y otras sustancias capaces de solubilizar el fósforo del suelo y ponerlo a disposición de la planta.

La combinación de prácticas de manejo de residuos que propician la conservación de suelo y el agua a través de la diversificación de los cultivos y las opciones de intensificación resulta en una mejora de la producción y la rentabilidad de la finca.

La biodiversidad sobre y bajo terreno estimula lo que permite un mayor nivel de control biológico de las malas hierbas plagas y enfermedades (Pulleman *et al.* 2008).

### **2.13. Los polígonos de suelo.**

La necesidad de dar mayor atención y prioridad al problema de la degradación de los suelos, aspecto que está en estrecha interrelación con el manejo de los recursos hídricos, la cobertura vegetal, el uso de la maquinaria agrícola, la sanidad vegetal, la influencia del hombre y otros factores, promovió en el año 2010 el surgimiento en Cuba de los Polígonos Demostrativos para el Mejoramiento y la Conservación del Suelo, el Agua y el Bosque. Esta idea fue inicialmente impulsada por el Vicepresidente Ulises Rosales del Toro, Ministro de la Agricultura en ese momento y encomendada al entonces Director General del Instituto de Suelos, Dagoberto Rodríguez Lozano, para su implementación y desarrollo en el país (Calero *et al.*, 2015 b). Los polígonos en Cuba, se conciben como sitios destinados

a implementar tecnologías integradas para la gestión de estos recursos, con la intervención de la sanidad vegetal y la mecanización, con el objetivo principal de crear capacidades para enfrentar el efecto del cambio climático con un enfoque agrícola sostenible. Este nuevo enfoque prioriza una visión holista en el sentido que el mejoramiento de los recursos naturales no se ve por separado sino que se concibe bajo los principios esbozados en el concepto de MST descrito por Urquiza, et al. (2011)

La conservación y el mejoramiento de los suelos en Cuba El suelo se concibe como un cuerpo natural, que se forma en relación estrecha con el medio y adquiere propiedades y características debido a la interrelación de los factores y procesos que inciden en su formación (Hernández et al., 2006), es considerado como un recurso natural no renovable en la escala del tiempo humana e imprescindible para la vida (Jenney, 1980) y es vulnerable al desequilibrio ecológico provocado por factores humanos y naturales (Cuevas et al., 2006).

El suelo, como se ha señalado en muchos textos y artículos es consecuencia de la propia vida y a la vez es una condición básica para su existencia, sin embargo, el hombre como actor clave de la sociedad no siempre reconoce el valor ecológico del suelo, su importancia como componente principal de la Tierra y solo lo aprecia como un medio de producción. De lo anterior se deriva que los suelos constituyen la base principal de la producción agropecuaria, así como el sostén y sustento de la biodiversidad, sin embargo, es uno de los recursos naturales menos cuidado por la sociedad, lo que ha provocado su degradación. En la actualidad, la protección del suelo y su conservación ha alcanzado gran importancia a nivel internacional tanto que en el año 2012 fue aprobada, por la Asamblea General de la Naciones Unidas, la iniciativa de la FAO de crear la “Alianza Mundial por el Suelo” y se declaró el año 2015, como Año Internacional de los Suelos y el 5 de diciembre como Día Mundial del Suelo (FAO, 2015).

En la provincia se inició el trabajo con los polígonos en la CCS Mariana Grajales, con una extensión en la Enrique Campos, de la comunidad la Jabilla, y en la UBPC Máximo Gómez, ubicada en Arenal de Yateras. Esas tres formas

productivas son sitios donde se realizan prácticas de MST utilizando los mismos principios a las implementadas en la UBPC Eliomar Noa, del municipio de Imías. En la actualidad existe un polígono demostrativo en cada municipio con la excepción de Guantánamo y Baracoa, que cuentan con dos, convirtiéndose en áreas de transferencia de tecnología y referencia para los productores de la zona. Ante esta situación es necesario crear sistemas de manejo del suelo que permitan obtener resultados productivos sostenibles y, a la vez, elevar el contenido de materia orgánica de los suelos, con el consecuente mejoramiento de sus propiedades físicas, químicas y biológicas; de ahí que la dirección del país ha manifestado la voluntad política de protegerlos y hacer un uso adecuado de los mismos con el objetivo de conservarlos y mejorarlos para las presentes y futuras generaciones.

Por ello, se utiliza el Programa Nacional de Conservación y Mejoramiento de Suelos (PNCMS) que abarca todas las actividades de su preservación, recuperación y rehabilitación de los mismos, y está sustentado en problemas ambientales como degradación de los suelos, deforestación, contaminación de aguas terrestres y marinas, y pérdida de la diversidad biológica (Romero, 2017).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Aspectos generales.**

La implementación de las actividades contenidas en el programa de Manejo Sostenible de Tierra (MST) en el Polígono Demostrativo para la Conservación de Suelos, Agua y Bosque del Ministerio de la Agricultura de la provincia de Guantánamo, se inició en el año 2009 y las evaluaciones de sus impactos a partir del 2015 hasta el 2019, el área en estudio abarca cuatro fincas de la *Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida* (CCSF) “Mariana Grajales” (Los Barzagas, Los Díaz, Daniel Noa y Salvador Guerra), en la localidad de Tumbalabana, municipio Guantánamo, las cuales abarcan una superficie de 64,25 ha. Las mismas fueron escogidas debido a su mayor representatividad dentro del Polígono, en cuanto a los indicadores a implementar con el Programa de MST.

Esta CCSF se encuentra ubicada al noroeste de la ciudad de Guantánamo, en el Km 5, a lo largo de la carretera que conduce hasta el poblado rural de Bayate, entre las coordenadas N 171 000 – 174 000 y E 664 000 – 668 000, colindando al Norte con la vía férrea Guantánamo – San Luis; al Sur con la carretera Guantánamo – Bayate; al Este con el Río Bano y al Oeste con el canal magistral Camarones.

#### **3.2. Caracterización edafoclimática del área de estudio.**

Para la caracterización edafoclimática de las áreas en estudio en cada una de las fincas (4) se tomaron muestras de suelo de cuatro puntos de la capa arable (0 – 30 cm de profundidad) y se procedió al estudio de sus características, en el laboratorio de Suelo de la Provincia de Guantánamo. Las mismas se caracterizaron a partir del estudio genético de los suelos de la Provincia Guantánamo (Mapa de suelos. Escala 1:25 000, 1990), que se corresponde con la Nueva Versión de la clasificación genética de los Suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 1999). Los estudios detallados se realizaron utilizando la escala de trabajo 1:10 000.

### 3.2.1. Caracterización edafológica de las áreas en estudio

De acuerdo a este aspecto, las características de los suelos de las cuatro fincas se informan a continuación:

En las fincas de Los Barzagas y Daniel Noa predominan los suelos Pardos con carbonatos, medianamente profundo, medianamente humificado, con mediana erosión; textura Loam arcilloso, con 54 cm de profundidad efectiva; pendiente ligeramente ondulado (2,1 – 4,0 %), con buen drenaje. Las fincas de Los Díaz y Salvador Guerra presentan suelos con características similares, sólo difieren en que la textura es arcillosa, tienen 58 cm de profundidad efectiva y que el drenaje de estas dos fincas varía de moderado a deficiente.

#### 3.2.1.1. Propiedades físicas de los suelos en las áreas en estudio

Las propiedades físicas de los suelos del polígono de referencia se presentan a continuación en la **tabla 1**.

**Tabla 1. Propiedades físicas de los suelos en las áreas en estudio.**

Finca	Prof. (cm)	Arena %	Arcilla %	Limo %	EC (mm/5h)	LSP (ml/100g)	LIP (%)	IP (%)
<b>los Barzaga</b>	58	8,10	65,60	26,30	255	70,25	45,44	24,81
<b>Daniel Noa</b>	58	8,10	65,60	26,30	150	83,5	29,5	54,00
<b>Los Díaz</b>	60	15,30	48,50	36,20	232	80,52	40,77	39,75
<b>Salvador Guerra</b>	60	15,30	48,50	36,20	208	74,5	42,60	31,90

Leyenda: Prof.: *Profundidad*, Arena: *Contenido de arena*, Arcilla: *Contenido de arcilla*, Limo: *Contenido de limo* EC.: *Elevación Capilar*, LSP: *Limite Superior de Plasticidad*, LIP: *Límite Inferior de Plasticidad*, IP: *Índice de Plasticidad*.

#### 3.2.1.3. Índice de compactación

En la **tabla 2**, se presentan los resultados de los índice de compactación de los suelos en las áreas en estudio de los suelos del polígono.

Finca	Índice de compactación (kg/cm <sup>2</sup> ) (0-20)	Densidad aparente (g.cm <sup>-3</sup> ) (0-20)	Humedad (%) (0-20)	Velocidad de infiltración (mm/h)
Los Barzagas	37,50	1,30	25,70	14,50
Los Díaz	20,10		25,80	14,60
Daniel Noa	32,00		26,10	15,10
Salvador Guerra	22,30		25,80	14,90

#### 3.2.1.4. Propiedades químicas de los suelos en las áreas en estudio.

En la **tabla (3)**, se presentan los resultados de los estudios realizados sobre las propiedades químicas de los suelos de las fincas estudiadas en el polígono.

**Tabla 3. Propiedades químicas de los suelos en las áreas en estudio.**

Finca	pH en KCl	Contenido de carbonato de calcio (CaCO <sub>3</sub> )	Ca <sup>2+</sup> Cmol. Kg <sup>-1</sup>	Mg <sup>2+</sup> Cmol. Kg <sup>-1</sup>	K <sup>+</sup> Cmol. Kg <sup>-1</sup>	Na <sup>+</sup> Cmol. Kg <sup>-1</sup>	Capacidad de cambio de base (S)
<b>Los Barzaga</b>	6,8	0,52	30,00	10,80	0,25	0,19	41,24
<b>Daniel Noa</b>	7,2	16,92	37,6	7,60	0,32	2,43	47,86
<b>Los Díaz</b>	6,9	0,00	40,58	4,36	1,25	1,25	47,46
<b>Salvador Guerra</b>	6,8	0,43	36	10,4	1,08	0,32	47,80

Leyenda: pH en KCl.: *pH en cloruro*, contenido de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>): Cationes *Intercambiables* (Ca<sup>2+</sup> Calcio, Mg<sup>2+</sup> Magnesio, K<sup>+</sup> Potasio, Na<sup>+</sup> Sodio); Capacidad de cambio de base (S); Capacidad de Intercambio Catiónico.

### **3.2.2. Caracterización climática del área de estudio**

Esta localidad presenta un clima Tropical de Sabana (Aw), según la clasificación de Köppen. El mismo se caracteriza por presentar valores de temperatura media anual de 25,6 °C, donde los meses más frescos resultan enero y febrero con 23,5 y 23,8 °C, respectivamente y como los más cálidos julio y agosto con 27,6 y 27,5 °C, respectivamente. La amplitud térmica diaria (diferencia entre la temperatura máxima media y la mínima media) es de 11,3 °C, con el mayor valor registrado en febrero (12,5 °C) y el menor en noviembre con 10,9 °C.

La precipitación anual es de 1094,6 mm con una marcada distribución estacional (algo típico del clima Tropical de sabana), con el 69% del acumulado anual en el periodo mayo-octubre.

La evapotranspiración potencial (ETP) anual resulta elevada y estable, mostrando un total anual superior en 1,28 veces que el acumulado de lluvia, con varios meses mostrando valores 3 o más veces superiores. En los meses de mayo, septiembre y octubre, la lluvia resulta significativamente superior a la ETP y en junio se comporta igual.

### **3.3. Evaluación del impacto de la implementación del Manejo Sostenible de Tierra en cuatro fincas representativas del Polígono Demostrativo para la Conservación de Suelo, Agua y Bosques del Ministerio de la Agricultura en la provincia de Guantánamo.**

Para evaluar el impacto del Manejo Sostenible de Tierra en las cuatro fincas en estudio se realizó una evaluación del comportamiento de los indicadores, a partir del año 2015 y hasta 2019 y se comparó con la caracterización de los mismos al inicio de la implementación del programa (año 2009), el cual se tomó como línea base para la evaluación de impactos.

Para el levantamiento de los resultados se utilizaron diferentes técnicas e instrumentos, dentro de los cuales se encuentran: entrevistas a informantes claves (con todos los integrantes de las fincas, tres miembros de la directiva de la CCS y tres funcionarios de la ANAP); la revisión documental y se aplicaron las herramientas metodológicas propuestas por el “Proyecto de Evaluación de la

Degradación de las Tierras Secas” conocido por sus siglas en inglés LADA, desarrollado en Cuba en el período 2006 – 2010 y del Set de indicadores e impactos generados por la introducción de principios de Manejo Sostenible de Tierras en los polígonos demostrativos para la conservación del suelo, el agua y el bosque en Cuba (Calero, *et al.* (2015).

Se utilizó el Anexo 1 de la Guía Metodológica contenida en el Manual de Procedimientos para el Manejo Sostenible de Tierra (CIGEA, 2011), con el propósito de describir las características de ubicación, localización, tenencia de la tierra y otras informaciones generales, que conjuntamente con mapas, registros y fotografías, forman parte del expediente de la finca para optar por la condición de Tierra bajo manejo.

### **3.4. Indicadores de impactos evaluados**

#### **3.4.1. Indicadores económicos del MST en el Polígono Demostrativo.**

Para la evaluación de los indicadores económicos se tuvo en cuenta la eficiencia en la producción y los servicios, aspecto determinante para la adopción, por parte del productor, de tecnologías que deben introducirse en la práctica agropecuaria.

Para determinar los impactos de este indicador se evaluaron el *Costo por peso* y los *Rendimientos de los cultivos*, según propone el manual de procedimiento para el Manejo Sostenible de Tierras (Urquiza *et al.*, 2011).

**Costo por peso:** el costo por peso de cada finca se tuvo en cuenta la relación existente entre los gastos y los ingresos y fueron calculados a partir de la siguiente fórmula.

$$CxP = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Gastos}}$$

Que se expresa en  $CxP = \text{Total de Gasto} / \text{total Ingresos}$  de los rendimientos de los productos agrícolas obtenido en cada finca

**Rendimiento productivo:** Para la evaluación de los rendimientos, expresados en ( $t.ha^{-1}$ ), se evaluaron los siguientes especies de cultivos: tomate (*Solanum lycopersicum* L.), variedad Vyta, sólo en el caso de Los Díaz se utilizó la variedad

Botijón en el año 2015; Maíz (*Zea mays* L.), variedad Gibara y en 2019 se utilizó la variedad P-7928; Fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.), se utilizó la variedad Delicias 364; Plátano vianda (*Musa paradisiaca* L.), variedad FIAT-21; Cebolla (*Allium cepa* L.) variedad Caribe 71; Fruta bomba (*Carica papaya* L.) de la variedad Maradol rojo; Guayaba (*Psidium guajava* L.), variedad Enana roja y Mango (*Manguiifera indica* L.) de la variedad Super Jay y en los Barzagas se sembraron las variedades Super Jay y Tomy Jay. Las labores agrotecnicas se realizaron siguiendo las indicaciones contenidas en los manuales e instructivos técnicos: Instructivo técnico para el cultivo del Tomate (MINAG, 1990); manual del cultivo Maiz (MINAG, 2011); Guía técnica para la producción de Fríjol común y Maíz (MINAG, 2006); para el Plátano, Instructivo técnico del cultivo (MINAG, 2012); Instructivo Técnico del Cultivo de la Cebolla (MINAG, 1983); Instructivo Técnico del cultivo de la Fruta Bomba (MINAG, 2007) y el Instructivo técnico para el cultivo de Mango (MINAG, 2011).

También se utilizaron los registros de los productores, los reportes obtenidos de los informes de producción; para el caso de cultivos de ciclo corto, se tomaron por cosechas; para los permanentes se registró el rendimiento promedio anual. Estos cultivos fueron monitoreados desde el inicio hasta el final de la cosecha, se registró la producción por cada planta y luego se estimó el rendimiento en toneladas por hectáreas (t.ha<sup>-1</sup>).

