



UMANAYAGUA

12

## Prácticas de conservación de suelos en la finca Eliecer del municipio Cumanayagua, Cuba

Soil conservation practices at Eliecer manor in Cumanayagua municipality, Cuba

Consuelo E. Hernández<sup>1</sup>

E-mail: [chernandez@ucf.edu.cu](mailto:chernandez@ucf.edu.cu)

Yanorys Bernal Carrazana<sup>1</sup>

Lázaro J. Ojeda Quintana<sup>1</sup>

Mailiet Vega<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Unidad Científico Tecnológica de Base Suelos (UCTB). Barajagua. Cienfuegos. Cuba.

<sup>2</sup>Centro Universitario Municipal (CUM) Cumanayagua. Cienfuegos. Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Hernández, C. E., Bernal Carrazana, Y., Ojeda Quintana, L. J., & Vega, M. (2018). Prácticas de conservación de suelos en la Finca Eliecer del municipio Cumanayagua, Cuba. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(2), 112-120. Recuperado de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>

### RESUMEN

En el periodo 2016 – 2017 se condujo un estudio para diagnosticar la situación actual de la degradación del suelo en la finca Eliecer y posteriormente diseñar y ejecutar un plan de manejo del área con énfasis en la conservación y mejoramiento del suelo para la siembra de cultivos varios. La tecnología empleada integró prácticas agronómicas y mecánicas. El diagnóstico de la situación actual de la finca al evaluar los indicadores del Manejo Sostenible de la Tierra permitió clasificar sus suelos con índice de calidad pobre. Se identificaron como factores limitantes del sitio, la degradación por erosión hídrica como media, baja fertilidad del suelo, acidez media, pendientes que oscilan entre 5-20 % y pobre profundidad efectiva. Las implementaciones de las medidas conservacionistas del suelo incidieron en el incremento del rendimiento de las cosechas de 15.8-24.1 % disminución de los procesos erosivos con una retención de suelo transportado por el escurrimiento superficial de 15.2 t. ha<sup>-1</sup> y tendencia al mantenimiento de los contenidos de fósforo, potasio, materia orgánica y pH en el suelo con relación a valores iniciales sin utilización de medidas.

### Palabras clave:

Conservación de suelos, degradación de suelos, erosión.

### ABSTRACT

In the period 2016 - 2017, a study was conducted to diagnose the current situation of soil degradation at the Eliecer Manor and subsequently design and execute a management plan for the area with emphasis on the conservation and improvement of the soil for the sowing of various crops. The technology employed integrated agronomic and mechanical practices. The diagnosis of the current situation of the farm when evaluating the indicators of the Sustainable Land Management allowed classifying its soils with a poor quality index. We identified as limiting factors of the site, the degradation by water erosion as medium, low soil fertility, medium acidity, slopes that oscillate between 5-20% and poor effective depth. The implementation of soil conservation measures had an impact on the increase of crop yields of 15.8-24.1% decrease in erosion processes with a retention of soil transported by surface runoff of 15.2 t. ha<sup>-1</sup> and tendency to maintain the contents of phosphorus, potassium, organic matter and pH in the soil in relation to initial values without using measurements.

### Keywords:

Soil conservation, soil degradation, erosion.

## INTRODUCCIÓN

Relacionado con el uso indiscriminado del suelo, Gómez (2018), destaca que el valor irremplazable del suelo como medio de producción es un elemento admitido, en cambio su vulnerabilidad al abuso, aunque se habla mucho de ella, solo la reconocen plenamente quizás, los especialistas de la materia.

Estudios sobre la degradación del suelo por procesos erosivos en la Región Central de Cuba comenzaron en la década del 80 con investigaciones desarrolladas por la Unidad Científico Tecnológica de Base (UCTB) de Suelos, Barajagua, Cumanayagua, Cienfuegos, constatándose las causas antropogénicas en la aceleración de este proceso degradativo y además su incidencia desfavorable en propiedades físico-químicas del suelo y rendimientos agrícolas de las cosechas entre otras.

En la finca Eliecer, perteneciente al municipio Cumanayagua, provincia Cienfuegos de Cuba está presente la degradación por erosión, motivo por el que se realiza el presente trabajo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló durante el período 2016-2017 en áreas de la Finca Eliecer a 13 km de la carretera Cumanayagua a Manicaragua perteneciente a la provincia Cienfuegos, región centro-sur de Cuba.