#### **3.4.2. Indicadores sociales del MST.**

Para la evaluación de este indicador se tuvieron en cuenta aspectos del bienestar de los productores y de la incidencia de estos en aspectos comunitarios, para esto se consideró los siguientes indicadores:

**Fuerza de trabajo:** Se analizó con los finqueros a través de encuestas la cantidad de trabajadores por sexo donde se incluyeron (fijos y temporales) que trabajaron anualmente en las fincas. Luego esta información se rectificó en las nóminas, a partir de los análisis del procesamiento de las encuestas, respecto a la tendencia y las características de la misma.

**Ingresos personales:** Se solicitó al departamento económico, el registro de los salarios de los trabajadores en los último 10 años, para obtener el salario

promedio de los trabajadores (fijos y temporales) que laboran en las fincas, se tuvo en cuenta salario y estimulación.

**Entidades que integran al polígono:** Para hacer el diagnóstico de este importante indicador se creó un grupo multidisciplinario, que introdujo, consolidó y replicó las buenas prácticas agropecuarias para realizar el plan de manejo, el cual consideró las instituciones nacionales, provinciales y municipales, entidades de investigación, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, con incidencia en las actividades (Control y Monitoreo; Capacitación, Cultura y comunicación y de Proyectos) que se realizan en las fincas a través de visitas técnicas, control de extensión, científicas, de la prensa, de capacitación, de intercambio de experiencia, etc.

**Contribución a la Formación Vocacional y Técnica:** Para la evaluación de este indicador se visitó la escuela primaria 28 de Septiembre con el objetivo de cuantificar los pioneros de los grado 4to, 5to y 6to que conforman el círculo de interés, además se tuvieron en cuenta estudiantes de la enseñanza media del Politécnico “Enma Rosa Chuy” y de la Universidad de Guantánamo, para seguir monitoreando la vinculación de los estudiantes de las carreras de Agronomía, Forestal, Agropecuaria y Agroindustrial, a partir de tercer año de la carrera con posibilidades de realizar sus trabajos de diploma.

### **3.4.3. Indicadores tecnológicos del MST.**

**Tecnología para el mejoramiento y la conservación de los suelos:** El diagnóstico permitió elaborar un plan de manejo para mitigar las limitantes determinadas, para ello se consultaron los manuales de manejo sostenible de tierra (MST) (Urquiza *et al.*, 2011) y el manual de conservación y mejoramiento de suelo (Fuentes *et al.*, 2014). Para la implementación de las acciones se capacitaron a los trabajadores y técnicos de la CCS “Mariana Grajales” a través de talleres, clases prácticas y asistencia técnica directa en el campo. Las acciones se ejecutaron según la Norma Cubana 881 (2012), Medidas sencillas de Conservación de suelos, especificaciones, las certificaciones para acceder al financiamiento del PNCMS, se hicieron según el Procedimiento específico para el

uso y control del financiamiento estatal del PNCMS, del Ministerio de la Agricultura en Cuba (MINAG, 2018). Se emplearon equipos para determinar pendiente y para trazar las curvas a nivel como; el teodolito y el caballete de tijera y la T para medir distancia entre plantas. En la investigación se usaron los modelos de avance y el modelo para captar información de indicadores, ambos aprobados para el seguimiento del programa de polígonos por el departamento de suelos del Ministerio de la Agricultura, con una frecuencia mensual y anual, respectivamente.

Se trabajará con las medidas de control y las tecnologías validadas por el Instituto de Suelos y otras instituciones, que a continuación se mencionan.

**Barrera vivas:** Se cuantificaron la cantidad de barrera vivas, las que se encontraban a una distancia de 10 a 30 m de separación y se sembraron plantas perennes con marco hasta 0,20 m a 0,30 m, se estableció a tres bolillos según las especies utilizadas, según por el manual de procedimiento para el Manejo Sostenible de Tierras (Urquiza *et al.*, 2011).

**Drenaje:** Se realizó la obra para permitir la evacuación del exceso de aguas en los suelos, evitando el encharcamiento y se ejecutaron la construcción y mantenimiento de canales de drenaje, en función de la pendiente del suelo y la velocidad de infiltración, evacuando las aguas hacia cauces naturales, embalses, o al mar (Urquiza *et al.*, 2011).

**Compost:** a partir del diagnóstico en las fincas se determinaron las condiciones para la introducción de la tecnología de compost, para su elaboración se procedió, primeramente a acumular los diferentes residuos en pilas a una distancia de 5 metros de separación y se mezcló a una proporción; Estiércol vacuno (50%) + Res. Cosecha (50%), las pilas de compost elaboradas fueron de 1,2 metros. de ancho por 1,5 metros de largo y 1 metro de altura, siguiendo las indicaciones contenidas en el Manual Técnico para Organopónico, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprotegida (Rodríguez *et al.*, 2011)

**Lombricultura:** Se realizó el diagnóstico para determinar la condiciones para la introducción de la tecnología de la lombricultura, donde se determinó establecer la misma en dos fincas (Los Barzaga y los Díaz), con la siembra con la lombriz Roja

Californiana con vista a reciclar todo tipo de materia orgánica, transformándola en humus y se colocó 2 kilogramos de lombrices adultas, en su mayoría por cada lecho de 1 metro cuadrado. Posteriormente se tapó el lecho con 10 cm de paja y finalmente se regó cuidadosamente, como recomienda el Manual Técnico para Organopónico, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprotegida (Rodríguez *et al.*, 2011). Además se les determinó el pH, contenido de materia orgánica, porcentaje de nitrógeno, y la relación de carbono nitrógeno. Los análisis se realizaron en el laboratorio provincial de suelo de la provincia de Guantánamo, siguiendo las normas establecidas (normas cubanas: NC 2001:2015; NC 52:1999; NC 51:1999 y NC 1043:2014).

#### **3.4.4. Indicadores ambientales del MST.**

Para valorar los indicadores ambientales en las fincas (área beneficiada con la aplicación de abonos orgánicos e indicadores de calidad del suelo), se realizó una consulta sobre la base de la metodología descrita en la Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental" (Conesa *et al.*, 1995 y por el manual de procedimiento para el Manejo Sostenible de Tierras (Urquiza *et al.*, 2011). Se consideraron como línea base, los resultados del diagnóstico inicial (2009). Los datos se obtuvieron mediante encuestas, entrevista con los finqueros y observaciones.

**Incremento del índice de la calidad del suelo:** Para el diagnóstico fue necesario tomar muestras para hacer los análisis agroquímicos, para ello se usó el método sistémico de muestreo, los análisis realizaron en el laboratorio provincial de suelos, Guantánamo (2010 - 2016), el mismo se realizó preparando las muestras, su secado y posterior tamizado hasta obtener una granulometría de 0.5 mm. La determinación del pH, el contenido de Fósforo, Potasio y Materia Orgánica de cada una de las muestras, se realizó en correspondencia con las normas cubanas: NC 2001:2015; NC 52:1999; NC 51:1999 y NC 1043. 2014. Se procedió del siguiente modo: Para determinar el pH, se preparó una suspensión de suelo en agua en una relación de 1:2, y por el método potenciométrico, (pHmetro), se registró la concentración de iones hidrógeno presentes. El Fósforo y Potasio se

determinaron por el método de Oniani, haciendo una extracción de una solución con ácido sulfúrico a 0.1%. Posteriormente, utilizando el colorímetro para determinar la concentración de Fósforo y el fotómetro de llamas para determina el contenido de Potasio, se obtuvieron los resultados deseados. El contenido de materia orgánica presente en el suelo se determinó por el método Walkley y Black con ayuda de un colorimétrico, y en correspondencia con la norma cubana (NC 1043:2014). Calidad del Suelo. Determinación de los Componentes Orgánicos.

Se usaron los siguientes materiales: bolsas de nylon negras de 20 X 30 cm, tarjetas para la identificación de las muestras, hilo para el amarre de las tarjetas, barrenas de tipo holandesa, picos, mapas a escala detallada o croquis de los campos, GPS, libreta de campo, cuchillo, modelo de envío de muestras al laboratorio, el SIG MapInfo 10.5, que permite el manejo de toda información generada en el terreno, en formas de mapas ge referenciados, este indicador es realizado por los especialistas de suelos de UCTB Guantánamo.

**Uso de medidas antierosivas:** Se calculó el sedimento retenido por el establecimiento de medidas antierosivas; así como, el área erosionada ya estabilizada, con barreras vivas, surcos en contornos o en el menor sentido de la pendiente, terrazas, bordos, correcciones de cárcavas, independencia hídrica y otras. Se evaluó a partir de la metodología de la FAO que aparece en el manual de procedimientos “Manejo Sostenible de Tierras” (Urquiza *et al.*, 2011), para la evaluación del sedimento retenido se determinó la cantidad de suelos retenidos detrás de cada barrera, teniendo en cuenta la altura alcanzada por sedimento a lo largo de toda la barrera y ancho alcanzando en el sentido de la contra pendiente, el cálculo se realizó empleando los indicadores anteriores, valores de la profundidad de acumulación obtenidos de suelos retenidos en cada de la barrera multiplicada por el ancho del muestreo en cada sitio de trabajando dividiendo entre dos por tener forma triangular y multiplicando por la longitud de la barrera desde que se realizó la barrera; (volumen de suelo acumulado = altura x largo x ancho / 2 x Densidad Aparente), la tasa anual de la pérdida de suelo al dividir la cantidad acumulada de suelo por la cantidad de años, para obtener la cantidad de suelos

acumulado, según Metodología para medir las acumulación de suelos retenidos (Fuentes *et al.*, 2019)

**Siembra de barrera vivas:** en las áreas de estudio se implementaron 18 barreras vivas a una distancia entre sí de 0,15 – 0, 20 cm, hasta 30 metros de largo, las barreras vivas fueron ubicadas según la pendiente que fue entre 1,1% - 2,0%, según la metodología de Suárez de Castro (1970). Manual de procedimiento para el Manejo Sostenible de Tierras (Urquiza *et al.*, 2011).

**Independencia hídrica de los campos:** esta medida se realizó por cada finca y fue encaminada a impedir que los excesos de agua de una parcela afecten a la parcela vecina, lo cual se logró la realización de surcos que limitaban cada campo, los que se ubicó de manera adecuada, actuando como surcos reguladores (Urquiza *et al.*, 2011).

#### **Producción y uso de abonos orgánicos y Biofertilizantes.**

Para la producción de abonos orgánicos se establecieron dos lombricultura en las fincas “Los Barzaga” y “Los Díaz”, con un área cada una de 25 metros cuadrados, empleando estiércol vacuno y materia orgánica, para la obtención de el humus de lombriz, además en todas las fincas se montaron compost y se cuantificó las cantidades de humus de lombriz y compost en toneladas producidas y su aplicación en las fincas (MINAG, 1985).

Además para saber la calidad del humus se determinaron los elementos más importantes esta son: pH, materia orgánica y relación C/N. Para realizar estos análisis se trabajó por los métodos analíticos de la A. O. A. C (1950) y las técnicas descritas en el manual de técnicas analíticas del laboratorio de Agroquímica del INCA (Paneque *et al.*, 2001), realizado en el laboratorio de suelo Guantánamo.

**Calidad de agua de riego.** Para esto se tomaron muestras en varios puntos, a medio fondo. Estas submuestras se mezcló para obtener la muestra final y se envió al laboratorio de Suelos Guantánamo. Se tomó la muestra de agua en dos periodos (secos y lluviosos), Se hizo en el laboratorio, según las normas establecidas (NC 827 (2010) y (NC 1048 (2014). Calidad del suelo, agua para el

riego y el Manual de Operaciones Sartorius Professional Meter (2006), se determinó la conductividad eléctrica (CE) del agua, se determina por la formula  $SST= 640 C.E \times (dS. m^{-1})$ , según Indicaciones Prácticas para la Conservación, Mejoramiento y Fertilización de Suelos, Fuentes *et al.*, (2018).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Caracterización los indicadores del Manejo Sostenible de Tierra en las cuatro fincas del Polígono Demostrativo, al inicio de la implementación de las acciones del Manejo Sostenible de Tierra.

#### 4.1.1 Caracterización de los indicadores económicos.

##### Costo de producción

Como se muestra en la **tabla 4**, en la fase inicial de la implementación del MST, en el año 2009, los costos de producción de las fincas estudiadas estuvieron entre 0,60 pesos, en la finca “Los Díaz” y 0,75 pesos en la finca “Daniel Noa”; es decir, en todos los casos, están por debajo de 1,00 peso, siendo esto un indicador favorable, que indica rentabilidad.

**Tabla 4.** Costo por peso de las fincas estudiadas, al inicio de la Implementación del MST (año 2009).

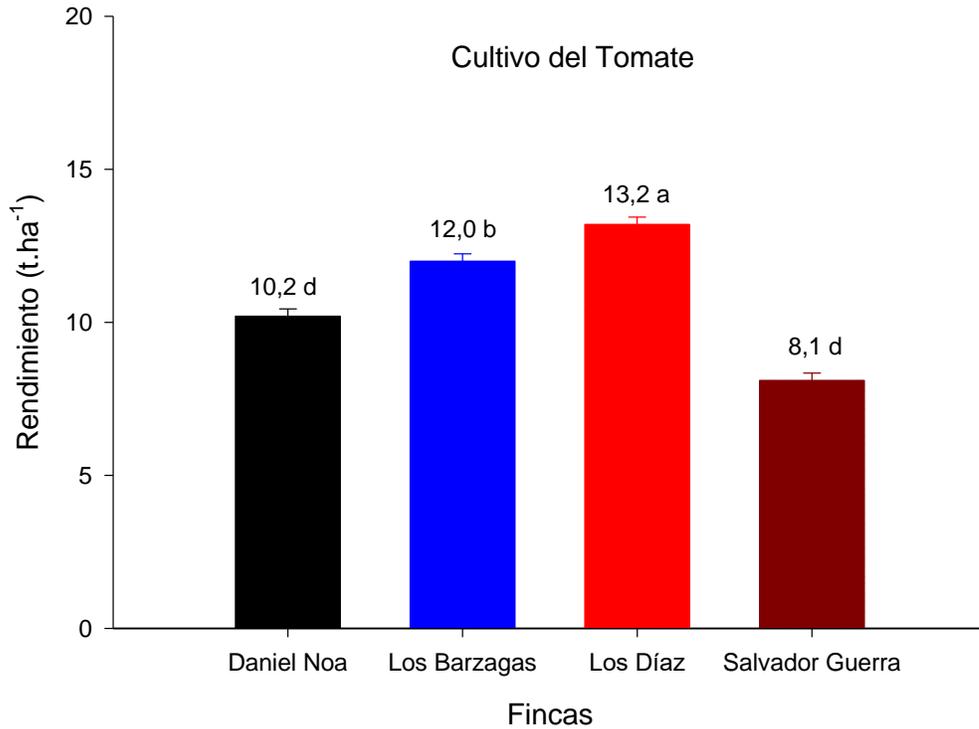
	Finca			
	Los Barzagas	Los Díaz	Daniel Noa	Salvador Guerra
Costo de producción	0,70	0,60	0,75	0,71

Este aspecto es muy importante ya que mantener este por debajo de 1 indica los niveles de eficiencia en el sistema de producción.

##### Rendimiento productivo.

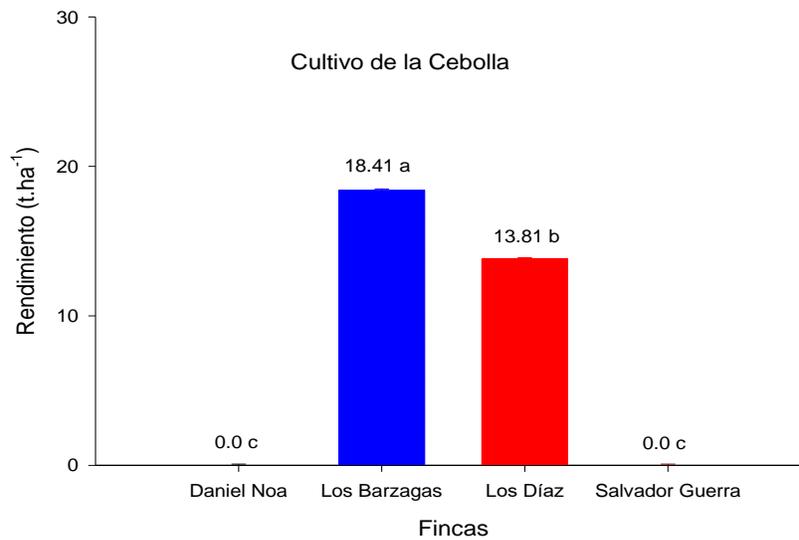
En cuanto a los rendimientos productivos en la fase de diagnóstico, se presentan el comportamiento de las ocho (8) especies de plantas evaluadas en las fincas del polígono y que son de interés para el programa.

Al evaluar el comportamiento del tomate, al inicio de la implementación del programa de MST (**Figura 1**), se observa que los mayores rendimientos están en la finca “Los Díaz”, seguida por los de la finca “Los Barzagas”. Los menores rendimientos se encontraron en la finca “Salvador Guerra”, con 8,1 t.ha<sup>-1</sup>.



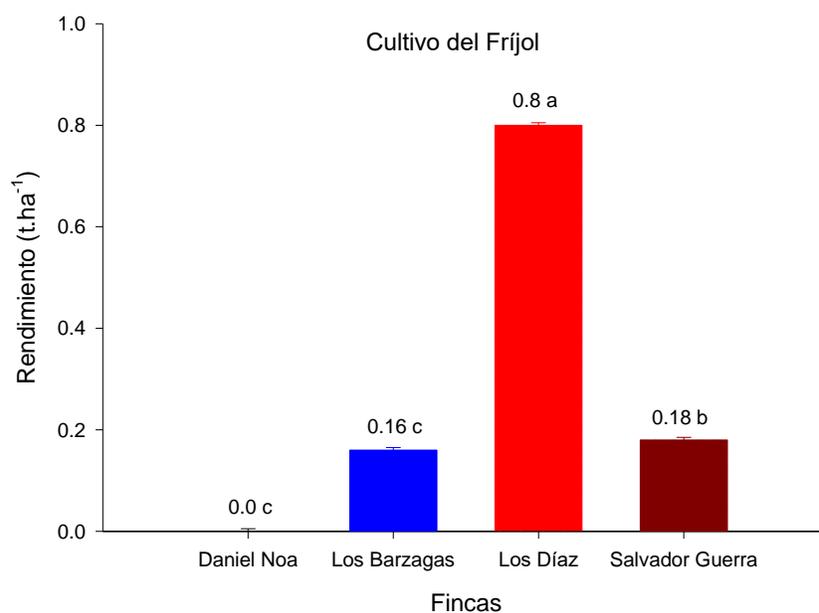
**Figura 1.** Comportamiento del tomate al inicio de la implementación del programa de Manejo Sostenible de Tierra. I, Error estándar de la media.

En el caso de la Cebolla (**Figura 2**), se pudo observar que sólo dos fincas se dedicaban a este cultivo; “Los Barzagas” y “Los Díaz”, donde los mayores rendimientos correspondían a “Los Barzagas”, los que superan en 25% al de la finca “Los Díaz”.



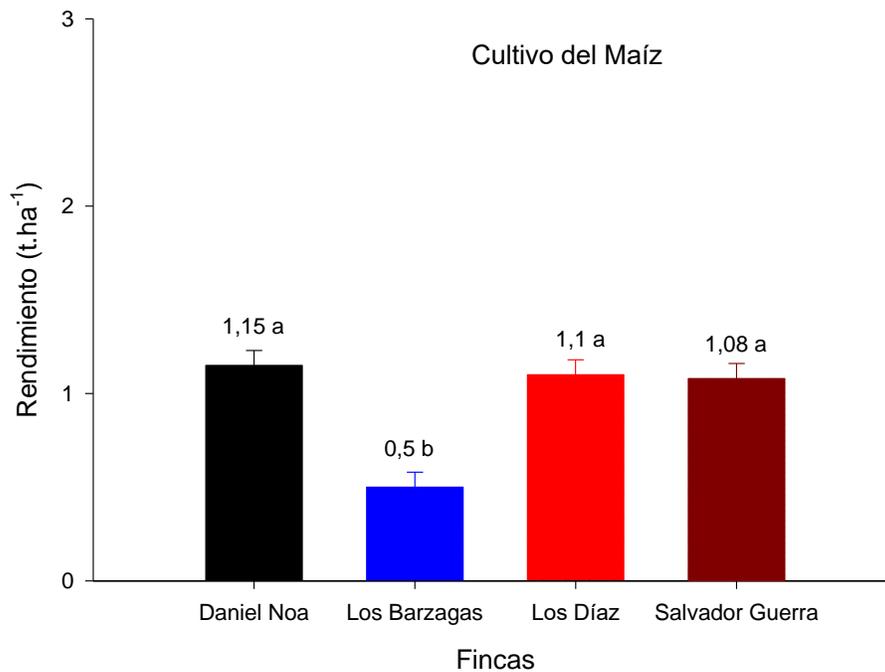
**Figura 2.** Rendimiento productivo de la Cebolla en las fincas, al inicio de la Implementación del Manejo Sostenible de Tierra. I, Error estándar de la media.

Con relación al cultivo de Frijol (**Figura 3**), se observa que en la fase inicial de la implementación del MST, la finca “Daniel Noa” no contaba con este cultivo y dentro de las tres fincas restantes, la finca “Los Díaz” contaba con los mayores rendimientos, los cuales superan en 77,5%, al de la finca “Salvador Guerra”, la cual sigue con los mejores rendimientos.



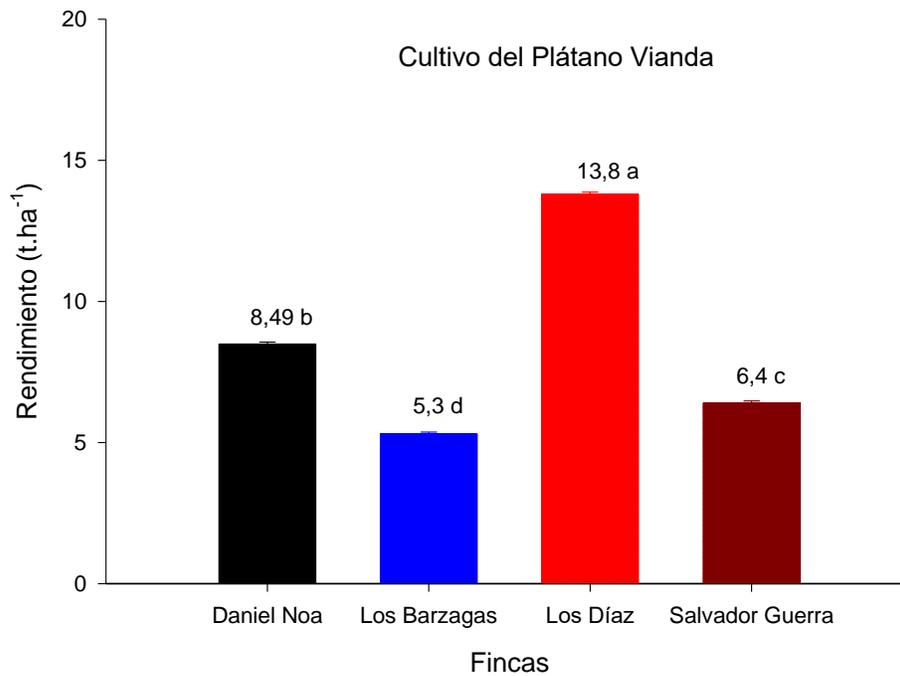
**Figura 3.** Rendimiento productivo del Fríjol en las fincas objeto de estudio, al inicio de la Implementación del MST. I, Error estándar de la media.

En cuanto a los rendimientos del cultivo del Maíz (**Figura 4**), se observaron rendimientos similares entre las fincas “Daniel Noa”, “Los Díaz” y “Salvador Guerra”, los cuales son superiores al encontrado en la finca “Los Barzagas”.



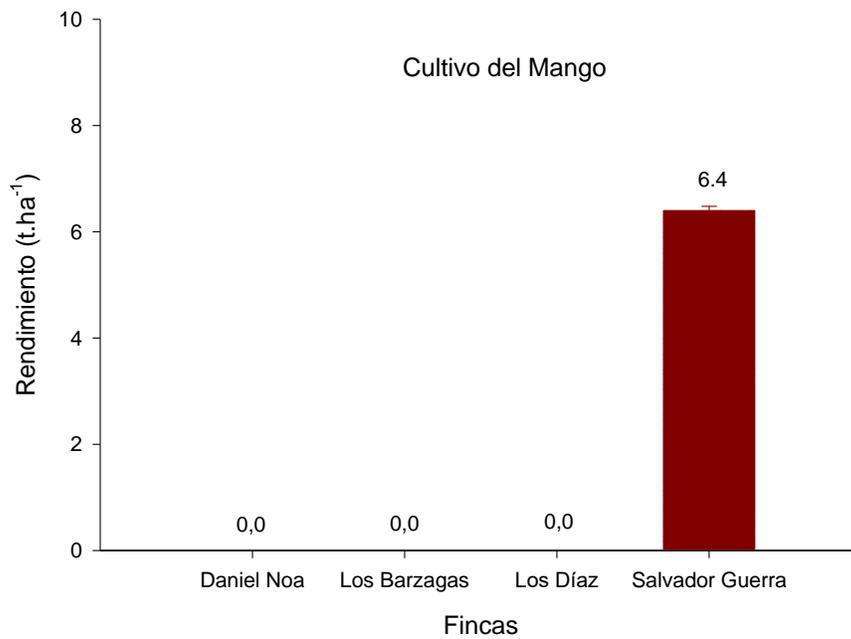
**Figura 4.** Rendimiento productivo del Maíz en las fincas objeto de estudio, al inicio de la Implementación del MST. I, Error estándar de la media.

Al evaluar el rendimiento productivo del Plátano Vianda (**Figura 5**), se observa que los rendimientos logrados en la finca “Los Díaz”, superaron significativamente a los restantes tratamientos, seguidos del de la Finca “Daniel Noa” y coincide con los menores resultados, la finca “Los Barzagas”.



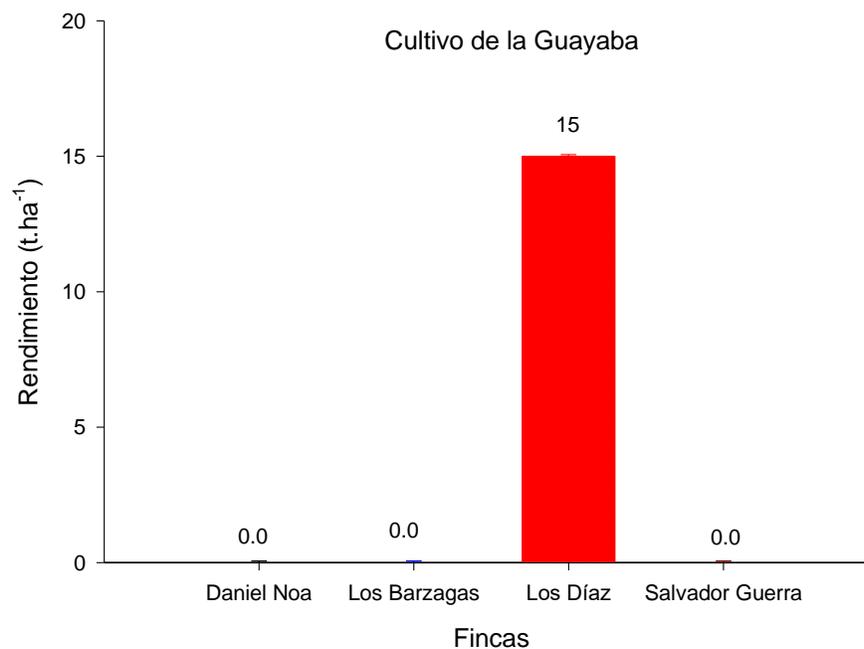
**Figura 5.** Rendimiento productivo del Plátano Vianda en las fincas objeto de estudio, al inicio de la Implementación del MST. I, Error estándar de la media.

En el caso del rendimiento del Mango (**Figura 6**), se reportan rendimientos de esta fruta sólo en la Finca “Salvador Guerra”, la cual obtiene rendimientos de 6,4 t.ha<sup>-1</sup> como promedio.



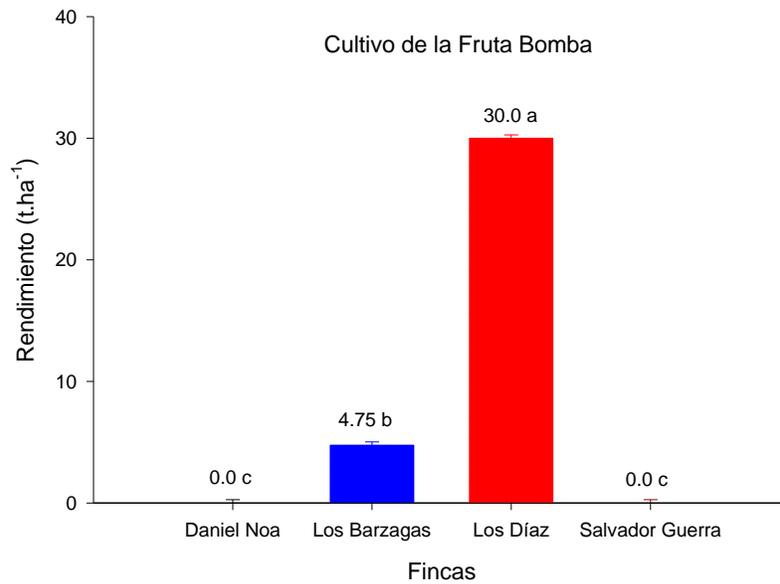
**Figura 6.** Rendimiento productivo del Mango en las fincas objeto de estudio, al inicio de la Implementación del MST. I, Error estándar de la media.

Durante la fase de diagnóstico, al inicio de implementar el MST, se evidenció que la guayaba sólo era cultivada en la finca “Los Díaz” (**Figura 7**), la cual obtenía un rendimiento de 6,4 t.ha<sup>-1</sup>.



**Figura 7.** Rendimiento productivo de la Guayaba en las fincas objeto de estudio, al inicio de la Implementación del MST. I, Error estándar de la media.

La evaluación del Rendimiento productivo del cultivo de la Fruta Bomba, dónde “Los Barzagas y “Los Díaz”, contaban con ese cultivo, donde los rendimientos de este cultivo fueron superiores en la Finca “Los Díaz”. Las restantes fincas no contaban con la siembra de este cultivo.



**Figura 8.** Rendimiento productivo de la Fruta Bomba en las fincas objeto de estudio, al inicio de la Implementación del MST. I, Error estándar de la media.

De manera general, se observa que la mayor biodiversidad se encuentra en la finca “Los Díaz”, en la cual al inicio de la implementación del programa de MST, se desarrollan siete de los ocho cultivos estudiados. Con mejores comportamientos le sigue la Finca “Los Barzagas” con seis especies. También la finca “Los Díaz” coincide de forma general con los mejores rendimientos de las áreas; con excepción, del cultivo de la Cebolla y el Mango.