Para el estudio se realizó el diagnóstico de la situación de la degradación del suelo en la Finca, en base a estos datos se confeccionó y ejecutó la propuesta de medidas conservacionistas del suelo campo a campo y posteriormente se evaluó el impacto de la metodología de manejo utilizada.

### *Procedimiento:*

I. Diagnóstico. Se tuvo en cuenta el tipo de suelo, relieve, principales factores limitantes. Para determinar el estado actual de degradación de los suelos se emplearon nueve herramientas contenidas en la guía del Manual de Procedimientos para implementar el MST (Urquiza et al., 2011), de Evaluación Visual del suelo (EVS, Shepherd, et al., 2008) y seis que se determinaron en laboratorio químico-físico. Los 15 parámetros seleccionados y medidos fueron:

1. Profundidad del suelo
2. Profundidad de enraizamiento
3. Medición del grado de erosión
4. Color del suelo
5. Porosidad del suelo
6. Textura

7. Población de lombrices
8. Desagregación y dispersión
9. Medición de los surcos de erosión
10. Textura ( arena , limo , arcilla)
11. pH del suelo
12. Fósforo asimilable
13. Potasio asimilable
14. Materia orgánica
15. Densidad aparente

La determinación de la magnitud de la erosión se hizo por el método descriptivo-comparativo mediante la técnica del perfil patrón. Para el resto de los factores limitantes, la información se extrajo del mapa 1:25 000 y de los datos obtenidos del muestreo agroquímico de los campos.

II. Selección de las medidas de Conservación y Mejoramiento para el plan de manejo y su ejecución

Con los datos del diagnóstico, opinión de productores/as del área, disponibilidad de recursos en finca y resultados de investigaciones obtenidos por la UCTB en quinquenios anteriores (Cuba. Ministerio de la Agricultura, 2017), se elaboró la propuesta de manejo conservacionista campo a campo, teniendo en cuenta también la opinión de productores del área.

III. Evaluación

Para determinar el rendimiento de los cultivos se tomaron seis mediciones al azar en los campos, abarcando un área en dependencia del marco de siembra: frijol, 2 m<sup>2</sup> y yuca, piña, maíz, 3 m<sup>2</sup>.

Se midieron las pérdidas de suelo retenidas por las medidas permanentes en campo por el método de transeptos propuesto por Urquiza, et al., (2011), así como análisis agroquímicos al suelo.

Los resultados obtenidos se sometieron a ANOVA completamente aleatorizado según la docima de Duncan ( $p < 0.01$ ). Se compararon el tratamiento control (al inicio, sin medidas conservacionistas) con la variante al final de la experiencia, donde se ejecutó la tecnología de manejo propuesta.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I. Diagnóstico de la situación de la degradación del suelo en la Finca Eliecer

La Finca Eliecer posee suelo Pardo Grisáceo según nueva versión de clasificación de los suelos de Cuba (Hernández, et al., 2015) medianamente erosionado y topografía ondulada en sus diez campos actuales.

Tiene un área total de 25.5 ha, dedicada a cultivos varios. Posee tracción animal para las labores agrícolas y no dispone de riego para la atención a los cultivos. La fuerza de trabajo está constituida por dos hombres y una mujer.

El clima es tropical, el periodo lluvioso es de mayo a octubre con temperatura media anual de 23 – 24 oC, y las precipitaciones en el período de estudio obtuvo un valor promedio de 1631.18 mm.

### Factores limitantes

Dentro de los factores limitantes del rendimiento agrícola se encontraron: fertilidad natural, pendiente del terreno, erosión hídrica, acidez y profundidad efectiva.

La fertilidad natural catalogada de pobre debido a que el suelo es Pardo Grisáceo, no evolucionado totalmente en su formación y que ha sido sometido a explotación intensiva sin tener en cuenta su protección y mejoramiento. Acidez acorde a la génesis del suelo. Pendiente del terreno ondulada con valores de 4-20 % acorde a la topografía accidentada propia del municipio Cumanayagua que se sitúa en la falda del macizo Guamuhaya.