El comportamiento observado pudo deberse a que los productores de esta finca tienen un cultura productiva superior al de las demás Fincas y cumplen con la labores culturales que aparecen en los instructivos técnicos de los diferentes cultivos, con una mayor disciplina. Sumado a esto, aplican con mayor sistematicidad los resultados de la Ciencia y la Técnica; tales como, aplicación de Enmiendas orgánicas y dentro de ellos, materia orgánica, biofertilizantes y Bioestimulantes.

#### 4.1.2 Caracterización de los indicadores sociales del MST en el Polígono Demostrativo.

##### Fuerza de trabajo

Al diagnosticar la fuerza de trabajo con que cuenta cada finca se pudo observar que “Los Barzagas” y “Los Díaz” tenían un mayor número de trabajadores (**Tabla 5**). Comportamiento que responde a la cantidad de área de cada finca, donde “Los Barzagas” presenta un área de 19,03 hectáreas; “Los Díaz”, de 35,92 hectáreas; “Daniel Noa”, de 4,48 hectáreas y Salvador Guerra, de 4,82 hectáreas.

**Tabla 5:** Comportamiento de la fuerza de trabajo, al inicio de la implementación del MST (año 2009).

Sexo	Finca			
	Los Barzagas	Los Díaz	Daniel Noa	Salvador Guerra
Hombres	20	45	2	2
Mujeres	8	15	2	1

Como se puede observar, se destaca que en cuanto a la fuerza de trabajo predomina el sexo Masculino, con excepción a lo encontrado en la finca Daniel Noa, que presenta el 50 % de mujeres.

##### Ingresos personales

En las cuatro fincas que se realizó el estudio se evidencia que los ingresos personales (**Tabla 6**) obtenidos mensualmente por los trabajadores vinculados al polígono, superan los 500,00 pesos; se destaca, que además de percibir el salario, todos los trabajadores reciben alimentación durante la jornada laboral y productos para el autoconsumo, lo cual ha garantizado mayor estabilidad de la fuerza productiva.

**Tabla 6.** Ingresos personales de los trabajadores de las finca de objeto de estudio, al inicio de la implementación del MST (año 2009).

Finca	2009
Los Barzagas	700,00
Los Díaz	800,00

Daniel Noa	507,00
Salvador Guerra	700,00

Al comparar, el caso específico de la Finca “Los Díaz”, superan a las restantes finca, lo cual responde a una mayor diversidad de cultivos y la realización de una mayor cantidad de labores agrotécnicas.

Se destaca que en todas las fincas, los ingresos promedios se consideran buenos, ya que según la ONEI (2018), el salario medio de los trabajadores en Guantánamo, Cuba; en 2009, era de 396 pesos.

#### **Entidades integradas al polígono.**

Cuando se realizó el diagnóstico, en el año 2009, al iniciar la implementación del Manejo Sostenible de Tierra, solo existían un total de cuatro (4) entidades integradas al polígono: La Unidad de Ciencia Técnica de Base de Suelos, La Asociación Nacional de Agricultores pequeños, el Centro Provincial de Sanidad Vegetal y La delegación de la Agricultura en el municipio de Guantánamo y la provincial.

#### **Contribución a la formación vocacional y técnica.**

Cuando se realizó el diagnóstico en el 2009, no existía vinculación de estudiantes de ninguna forma de enseñanza. A partir de la implementación del Manejo Sostenible de Tierra, en este mismo año, se comenzaron a implementar acciones y con ellas la vinculación de los estudiantes de enseñanza media y universitaria para la realización de prácticas de diferentes especialidades.

#### **4.1.3. Caracterización de los indicadores tecnológicos del MST en el Polígono Demostrativo.**

##### **Tecnologías para el mejoramiento y la conservación de los suelos.**

En la fase de Diagnóstico de la investigación, en el año 2009, no existían ningunas tecnologías para el mejoramiento y la conservación de suelos; tales como, el drenaje, la lombricultura y el compost, ya que eran los mayores problemas dentro de los límites del polígono demostrativo. Se indicó incluir en el plan de Manejo

Sostenible de Tierra, las tecnología para el mejoramiento y la conservación de los suelos (Drenaje, Lombricultura y Compost).

#### 4.1.4. Caracterización de los indicadores ambientales.

##### Incremento del índice de la calidad del suelo.

Cuando se realizó el diagnóstico, ninguna finca contaba con el estudio agroquímico, por lo cual se orientó realizar el estudio de fertilidad de suelo. Al inicio de la Implementación del Manejo Sostenible de Tierra (2009), se pudo evidenciar que de manera general, el pH de las fincas en estudio se considera Neutro (**Tabla 7**). Con relación a los restantes indicadores se observa que en los resultados de las fincas los niveles de  $P_2O_5$  y  $K_2O$  son clasificados de medio y en la Materia Orgánica (MO) de bajos.

**Tabla 7.** Estudio de fertilidad de suelo, al inicio de la Implementación del Manejo Sostenible de Tierra.

Finca	pH (CIK)	Eval.	$P_2O_5$ mg.10 $0g^{-1}$	Eval	$K_2O$ mg.10 $0g^{-1}$	Eval.	M.O %	Eval.
Los Barzagas	6,85	Neutro	18,20	Medio	16,00	Medio	2,44	Bajo
Los Díaz	6.95	Neutro	19,50	Medio	18,20	Medio	2,90	Bajo
Daniel Noa	7,00	Neutro	17,95	Medio	17,15	Medio	2,44	Bajo
Salvador Guerra	6,80	Neutro	17,60	Medio	15,50	Medio	2,58	Bajo

##### Uso de medidas antierosivas.

En el diagnóstico existían pocas medidas antierosivas, por lo que se estableció un plan de manejo para la protección de los recursos suelos, agua y bosque en las áreas del polígono, estas medidas antierosivas permiten condicionar los suelos para el desarrollo de los cultivos.

### **Producción y uso de abonos orgánicos y biofertilizantes.**

Relacionado con la producción y aplicación de materia orgánica y biofertilizantes en el diagnóstico, existía poca cultura de la producción y aplicación, por lo cual se indicó su implementación.

### **Calidad de agua de riego.**

Las áreas dedicadas a los cultivos varios no tenía evidencias de estudio de la calidad del agua, por lo que en el diagnóstico se hizo necesario crear y/o mejorar las condiciones de riego y drenaje para un uso eficiente del agua.

### **4.2. Comportamiento de los indicadores de Manejo Sostenible de Tierra en las cuatro fincas seleccionadas para el estudio, a partir de su implementación.**

Para evaluar el comportamiento de los indicadores de impactos económicos, ambientales, sociales y tecnológicos del MST, se utilizaron los procedimientos elaborados por Calero *et al.* (2015).

#### **4.2.1. Comportamiento de los indicadores económicos.**

##### **Costo por peso.**

Como se muestra en la (**tabla 8**) en este periodo se evidencia que de manera general existe una disminución del costo por peso, lo cual está estrechamente relacionado con el aumento de los rendimientos de los principales cultivos y la puesta en explotación de todas sus áreas. En el caso específico de los productores de las fincas “Salvador Guerra” y “Daniel Noa”, en los dos primeros años, aumentó el costo por peso debido a un incremento de los gastos ocasionados por la rehabilitación y mantenimiento de sistemas de drenajes contratados con la brigada de operarios manuales de la Unidad Empresarial de Base de Cultivos Varios del municipio Guantánamo.

**Tabla 8.** Comportamiento del costo por peso en cada una de las fincas evaluadas en el periodo 2015 - 2019.

Finca	Años					
	2009	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Los Barzaga</b>	0,70	0,63	0,63	0,65	0,56	0,65
<b>Los Díaz</b>	0,60	0,58	0,58	0,40	0,40	0,40
<b>Daniel Noa</b>	0,75	0,81	0,81	0,72	0,72	0,72
<b>Salvador Guerra</b>	0,71	0,79	0,79	0,67	0,67	0,67

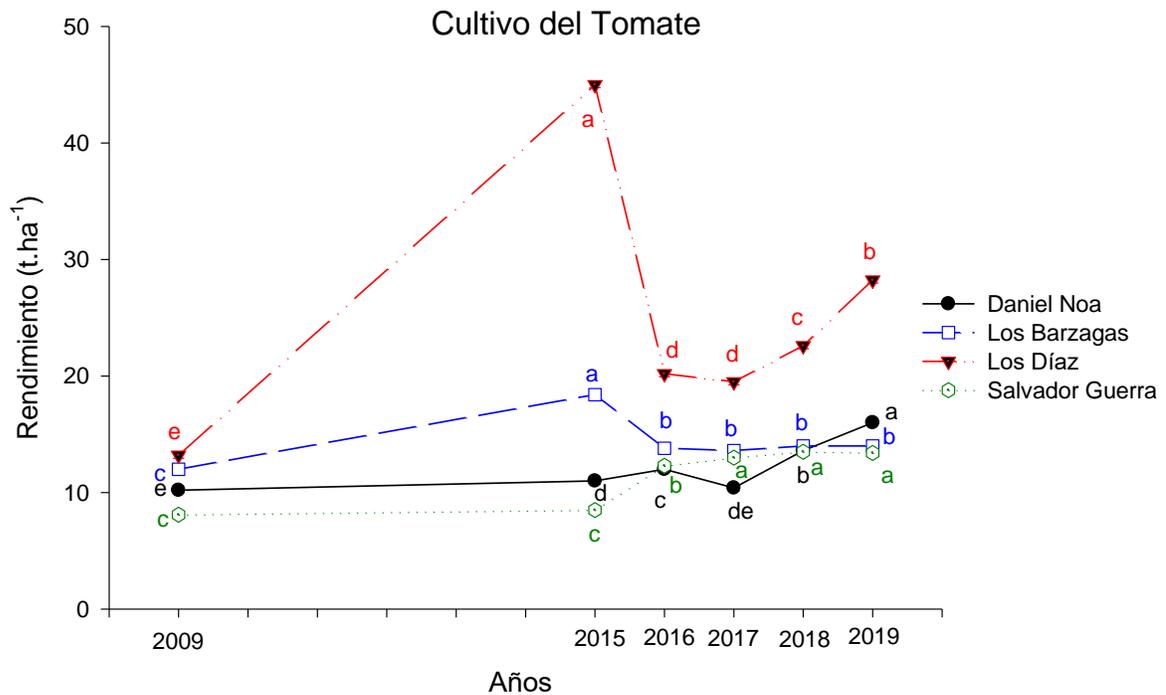
En las fincas “Los Barzagas” y “Los Díaz”, la disminución del costo por peso, conforme incrementan los años, es debido a que es donde más rápido se consolida el establecimiento y producción de frutales, logrando en los tres primeros años del establecimiento de las plantaciones, otras producciones a partir del intercalamiento con granos, viandas y hortalizas, que no suman grandes gastos y si generan ingresos adicionales a las áreas.

### **Rendimiento productivo**

Al hacer un análisis del impacto de la implementación del MST sobre los rendimientos de los principales cultivos objeto de estudio en cada una de las fincas se obtuvieron los siguientes resultados.

#### **Cultivo del Tomate (*Solanum lycopersicum* L)**

En la **Figura 9** se puede observar que de manera general el rendimiento del tomate aumenta en comparación con el año base (2009), mostrando diferencias significativas entre los primeros y los últimos años, lo cual evidencia el efecto positivo de las acciones de MST establecidas en cada una de las fincas.

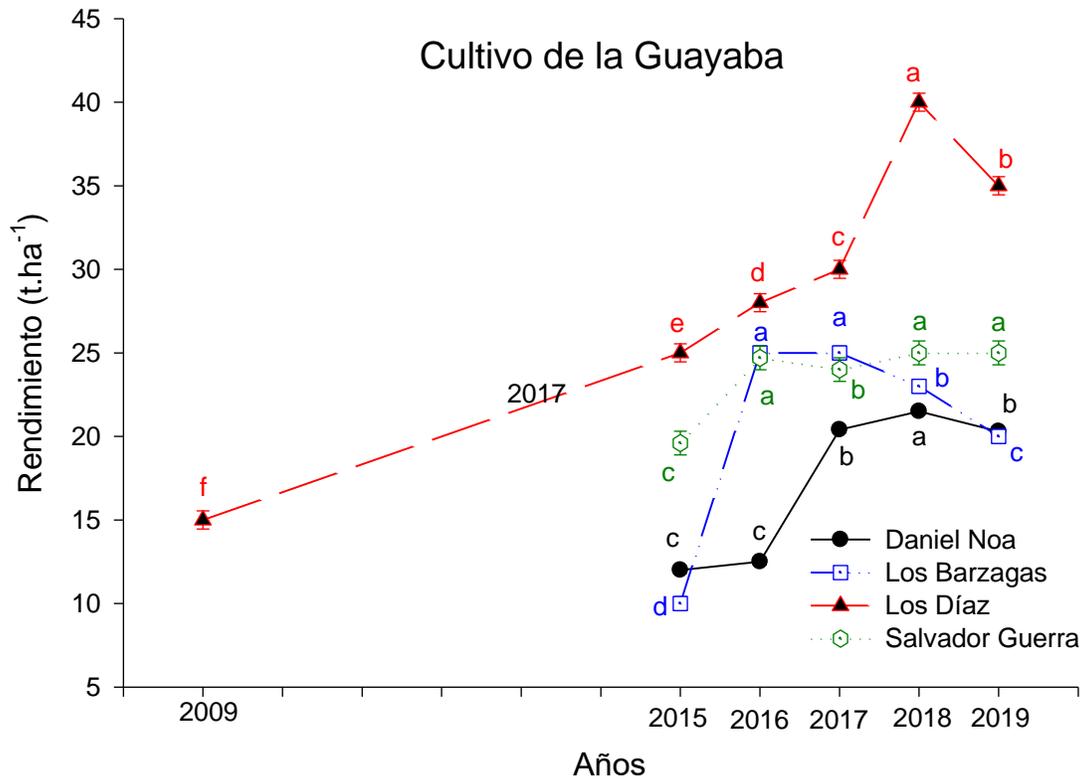


**Figura 9.** Impacto del Manejo Sostenible de Tierra en el rendimiento productivo del Tomate. I, Error estándar de la media.

En la finca “Los Diaz” y “Los Barzagas”, en el año 2015 se obtuvieron rendimientos que difieren significativamente con los obtenidos en las demás fincas y por estas mismas en todo el periodo evaluativo fundamentalmente por la introducción de la variedad de tomate para la industria conocida como Botijon, que no se utilizó en años posteriores por que estas áreas fueron plantadas con tomate para el consumo fresco.

En el cultivo de Guayaba con excepción de la finca Los Díaz, los demás productores la cosecha comienza a partir del 2015, mostrando un incremento en los rendimientos de manera exponencial hasta el tercer y cuarto año (**Figura 10**), luego se logran rendimientos estables, con ligeras disminuciones de los mismos debido al envejecimiento de las plantaciones, mostrando diferencia entre las fincas debido a que a pesar de ser las mismas variedades, los productores van desarrollando habilidades en el manejo de las plantaciones, donde en dependencia de la fuerza de trabajo y los insumos disponibles brindan

determinadas atenciones culturales, como la poda, la fertilización y el riego de los cuales depende el rendimiento de cada planta.

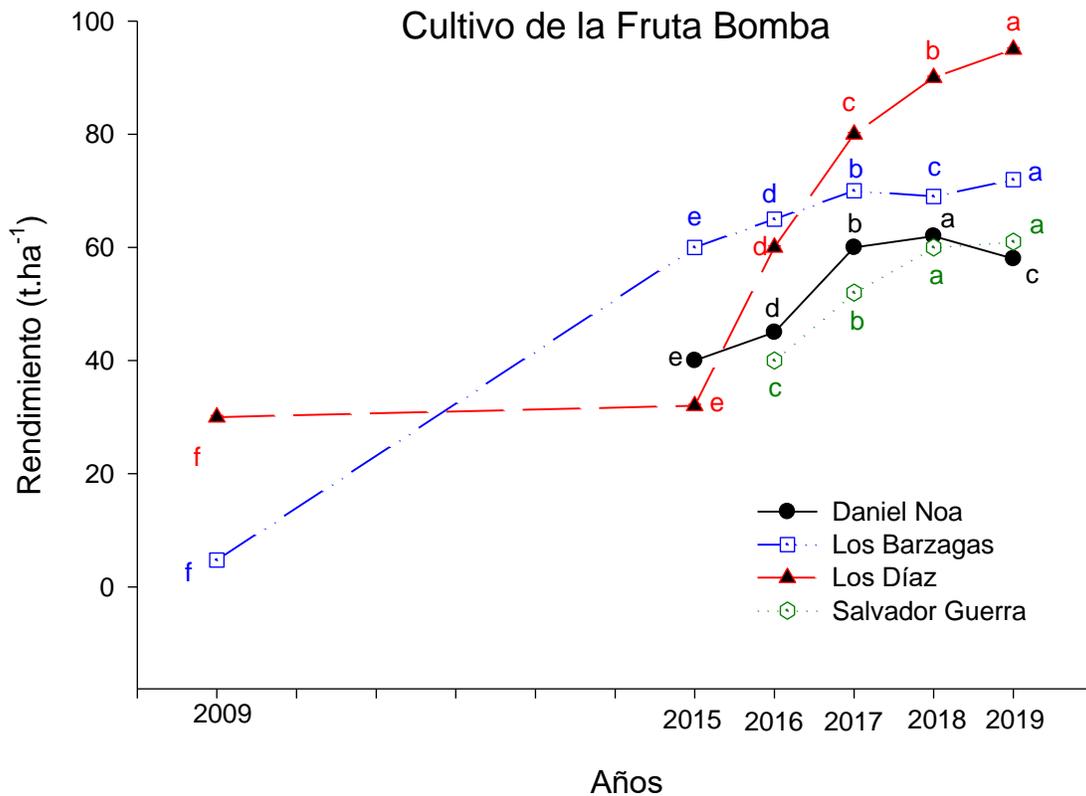


**Figura 10.** Impacto del Manejo Sostenible de Tierra en el rendimiento productivo de la Guayaba. I, Error estándar de la media.

### Cultivo de Fruta Bomba (*Carica papaya* L.)

En el cultivo de la Fruta Bomba (**Figura 11**), se puede observar que en las cuatro fincas hay un incremento de los rendimientos en el periodo evaluado, mostrando diferencias significativas en los rendimientos entre años de evaluación, motivado fundamentalmente por el impacto de las prácticas de MST, específicamente sobre el suelo y la especialización de los productores con este cultivo. En todas las fincas se utilizó la variedad Maradol Roja y las posturas se produjeron en el vivero del productor Eugenio Beltrán, de la Cooperativa de Crédito y Servicios “Mariana Grajales Coello”.

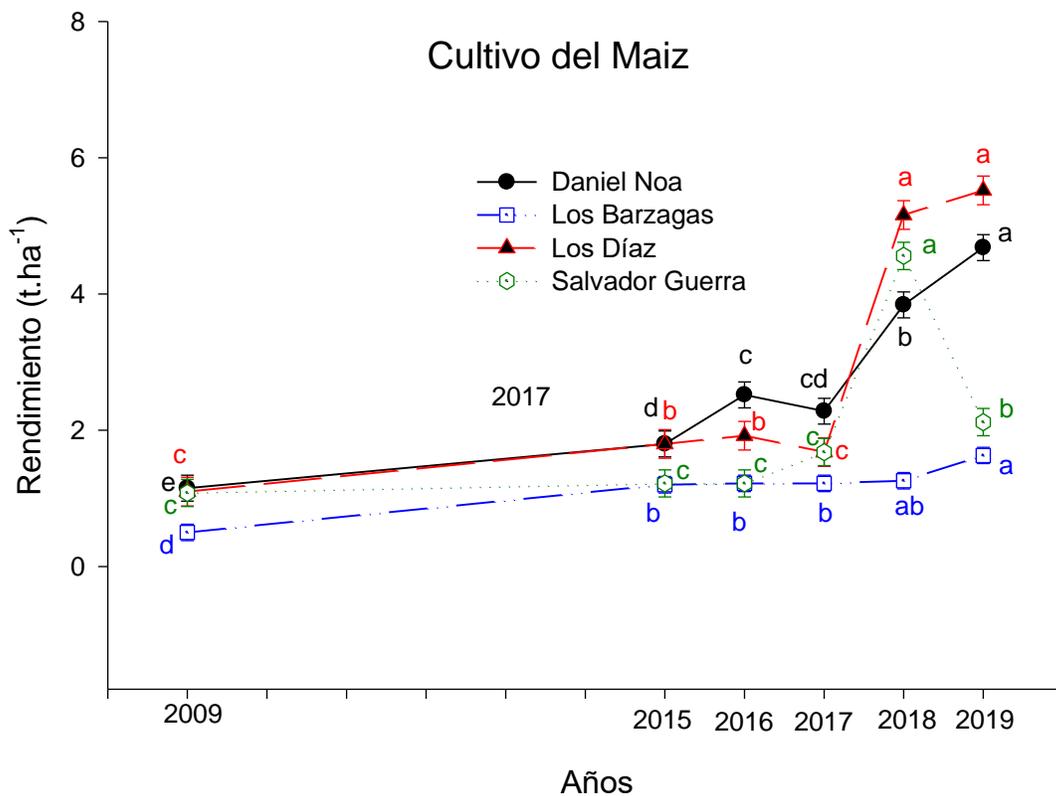
Los mejores resultados fueron obtenidos en la finca “Los Díaz”, que alcanzaron en 2019 un rendimiento de 95 t.ha<sup>-1</sup>.



**Figura 11.** Impacto del Manejo Sostenible de Tierra en el rendimiento productivo de la Fruta Bomba. I, Error estándar de la media.

### Cultivo del Maíz (*Zea mays* L.)

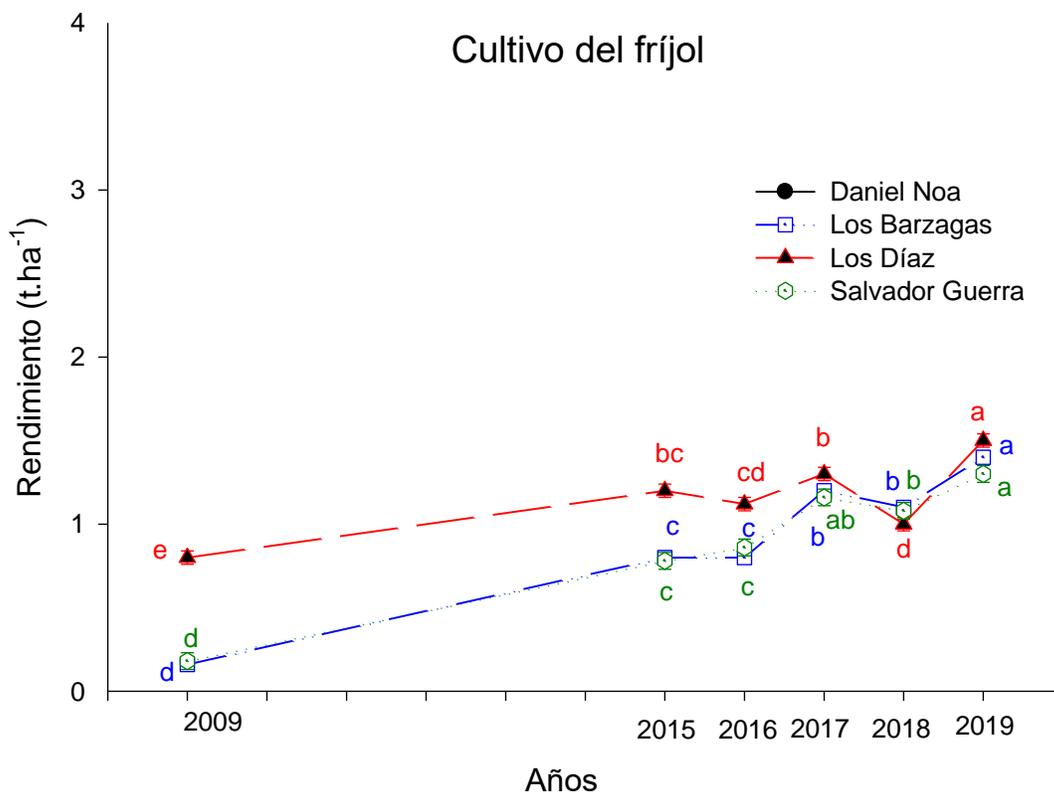
En el cultivo del maíz, como se observa en la **Figura 12**, los rendimientos aumentaron significativamente con relación al año base (2009), destacando los resultados obtenidos en las fincas “Los Díaz” y “Daniel Noa”, que en 2019 los rendimientos superaron las 4,5 t.ha<sup>-1</sup>, utilizando la variedad Diamante y realizando la siembra con maquinarias.



**Figura 12.** Impacto del Manejo Sostenible de Tierra en el rendimiento productivo del cultivo de Maíz. I, Error estándar de la media.

El productor Salvador Guerra que en 2018 logró un incremento considerable en los rendimientos del maíz en 2019, sufrió un ataque intenso de palomilla del maíz y por la no aplicación a tiempo del tratamiento adecuado, se afectó el desarrollo vegetativo del cultivo y por consiguiente los rendimientos en la cosecha.

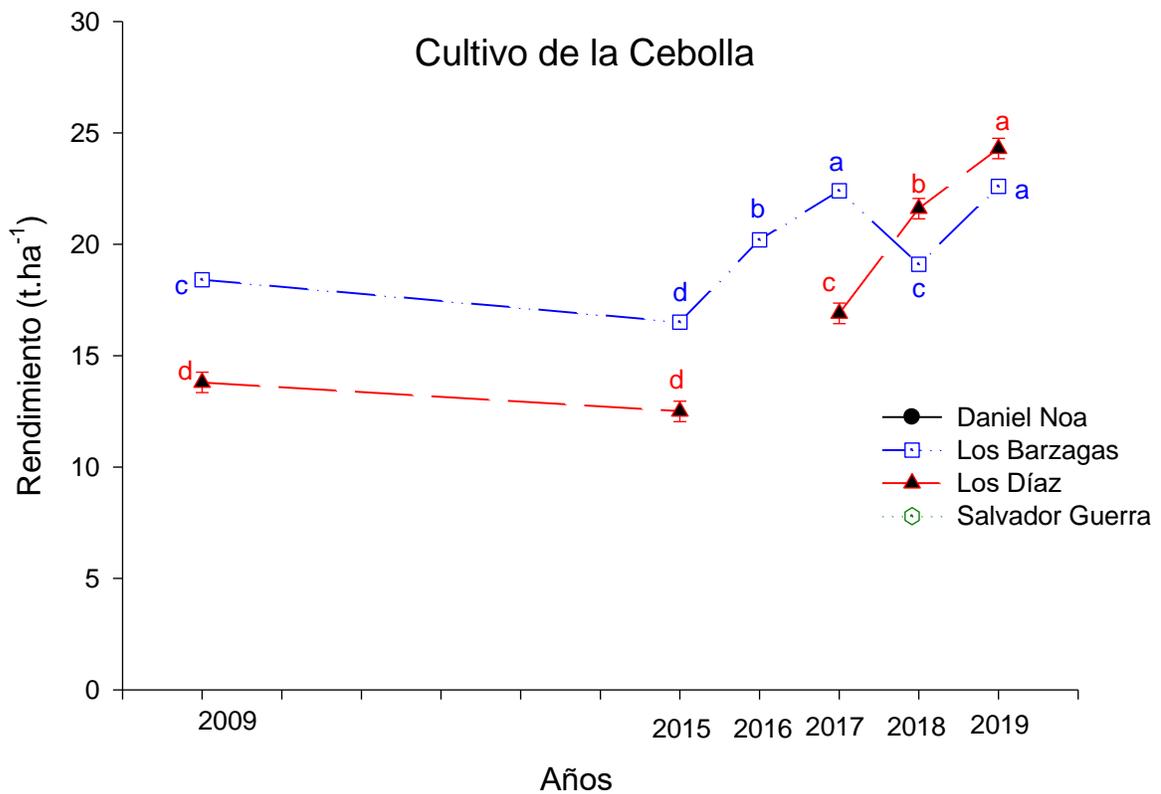
En la **Figura 13** se reflejan los resultados obtenidos en el cultivo del Frijol en tres de las cuatro fincas estudiadas, porque en la finca “Daniel Noa” no se logró obtener la información suficiente que permitiera evaluar su comportamiento.



**Figura 13.** Impacto del Manejo Sostenible de Tierra en el rendimiento productivo del cultivo de Fríjol. I, Error estándar de la media.

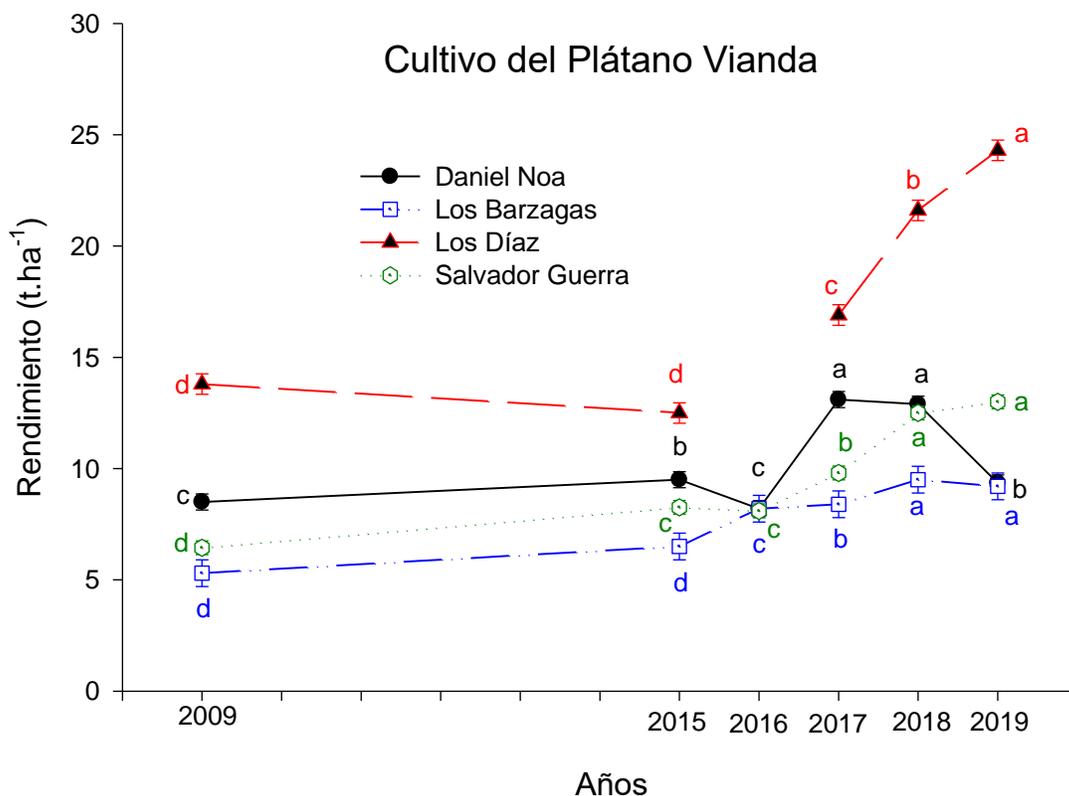
Los rendimientos obtenidos en el cultivo del Fríjol demuestran el impacto positivo de las medidas de MST aplicada en estas fincas, mostrando diferencias significativas entre los resultados obtenidos en el periodo 2015 – 2019, con el año 2009, logrando un crecimiento en más de un 40 % y superando el rendimiento promedio reportado por el Ministerio de la Agricultura para este cultivo en Guantánamo que es de 0,8 t.ha<sup>-1</sup>.

En **Figura 14** se observa el comportamiento de la cebolla variedad Yello F1 en dos de las cuatro fincas evaluadas, mostrando en cada una de ellas rendimientos aceptables a partir del año 2017 y diferencias significativas en relación al año base (2009). Se pudo apreciar que esta variedad alcanzó rendimientos superiores a los reportados por Fuentes y Peña (2005) y Fonseca *et al.*, (2011), con este cultivo en condiciones de suelos y clima más favorables para la cebolla.



**Figura 14.** Impacto del Manejo Sostenible de Tierra en el rendimiento productivo del cultivo de la Cebolla. I, Error estándar de la media.

En el cultivo del plátano **Figura 15**, el impacto de las medidas de MST se puede observar con mejores resultados en las fincas de “Los Díaz” y “Salvador Guerra”, donde aumentan en más de un 45% en comparación con el año base (2009) y arrojan diferencias significativas al comparar los rendimientos obtenidos cada año.



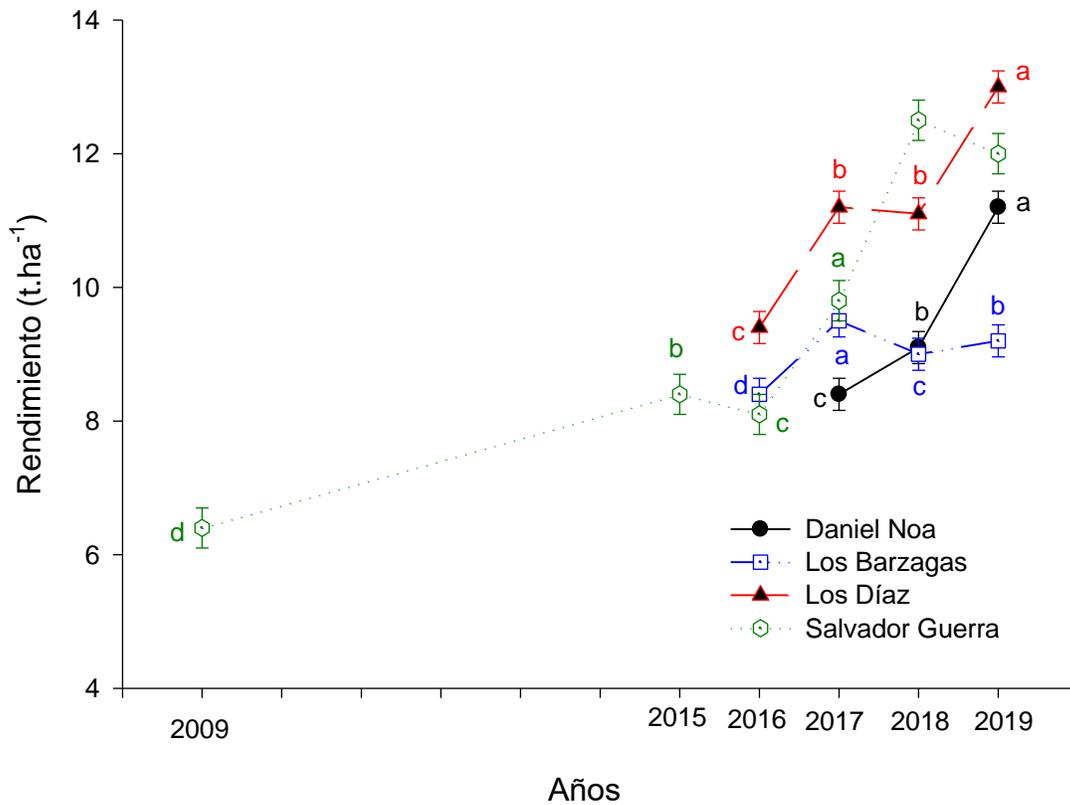
**Figura 15.** Impacto del Manejo Sostenible de Tierra en el rendimiento productivo del cultivo del Plátano Vianda. I, Error estándar de la media.

La finca que mejores resultados alcanzó en el rendimiento de este cultivo fue la de “Los Díaz” quien en los años 2018 y 2019 logró promedios entre las 21,6 y 24,3 t.ha<sup>-1</sup>, estos resultados se pueden atribuir al mejoramiento de los suelos a partir del mejoramiento de los sistemas de drenaje y a la correcta aplicación de las labores culturales que se les realizan a este cultivo.

#### Mango (*Mangúífera indica* L.)

Al evaluar el impacto de las medidas de MST en el cultivo del mango (**Figura 16**), se puede observar que los mejores resultados en las fincas “Los Díaz” y “Salvador Guerra”, donde aumentan sus rendimientos en más de un 45%, en comparación con el año base y arrojan diferencias significativas al comparar los rendimientos obtenidos cada año.

## Cultivo del Mango



**Figura 16.** Impacto del Manejo Sostenible de Tierra en el rendimiento productivo del cultivo del mango. I, Error estándar de la media.

Los resultados de la evaluación de los impactos del MST en las cuatro fincas de estudio corroboran lo reportado por Segredo (2018) en fincas con similares condiciones edáficas, donde se aplicaron prácticas de MST.

De forma general, se muestra como a partir de la puesta en práctica del plan de medidas establecido con la creación del polígono, se incrementan los rendimientos de los principales cultivos explotados en las fincas analizadas, resultados que están relacionados con las mejoras proporcionadas al suelo, que reducen las principales limitantes identificadas en el diagnóstico inicial, que atentaban contra su productividad. El tomate, la cebolla, la guayaba y la fruta bomba mostraron los mejores resultados ante la aplicación de las medidas del MST.

Asímismo, el análisis de los beneficios logrados con las prácticas agroecológicas implementadas, permite proponer en el año 2019 a la finca “Los Barzagas” para que le sea otorgada la condición de **Finca iniciada en el Manejo Sostenible de Tierras**; tomando en consideración que el capital natural, financiero y social pueden continuar incrementando su evolución favorable en el tiempo y que en la finca se aprecian evidencias de que se cumple con acciones donde se destacan:

- Aprovechamiento de los residuales.
- No tala.
- No quema.
- No contamina el acuífero.
- Aplicación de medidas de mejoramiento y conservación de suelos.
- Diversificación de la producción.

#### 4.2.2. Comportamiento de los Indicadores sociales.

##### Fuerza de trabajo

En la **tabla 9**, se muestran como los cambios emprendidos generaron un impacto positivo en cuanto a la fuente de empleo que intervienen en los procesos productivos desarrollados en las fincas, al incrementarse el número de trabajadores contratados tanto de forma fija como temporal, siendo esta última con su mayor demanda en las etapas de cosecha.

**Tabla 9:** Comportamiento de la fuerza de trabajo

Finca	2015		2016		2017		2018		2019	
	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
Los Barzagas	20	5	23	7	20	8	22	13	22	13
Los Díaz	40	15	43	6	40	12	40	13	40	13
Daniel Noa	2	1	3	1	3	1	3	1	3	1
Salvador Guerra	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1

Estas fincas están representadas por cuatro núcleos familiares en los que el nivel educacional es variado, con la existencia de un ingeniero agrónomo y tres técnicos medios en ramas agropecuarias.

La puesta en explotación de terrenos improductivos, el incremento de las producciones en cultivos y sus rendimientos; así como, el desarrollo de prácticas para la conservación y manejo de suelos, resultaron las acciones que mayor influencia mostraron en el incremento de este indicador. Se observó una alta incorporación de la fuerza femenina a las labores productivas.

### **Ingresos personales**

En las cuatro fincas que se realizó el estudio se evidencia que los ingresos promedios obtenidos mensualmente por los trabajadores vinculados al polígono se mantiene de manera fluctuante y diferencial (**Tabla 10**).

**Tabla 10.** Impacto del MST en los ingresos personales de los trabajadores de las finca de objeto de estudio.

<b>Finca</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Los Barzagas	850,00	900,00	1.512,09	1535,00	1540,00
Los Díaz	980,00	1000,00	5.956,43	5900,00	5910,00
Daniel Noa	600,00	600,00	366,13	400,00	420,00
Salvador Guerra	800,00	880,00	494,25	500,00	515,00

En el caso los trabajadores de las Fincas “Los Barzagas” y “Los Díaz”, sus ingresos se vieron incrementados; mientras que, en el caso de las Fincas “Daniel Noa” y “Salvador Guerra”, los ingresos de los trabajadores tuvieron un incremento en los dos primeros años de evaluación del Impacto del MST (2015 y 2016) y luego experimentaron una decaída por debajo de los niveles iniciales de la Implementación del programa.

Se destaca, que en todas las fincas, los trabajadores además de percibir el salario, reciben alimentación durante la jornada laboral y productos de autoconsumo, lo que se sigue garantizando mayor estabilidad de la fuerza productiva.

En la finca “Daniel Noa” y “Salvador Guerra” no se observa un incremento sustancial del salario, debido a que los cultivos fundamentales; en este caso, los frutales, fundamentalmente, el mango no ha comenzado su producción óptima por la edad de las plantaciones y aún no se recupera de los gastos incurridos en las inversiones iniciales fundamentalmente las labores de drenaje y adquisición de posturas.

### **Entidades integradas al polígono.**

Existen un total de nueve (9) entidades integradas al polígono; este pudo movilizar e integrar en sus actividades importantes instituciones, organizaciones y actores locales; cuyas competencias, estructuras y capacidad de incidencia y decisión resultaron claves para el desarrollo de polígono. Entre ellas se destacan: las delegaciones de la Agricultura municipal y provincial, el Instituto de Suelos Guantánamo, la Asociación de Agricultores Pequeños municipal, la Universidad de Guantánamo, la Asociación Cubana de Técnicos Agropecuarios Forestales, el CITMA, entre otras, las cuales han desarrollado 128 acciones de capacitación y 12 asesoría técnica, han introducido resultados científicos en la actividad de suelos con el uso de bioproductos y bioestimulantes, han realizado controles y monitoreo según las acciones del plan de manejo; así como, en la implementación y ejecución de proyectos.

**Contribución a la Formación Vocacional y Técnica.** La formación vocacional tanto de niños como jóvenes, es un aspecto muy importante a tratar en el Programa de MST que tiene muy en cuenta el cuidado al medio ambiente, para lo cual se plantean Estrategias de Educación y Sensibilidad ciudadana para el MST en el país y la Estrategia Nacional de Educación Ambiental. En el polígono se creó un círculo de interés en la Escuela “28 de septiembre”, para que los niños adquieran habilidades artísticas y culturales en vinculado con los temas relacionados con MST.

Relacionado con la Enseñanza Técnico-Profesional, intervinieron dos politécnicos “Enma Rosa Chuy” y “Carlos Manuel del Céspedes”, donde participaron más de 120 estudiantes en capacidades teórico – práctico sobre tema vinculado al MST.

En los Institutos Preuniversitarios “José Maceo” y “Flor Corombet” se le impartieron conferencias relacionadas con la degradación de los suelos y los proceso de desertificación del mismo.

En la **tabla 11**, se muestran las acciones que tribuyen a la formación vocacional en las fincas trabajadas, lo cual generó un impacto positivo en cuanto a la cantidad participantes.

**Tabla 11.** Impacto del Manejo Sostenible de Tierra en la contribución a la formación vocacional en las fincas estudiadas.

<b>Acciones que tributan a la formación vocacional (Según clasificación referida debajo)</b>	<b>Cantidad de acciones</b>	<b>Cantidad de participantes</b>
Entrenamiento	1- Entrenamiento en determinación de las propiedades físicas y químicas de los suelos.	2
Tesis de grado	1- Influencia de la nutrición orgánica en el cultivo del tomate. 2- Evaluación de la calidad del agua de riego y su impacto en el desarrollo de los cultivos. 3- Impacto de las medidas de conservación de suelos en áreas afectadas por mal drenaje. 4- Evaluación de los esquemas de rotación de cultivos a nivel de finca. 5- Propuesta del manejo integrado de plagas para el cultivo de la Guayaba. 6- Impacto de la aplicación del Rhyzobium en los rendimientos del	8

	<p>Frijol.</p> <p>7- Propuesta de ordenamiento forestal en el polígono de suelos “CCS Mariana Grajales”.</p> <p>8- Propuesta para la formulación de fertilizantes órgano-mineral para la siembra de Fruta Bomba.</p>	
Tesis Maestría	1- Impacto de la conservación de suelos en fincas de frutales.	1
Talleres	<p>1- Taller sobre producción y aplicación de abonos orgánicos y biofertilizantes.</p> <p>2- Manejo integrado de plagas.</p> <p>3- Manejo y gestión de viveros de frutales.</p> <p>4- Riego por goteo. Montaje de sistemas de campo.</p> <p>5- Producción de alimentos alternativos para la cría de conejos y cerdos.</p> <p>6- Manejo de la nutrición en el cultivo del Limón persa.</p> <p>7- Importancia de la poda en los frutales.</p> <p>8- Lucha contra incendios forestales.</p> <p>9- Uso y manejo del agua para riego.</p> <p>10- La economía familiar y el uso de los créditos agrícolas.</p>	125
Conferencias	<p>1- Producción y conservación artesanal de semillas.</p> <p>2- Utilización de bioproductos en la</p>	82

	<p>agricultura cubana.</p> <p>3- El Cambio climático y su impacto en la agricultura cubana.</p> <p>4- Nuevos métodos para la contratación de productos agropecuarios.</p> <p>5- Principales impactos de la ciencia en la agricultura en la provincia Guantánamo.</p> <p>6- Uso de la tracción animal. Manejo de los animales de trabajo.</p>	
--	--	--

#### **4.2.3. Comportamiento de los indicadores tecnológicos.**

##### **Tecnología para el mejoramiento y la conservación de los suelos.**

La **tabla 12**, muestra las prácticas de MST relacionadas con el manejo del suelo en las cuatro fincas de la CCS “Mariana Grajales Coello”. En todas las fincas pertenecientes a la CCS, se establecieron tecnologías de conservación de suelos, en la finca “Los Díaz”, las áreas se vieron mayormente beneficiadas con más de 1 500 metros de drenaje, seguido de las fincas “Los Barzaga”, “Salvador Guerra” y “Daniel Noa”.

**Tabla 12.** Comportamiento de las Tecnologías para el mejoramiento y la conservación de los suelos.

Finca	Medidas	Financiamiento por el PNMCS (Miles CUP)	Superficie Agrícola Beneficiada (ha)
Los Barzaga	Drenaje	39 024,00	32,00
	Compost		19,03
	Humus de Lombriz		12,00
Los Diaz	Drenaje	3008 67,11	52,00
	Compost		35,92
	Humus de Lombriz		20,00
Daniel Noa	Drenaje	18 087,00	10,50
	Compost		4,48
Salvador Guerra	Drenaje	20,000	8,60
	Compost		4,82

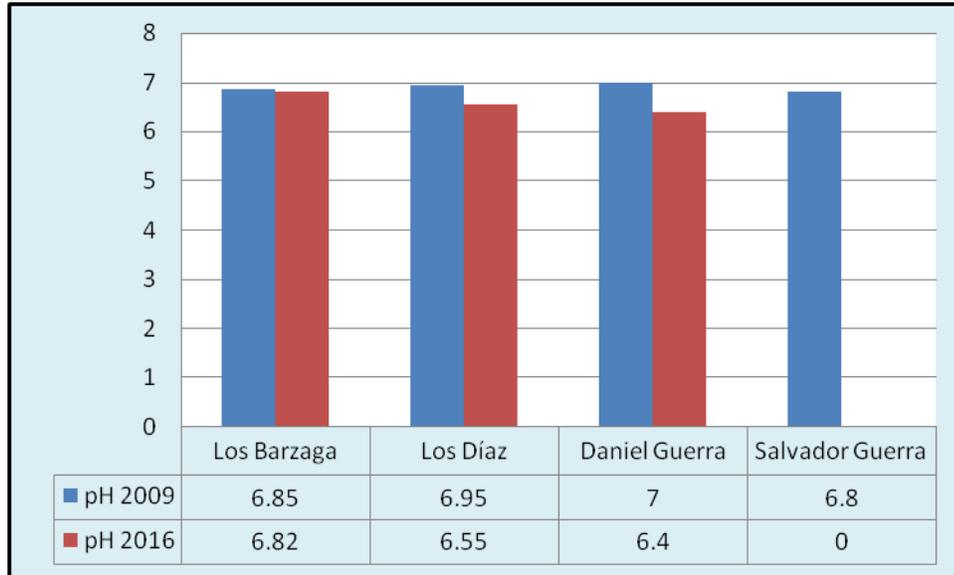
Las tecnologías establecidas permitieron incorporar una mayor cantidad de áreas a las labores productivas e incrementar sus resultados, al restablecer las capacidades productivas de las tierras, proporcionando mejores condiciones para el desarrollo de los cultivos e incidir en la mejora de los indicadores físicos, químicos y biológicos de los suelos; así como, sus rendimientos (Fuentes *et al*, 2002).

#### 4.2.4 Comportamiento de los indicadores ambientales.

##### Incremento del índice de la calidad del suelo

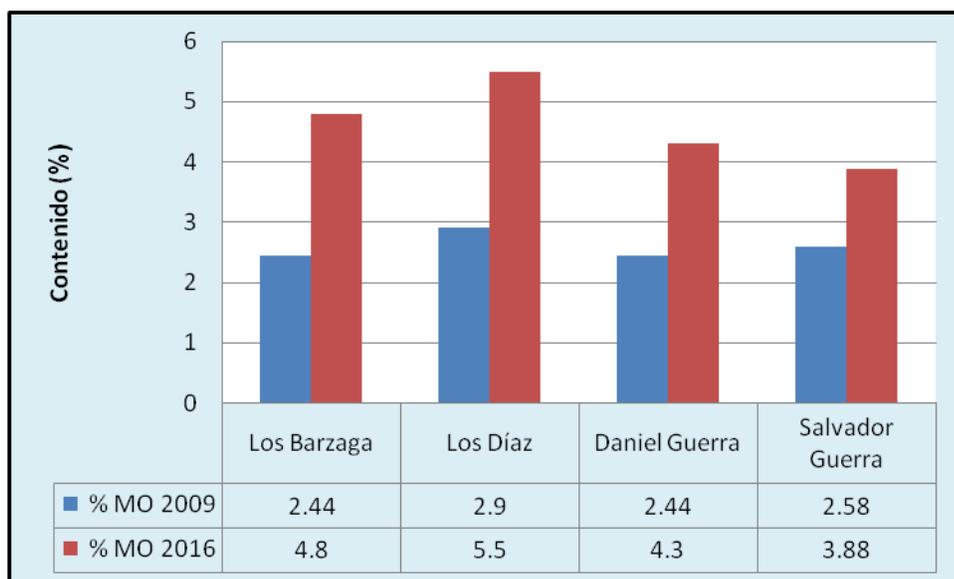
Para evaluar el comportamiento de los indicadores de calidad de los suelos, se analizaron los siguientes elementos pH (CIK), fósforo ( $P_2O_5$ ), potasio ( $K_2O$ ) asimilables y el porcentaje de Materia Orgánica (M.O), en el caso del pH (CIK) (**Figura 17**) su evaluación para las cuatro fincas es de neutro, este estado es de gran importancia debido a que contribuye a un buen funcionamiento de la

actividad microbiana y los procesos de mineralización en los suelos y no se evidencian diferencias con el año.



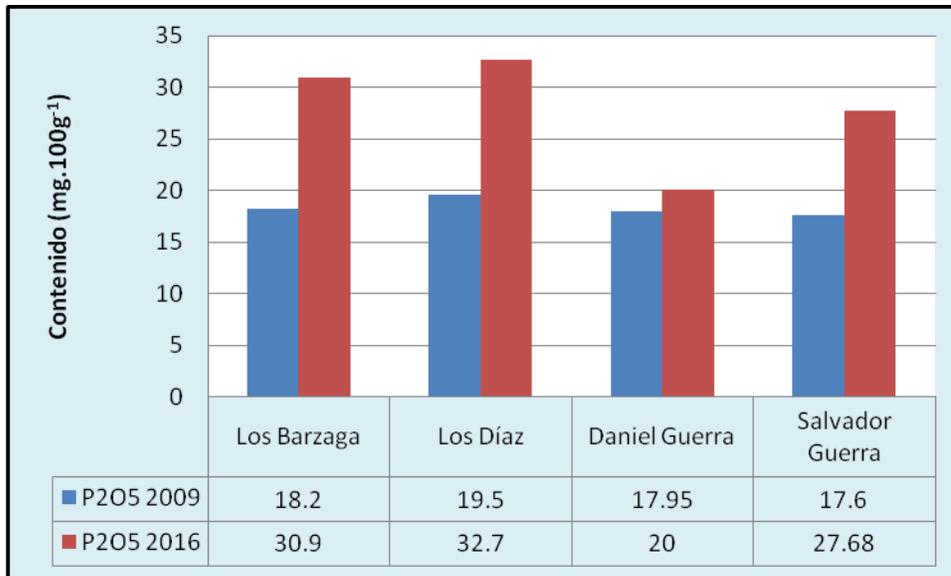
**Figura 17.** Impacto del Manejo Sostenible de Tierra en el pH de los suelos de las cuatro fincas en estudio.

La materia orgánica en la fase inicial (**Figura 18**) se evaluó de baja en todas las fincas, por lo que se recomendaron dosis para su aplicación en dependencia de los diferentes cultivos, mostrando mejorías en los años posteriores, alcanzando niveles de medio en la finca de “Los Barzagas”, “Daniel Noa” y “Salvador Guerra” y alto en la finca “Los Díaz” este último caso, influenciado por el tipo de materia orgánica empleada que fue la Cachaza, la cual se aplico en dosis de 10 t.ha<sup>-1</sup>.



**Figura 18.** Impacto del Manejo Sostenible de Tierra en el porcentaje de Materia orgánica de los suelos de las cuatro fincas en estudio.

El fósforo asimilables (**Figura 19**), en las finca “Los Barzagas” y “Los Díaz” se evalúa de alto, mejorando con respecto al año base (2009), donde fue evaluado de medio y en las fincas “Daniel Noa” y “Salvador Guerra” fue evaluado de medio, manteniendo así la misma clasificación obtenida en el año base. Es importante destacar, que este contenido de materia orgánica es adecuado para la nutrición de los cultivos (Del Rey, 2019).



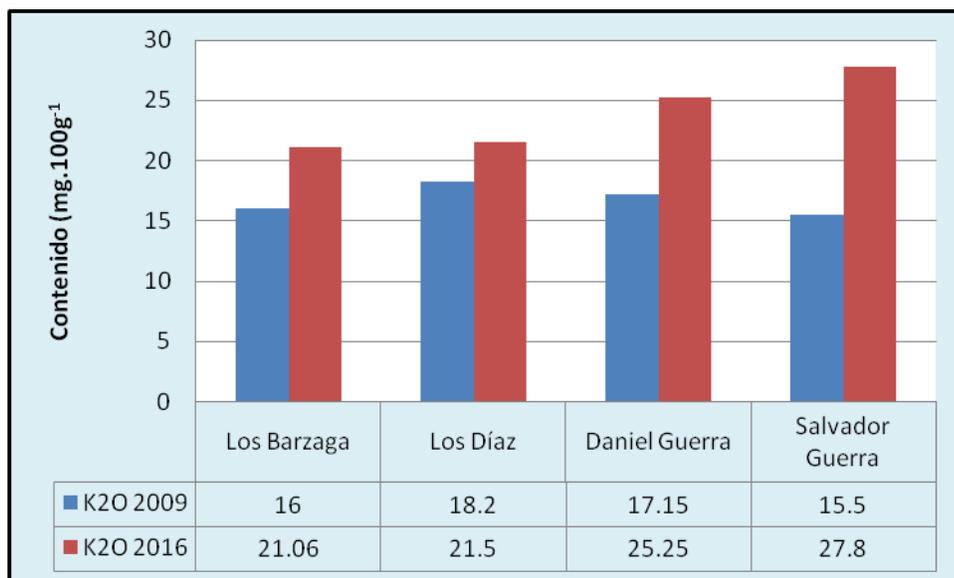
**Figura 19.** Impacto del Manejo Sostenible de Tierra en el contenido de Fósforo asimilable de los suelos de las cuatro fincas en estudio.

Estos valores de fósforo asimilable en estos suelos pudo ser causado a que durante muchos años, estas áreas se dedicaron al cultivo de la caña de azúcar y desde hace un tiempo esas superficies agrícolas pasaron a la producción de alimentos, siendo actualmente explotadas con cultivos varios, por lo que han estado expuestas durante mucho tiempo a las fertilizaciones minerales fosfóricas, con altas dosis de este nutriente. En otros resultados, fue reportado un desequilibrio en los nutrientes, debido a los contenidos elevados.

Se destaca que este comportamiento es muy importante porque el fósforo es el segundo elemento que más limita su productividad, siendo su presencia en los suelos indispensable para el crecimiento y la producción vegetal, el mismo se encuentra presente en los componente estructurales de las células como; ácidos nucleicos, fosfolípidos e interfiere en los procesos de fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía por encontrarse en el ATP (Vandermeer, J. 2011).

El potasio ( $K_2O$ ) (**Figura 20**), en el año base es evaluado en la categoría de medio para las cuatro fincas y en 2016 se evalúa de alto en todos los casos, observándose un incremento de este elemento de manera significativas en la

fincas “Los Díaz y “Los Barzagas”, causa que se atribuye fundamentalmente a que en estas dos fincas el tipo de materia orgánica más utilizada es la Cachaza.



**Figura 20.** Impacto del Manejo Sostenible de Tierra en el contenido de potasio de los suelos de las cuatro fincas en estudio.

El potasio es de gran importancia en la fotosíntesis, en la formación de frutos, en la resistencia al frío y enfermedades de las plantas (López, A. 2005). En la solución del suelo, el potasio es un elemento móvil y puede presentar pérdidas por lixiviación, esta valoración nos indica que en los diferentes años se han realizado buenas prácticas como son: aplicación de abonos orgánicos, después de cada cosecha, según la dosis de cada cultivo, donde se trató de mantener y elevar el contenido de nutrientes en el suelo, la aplicación de bioproductos entre ellos los biofertilizantes (Azotobacter y Fosforina), para continuar mejorando la nutrición de los cultivos.

La **tabla 13**, refleja los análisis del compost en el periodo 2015 – 2016, donde la evaluación de los parámetros determina que es un compost de Calidad I. Este presenta múltiples ventajas sobre los fertilizantes inorgánicos ya que aporta nutrientes, mejora la capacidad de cambio de cationes, mejora la aireación del suelo, contribuye a aumentar la capacidad de retención de la humedad; además se obtiene del reciclaje de los restos vegetales y otros productos orgánicos residuales existentes en la propia finca.

**Tabla 13:** Análisis del compost aplicado en el periodo 2015 – 2016,

Finca	Años	pH	N/T (%)	MO (%)	C (%)	R C/N
Los Barzaga	2015	7,20	0,90	35	20,10	20
	2016	7,15	0,80	37	21,36	20
Los Díaz	2015	7,10	0,88	38	22,04	19
	2016	7,20	0,90	38	23,10	18
Daniel Noa	2015	7,20	1,05	40	23,20	19
	2016	7,20	1,05	36	22,26	19
Salvador Guerra	2015	7,30	1,10	37	21,46	20
	2016	7,13	1,10	38	22,30	20

La influencia de la materia orgánica es decisiva en el mejoramiento de la estructura del suelo y la capacidad de retención de humedad. Con ello contribuye a la buena circulación del agua y el aire en los suelos, a la vez que contribuye a la retención del agua en los mismos (Primavesi, 1990 y Hernández, 2005).

La **Tabla 14** refleja los resultados obtenidos en los análisis de la composición del humus de lombriz, obtenido en dos de las cuatro fincas evaluadas, los cuales se corresponden con los parámetros establecidos para este producto según Rodríguez *et al.* (2011).

**Tabla 14:** Comportamiento de algunos parámetros de calidad del humus de lombriz (años 2015 y 2016).

Finca	Año	pH	N (%)	MO (%)	R C/N
Los Barzaga	2015	6,65	1,80	40,0	12
	2016	6,95	2,15	45,0	13
Los Díaz	2015	6,80	1,95	43,0	15
	2016	6,70	2,20	41,5	12

El pH se clasifica como neutro, el nitrógeno alto, la materia alta y la Relación Carbono/Nitrógeno de buena.

Según el Manual Técnico para Organopónico, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprotegida (Rodríguez *et al.*, 2011), la Lombricultura debe ser enfocada cómo una tecnología que responde a dos grande problemas enfrentado por la humanidad, la contaminación ambiental y la nutrición de las plantas. Es un material rico en materia orgánico y sales minerales fácilmente absorbidos por las plantas, es un auténtico fertilizante biológico que actúa como un mejorador del suelo.

### Uso de medidas antierosivas

En la **tabla 15** se muestra el número de barreras vivas establecidas en cada una de las fincas y la cantidad de sedimento retenido en un periodo de cuatro años.

**Tabla 15.** Cantidad de Barreras vivas y sedimentos retenidos en las fincas evaluadas.

Finca	Área (ha)	Barrera vivas		Sedimento Retenido (4 años) t
		(LB) 2009	2015	2019
Los Barzaga	19,03	3	5	26,02
Los Díaz	35,92	-	5	4,49
Daniel Noa	4,48	1	3	5,35
Salvador Guerra	4,82	1	5	12,36
Total	64,25	5	18	48,22

Es destacable que el indicador de sedimentos retenidos permite medir el movimiento de suelo a través del campo, en vez de la pérdida desde el campo. En correspondencia con la pendiente predominante (ligeramente ondulado) y debido a que esta medida aplicada en las fincas se ha mantenido bien implementada, como se aprecia en la tabla 15, el volumen promedio de suelo acumulado en las barreras en cuatro año fue de  $0,75 \text{ t.ha}^{-1}$  y  $0,19 \text{ t.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$ , coincidiendo con los

obtenidos por Hernández *et al.* (2009), en áreas con tipo de suelos, topografía y cultivos similares.

Se realizó en todas las fincas diferentes medidas antierosivas, que relacionamos a continuación: Establecimiento de 18 Barreras vivas, fundamentalmente con caña y kinggrass, construcción de 10 tranques, 2 corrección de cárcavas pequeña, independencia hídrica del campo 5 879 metros, plantaciones protectoras, sistemas agroforestales, reforestación, rotación de cultivos e intercalamiento en las cuatro fincas, aplicación de 300 toneladas de materia orgánica, aplicación de 20 toneladas de humus de lombriz, aplicación de 19 toneladas de compost, recogida de obstáculos (piedras), laboreo mínimo, arropo al hilo, mantenimiento de medidas antierosivas, construcción y mantenimiento de canales de drenajes primarios y secundarios, entre otras medidas.

#### **Producción y uso de abonos orgánicos y biofertilizantes.**

La producción de compost y de humus de lombriz crece significativamente en el periodo 2015 -2019 al compararla con el año base (2009), en el caso de la tecnología del humus de lombriz, anteriormente no se producía a nivel de finca, aunque si los productores conocían su importancia para los cultivos y el suelo, logrando niveles de producción a partir del 2016 que le permitieron realizar aplicaciones a su finca y comercializar humus y pie de cría de lombrices a otros productores de la CCS y a la Granja Urbana del municipio Guantánamo.

**Tabla 16.** Producción de Materia Orgánica, Compost y Humus de Lombriz (t).

<b>Producción de Materia Orgánica y Compost (t)</b>						
<b>Finca</b>	<b>(Línea Base) 2009</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Los Barzaga	7,00	60,00	65,00	65,00	68,00	68,00
Los Díaz	8,00	70,00	78,00	98,00	138,00	150,00
Daniel Noa	6,00	35,00	36,00	40,00	43,00	47,00
Salvador Guerra	6,00	28,00	28,00	28,00	33,00	35,00
<b>Producción de Humus de Lombriz (t)</b>						

Los Barzaga	0,00	19.50	22.50	23,00	25,00	28,00
Los Díaz	0,00	19.50	23.50	28,00	30,00	32,00

La aplicación de abonos orgánicos en sus diferentes variedades y biofertilizantes en las cuatro fincas evaluadas, alcanzaron valores altos en comparación con los volúmenes reportados en otras fincas del polígono, en algunos años fundamentalmente en 2018 y 2019 que superan la 10 toneladas por hectárea al año y en el humus de lombriz y los biofertilizantes las aplicaciones se realizaron por primera vez, como parte de la introducción de prácticas de Manejo Sostenible de Tierras.

Tabla 17. Aplicación de abonos orgánicos y Biofertilizantes.

<b>Aplicación de Abonos Orgánicos (t)</b>						
<b>Finca</b>	<b>(LB) 2009</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Los Barzaga	7,00	135,00	135,00	145,00	180,00	205,00
Los Díaz	8,00	140,00	141,00	150,00	235,00	295,00
Daniel Noa	6,00	70,00	75,00	77,00	76,00	81,00
Salvador Guerra	6,00	60,00	65,00	68,00	68,00	72,00
<b>Aplicación de Humus (t)</b>						
Los Barzaga	0,00	19,50	22,50	23,00	25,00	28,00
Los Díaz	0,00	19,50	23,50	28,00	30,00	32,00
<b>Biofertilizantes (kg)</b>						
Los Barzaga	0,00	2,00	3,00	4,00	4,00	4,00
Los Díaz	0,00	3,00	4,00	6,00	6,00	7,00
Daniel Noa	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00
Salvador Guerra	0,00	1,00	2,00	2,00	3,00	3,00

El establecimiento del polígono permitió incrementar el número de áreas beneficiadas con abonos orgánicos y biofertilizantes, lo cual demuestra el interés

de los productores por emplear alternativas menos dañinas en el manejo de sus fincas, con lo cual contribuyen con el cuidado y protección del medio ambiente.

Las finca “Los Díaz” y “Los Barzagas” se destacaron por los volúmenes de abonos orgánicos producidos y aplicados y por la cantidad de biofertilizantes utilizados y los bioestimulantes (Fitomas E y Baifolán), lo que propicio que se aumentarán las áreas beneficiadas con estos tipos de prácticas, que al combinarse con la rotación de cultivo y el usos de abonos verdes, se consideran la base para la sustitución de los fertilizantes químicos, al proporcionar al suelo los elementos que necesitan las plantas y mantener el equilibrio ecológico.

### **Calidad de agua de riego.**

La fuente de abasto de agua a las áreas de cultivos es el Canal Magistral Camarones y los resultados del monitoreo de la calidad del agua se muestran en la (tabla 18).

**Tabla 18.** Comportamiento del agua empleada para riego en las fincas de objeto de estudio.

<b>Año</b>	<b>Procedencia de la muestra</b>	<b>Fuente</b>	<b>pH</b>	<b>CE dS.m<sup>-1</sup><sub>1</sub></b>	<b>SSD mg.L<sup>-1</sup></b>
2015	Polígono Provincial de suelos periodo seco	Canal Camarones	7,28	0,390	315,15
	Polígono Provincial de suelos periodo Lluvioso	Canal Camarones	7,1	0,540	377,84
2016	Polígono Provincial de suelos periodo seco	Canal Camarones	7,09	0,450	377,84
	Polígono Provincial de suelos periodo Lluvioso	Canal Camarones	7,08	0,465	377,84
2017	Polígono Provincial de suelos periodo seco	Canal Camarones	7,08	0,450	377,84

	Polígono Provincial de suelos periodo Lluvioso	Canal Camarones	7,20	0,465	377,84
2018	Polígono Provincial de suelos periodo seco	Canal Camarones	7,09	0,480	377,84
	Polígono Provincial de suelos periodo Lluvioso	Canal Camarones	7,43	0,478	377,84
2019	Polígono Provincial de suelos periodo seco	Canal Camarones	7,28	0,464	377,84
	Polígono Provincial de suelos periodo Lluvioso	Canal Camarones	7,40	0,464	377,84

Para la evaluación de la calidad del agua para riego, se utilizó la NC 827: 2010, teniendo en cuenta los rangos de evaluación de los indicadores químicos que determinan su Calidad I (Superior), por lo cual su aplicación se puede efectuar sin restricciones, ya que no presentan limitaciones para su uso, por lo que para su utilización no requiere de ningún acondicionamiento.

## CONCLUSIONES

- La caracterización de los indicadores económicos, sociales, tecnológicos y ambientales en las cuatro fincas en estudio evidenció los bajos niveles que caracterizaban las mismas antes de la implementación de las medidas del Manejo Sostenible de Tierra.
- La implantación de las medidas contenidas en el Programa de Manejo Sostenible de Tierra en las cuatro fincas seleccionadas, impactó positivamente en los indicadores económicos, sociales, tecnológicos y ambientales evaluados.

## RECOMENDACIONES

1. Implementar las medidas contenidos en el plan de Manejo Sostenible de Tierra en todas las fincas del Polígono demostrativo de la Agricultura en la provincia de Guantánamo.
2. Generalizar la implementación del plan de Manejo Sostenible de Tierra en otras áreas de la provincia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. LADA. (2006). "Proyecto de Evaluación de la Degradación de las Tierras Secas" conocido por sus siglas en inglés LADA, desarrollado en Cuba en el período 2006 – 2010.
2. Arellano, Daniela. (2002). El enfoque ecosistémico para el desarrollo sostenible mediante la promoción de sinergias en la escala nacional.
3. Bakkes, J.A., Van den Born, G.J., Swart, R.J., Hope, C.W. and Parker, J.D.E. (1994). *An Overview of Environmental Indicators: State of the Art and Perspectives*. UNEP/EATR.04-01; Environmental Assessment Sub-Programme, UNEP, Nairobi. 72 p.
4. Calero, B., Ginebra Milagros., Rodríguez Anabel, Dagoberto, R., Aguilar, Yulaidis., Rodríguez, Mirelys., Font, Lisbet., Forbes, Teresa., Castellano, N. Sosa, Ivette., Renda, A., De la masa, R. y Alemán. 2015. Set de indicadores e impactos generados por la introducción de principios de manejo sostenible de tierras en los polígonos demostrativos para la conservación del suelo, el agua y el bosque en cuba. CD Congreso de suelos (2015). Habana. Cuba
5. CIGEA. (2005). Manual de procedimientos Manejo sostenible de tierra.
6. CITMA. (2015). Programa de Asociación del País. Ciudad de la Habana.
7. CNUMAD: Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro, Brasil, del 3 al 14 de junio de 1992. [En línea], 26 de agosto de 2002. [Consulta: 3 de marzo de 2006]. Disponible en:
8. Del Rey, L. (2019). Las formas del fósforo en el suelo. <https://www.tiloom.com/> Las formas del fósforo en el suelo. Tiloom 16 octubre de 2019.
9. Dumanki, F. (1994) Aplicación de la estructura *Presión-Estado-Respuesta* para el programa de Indicadores de Calidad de la Tierra (ICT).
10. FAO. (2003). Agricultura Orgánica, Ambiente y Seguridad Alimentaria.

11. FAO. Naciones Unidas. (2011). La sostenibilidad del desarrollo a 20 años de la Cumbre para la Tierra: Avances, brechas y lineamientos estratégicos para América Latina y el Caribe. Recuperado el 3 de Marzo de 2020, de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/1426-la-sostenibilidad-desarrollo-20-años-la-cumbre-la-tierra-avances-brechas>.
12. FAO. Naciones Unidas. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado el 28 de Marzo de 2020, de <http://www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-del-desarrollo-sostenible>.
13. Fernandes, E. y Burcrof, R. (2008). Manejo sostenible de la tierra: desafíos, posibilidades y costos de oportunidad. Recuperado el 21 de Enero de 2020, de <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/901001468170041631/pdf/366540PUB0REVI1Box0334134B01PUBLIC1.pdf>.
14. Fernández, E. (2001): "La medición del impacto social de la ciencia y la tecnología", en M. Albornoz (comp.): Temas actuales de indicadores de ciencia y tecnología en América Latina y el Caribe, Buenos Aires, RICYT, disponible en <http://www.science.oas.org/ricyt/Biblioteca/Documentos/polcuch.rtf>
15. Fuentes *et al.* (2019) Metodología para medir las acumulación de suelos retenidos.
16. Fuentes, P. y Peña, K. (2005). Sistema de Siembra con Cobertura en el Cultivo de Cebolla (*Allium cepa* L.). Efectos sobre los rendimientos. Memoria para optar al Título de Ingeniero agrónomo, Centro Universitario Sancti Spiritus, Sancti Spiritus, Cuba.
17. Hernández *et al.*, (1999). Manual para la confección del mapa nacional 1:25 000. (1976), aplicando la Clasificación Genética (1975) y una correlación con la Nueva Versión propuesta por. Los estudios detallados se realizaron utilizando la escala de trabajo 1:10 000.
18. Hernández, J. A., Pérez, J. J. M., Bosch, I. D., Rivero, R. L., Camacho, D. E. y otros. (1999). Nueva Versión de Clasificación Genética de los suelos de Cuba. Editorial Agrinfor. Ciudad de la Habana, 64 pp.

19. III Pleno del Comité Central del PCC el 18 de mayo de 2017. La Habana, Cuba
20. Instituto de Suelos. (1999). Determinación de la Materia Orgánica.
21. Instituto de Suelos. Guantánamo. (2013 b). Informe de evaluación de impactos de los polígonos de suelos, agua y bosque. Inédito. Cuba: 4p.
22. Isan, A. (2018). *Ventajas y desventajas del desarrollo sostenible*. Recuperado el 7 de Febrero de 2020, de <https://www.ecologiaverde.com/ventajas-y-desventajas-del-desarrollo-sostenible-319.html>.
23. Isan, Ana. (2018). *Ventajas y desventajas del desarrollo sostenible*. <https://www.ecologiaverde.com/ventajas-y-desventajas-del-desarrollo-sostenible-319.html>
24. Manejo sostenible de tierra – EcuRed. 2018. No tiene el año en internet «[https://www.ecured.cu/index.php?title=Manejo\\_sostenible\\_de\\_tierra&oldid=2485106](https://www.ecured.cu/index.php?title=Manejo_sostenible_de_tierra&oldid=2485106)» Fecha de la última visita: 13/06/19.
25. MINAG. (1982). Estudio genético de los suelos de la Provincia Guantánamo. Mapa de suelos Escala 1:25 000. Ministerio de la Agricultura.
26. MINAG.(1985)Instructivo para el desarrollo de la Lombricultura en Cuba. Instituto de Suelos, Ministerio de la Agricultura, Ciudad de La Habana
27. MINAGRI. (2001). Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos.
28. NC 1041. (2011). Manejo sostenible de tierras. Términos y definiciones.
29. NC 1043:2014. Calidad del Suelo. Determinación de los Componentes Orgánicos.
30. NC 2001. (2015). Calidad del Suelo. Determinación de pH. (s.f.).
31. NC 51. (1999). Calidad del Suelo. Análisis químico-Determinación del porcentaje de Materia Orgánica (s.f.)

32. NC 52. (1999). Calidad del Suelo. Determinación de las formas móviles de Fósforo y Potasio. (s.f.).
33. NC 827. (2010). Calidad del suelo. agua para el riego. Especificaciones.
34. NC 881. (2010). Medidas sencillas de conservación de suelos. Requisitos generales.
35. NC1048. (2014). Calidad del suelo. agua para el riego. Especificaciones.
36. OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 1993. "Environmental Indicators: Basic Concepts and Terminology." Documento original No. 1. ocde, París, 150 pp.
37. Organización de Naciones Unidas. (1992). Programa 21: Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. (Cumbre mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, PNUMA, Oficina de publicaciones de Naciones Unidas). Documento en línea. Disponible en <http://www.pnuma.org/deramb/montevideo.php> Consulta: 10/12/2008.
38. Paneque, V. (2001). La fertilización de los cultivos, aspectos teórico prácticos para su recomendación. La Habana INCA.
39. Pantaleón, Yoerdy, (2013). Evaluación de Indicadores para el Manejo Sostenible de Tierra (MST), en la Finca Alcea de la UBPC "Ciro Águila Rodríguez". Trabajo de diploma para optar por el título de Ingeniero agrónomo.
40. Peláez, O. (2019). Reconocen a productores con manejo sostenible de tierras. Periódico Granma. Recuperado el 19 de Enero de 2020, de <http://www.granma.cu/cuba/2019-11-27/reconocen-a-productores-con-manejo-sostenible-de-tierra-27-11-2019>.
41. Piscitelli, M. (2015). Degradación de suelos / UNICEN. Recuperado el 3 de Diciembre de 2019, de <https://www.unicen.edu.ar/content/degradaci%C3%B3n-de-suelos>.
42. Pla Sentis, I. (2015). X Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Problemas de degradación de suelos en el mundo: causas y consecuencias.

Recuperado el 14 de Diciembre de 2019, de <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/1.-Problemas-de-Degradacion.pdf>.

43. Prensa latina. (2015). Por revertir la degradación de los suelos en Cuba. Periódico Granma. Recuperado el 5 de Diciembre de 2019, de <http://www.granma.cu/cuba/2015-06-02/por-revertir-la-degradacion-de-los-suelos-en-cuba>.

44. Programa de Asociación de País OP 15. (2017). Apoyo a la implementación del programa nacional de lucha contra la desertificación y la sequía de Cuba. Resultados 2008-2017.

45. Quevedo, V., Chía, J. y Rodríguez, A. (2002): "Midiendo el impacto", Ciencia, Innovación y Desarrollo, vol. 7, no 1.

46. Radio Cadena Agramonte (2017). Reporte de la emisora de Radio Cadena Agramonte desde Camagüey, Cuba del miércoles 6 de diciembre: Declaran tierras con manejo sostenible por vez primera en Cuba

47. Rodríguez *et al*, (2011). Manual Técnico para Organopónico, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprotégida.

48. Rodríguez, D. (2015). Estado, prioridades y necesidades para el manejo sostenible del suelo en Cuba. Disponible en: <https://es.slideshare.net/FAOoftheUN/estado-prioridades-y-necesidades-para-el-manejo-sostenible-del-suelo-en-cuba-dagoberto-rodriguez-lozano-director-general-instituto-de-suelos-en-cuba>. Consultado 15 de marzo 2019.

49. Rojas, J. L. 2001. Herramientas para la evaluación de los servicios de información en instituciones cubanas. [Tesis para optar por el título de Doctor en Ciencias en Bibliotecología y Ciencias de la Información]. La Habana: Facultad de Comunicación. Universidad de La Habana.

50. Tierra Brava. 2017. Ocho experiencias mundiales en adaptación a la sequía. Programa de Asociación de País OP 15.

51. Urquiza *et al*. (2005). Evaluación del Programa de Asociación sobre Manejo Sostenible de Tierra en Cuba. Programa Operativo 15 del GEF.

52. Urquiza, M. N., Alemán García, C., Flores Valdés, L., Paula Ricardo, M. y Aguilar, Y. (2011). Manual de procedimientos para el Manejo Sostenible de Tierras. Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental. CITMA. La Habana, Cuba. CIGEA. ISBN: 978-959-287-027-7. Primera edición ed.). Recuperado el 28 de Noviembre de 2019. de <http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/2934/1/manual%20manejo%20sostenible%20de%20tierra.pdf>.

53. Vandermeer, J. (2011). The Ecology of Agroecosystems. by Jones and Barlett Publishers. Massachussetts, USA.