### Grado de erosión

La erosión presenta grado medio (Soca, 1987) ya que ha perdido el 63.2 % su horizonte genético más fértil según puede apreciarse en Figura 1 (el horizonte A posee un promedio de 7 cm de espesor y el perfil patrón del suelo Pardo Grisáceo es de 19 cm). De acuerdo a la Guía de campo de EVS obtiene condición moderada y un puntaje igual a uno.



Figura 1. Perfil de suelo en la Finca Eliecer comparado con perfil patrón de suelo Pardo Grisáceo.

La degradación por erosión está asociada a factores naturales como la topografía, régimen pluviométrico elevado de 1200- 2000 milímetros, concentrados fundamentalmente en el período mayo a octubre y a la baja resistencia antierosiva de los suelos Pardos Grisáceos según clasificación de Shepashenko, et al., (1983). A esto se suma la acción antrópica, quienes aceleran el proceso de erosión geológica o natural.

### Profundidad de penetración de la raíz

En perfil de suelo realizado (Figura 1), se observó la presencia de algunas raíces hasta 13 cm. del horizonte B, para un total de 20 cm de profundidad potencial de enraizamiento. Este valor obtenido lo clasifica de profundidad pobre para cultivos en secano y obtiene la calificación de cero según EVS pues fue inferior a 30 cm.

### Surcos de erosión

Después de realizar las mediciones en campo, de ancho y profundidad, largo de cada uno de los surcos provocados por la acción de la concentración de la escorrentía, tener en cuenta la densidad aparente del suelo y realizar los cálculos que propone el manual de procedimientos para el MST, se obtuvo (Tabla 1) una pérdida promedio de suelo por erosión hídrica en la Finca de 13.86 t.ha<sup>-1</sup>.

Tabla 1. Medición de surcos de erosión en la Finca Eliecer

Medición	Ancho en cm	Profundidad en cm	Largo en m
1	15	4	3
2	13	4	3
3	14	4	4
4	15	6	4
5	13	5	3
Promedio	14	4.6	3.4

Esta manera sencilla de determinar cantidad de suelo erosionado, da una idea al personal que labora en la producción de cuanto suelo aproximadamente se pierde por este tipo de degradación y apoya para su sensibilización en la necesidad de su protección, pues constituyen resultados que aprecian en sus propias fincas.

### Color del suelo

Al tomar varios terrones del horizonte A para observar color del suelo y romperlos para exponer un lado fresco se observó un color opaco-grisáceo según Cuadro de colores de Münsell, lo que demuestra una aeración reducida y bajo contenido de materia orgánica. Se le otorga condición pobre y toma puntaje cero, pues cuanto más oscuro es el suelo, mayor es la cantidad de materia orgánica en su contenido.

Dicho comportamiento hace evidente la necesidad de que en la finca se incremente la adición de los compuestos orgánicos que favorezcan el aumento de la vida microbiana no solo para favorecer la descomposición de la M.O. e incrementar los nutrientes

disponibles para las plantas sino también para el mejoramiento de propiedades físicas de los suelos como compactación, estructura y retención de humedad como se manifiesta en la literatura (Aguilar, et al., 2016).



Color del suelo Finca Eliecer Color, condición pobre. Shepherd

### Porosidad del suelo

La muestra de suelo tomada anteriormente para determinar el color se utilizó también para examinar la macroporosidad, propiedad importante que da cuenta de la estructura y movimiento del aire y agua en el suelo. La observación visual en campo aportó la existencia de algunos macroporos y una moderada compactación por lo que toma puntaje igual a uno.

### Textura

La textura analizada en el laboratorio indicó (Figura 2) que las tierras de la Finca Eliecer poseen un elevado porcentaje de arena y bajos porcentajes de limo y arcilla y clasifica el suelo del área de estudio como franco arenoso por la metodología del Triángulo de Grupos Texturales, obteniendo un puntaje de uno por Guía de EVS.

La textura del suelo es un parámetro que ofrece información acerca de la estructura del suelo, la retención de agua, la aeración, el drenaje y retención de nutrientes entre otros y la clasificación obtenida es un llamado de alerta a las personas del sitio a ejecutar el plan de manejo a proponerse en el presente trabajo, sobre todo, las que tienen que ver con la aplicación de mejoradores orgánicos.

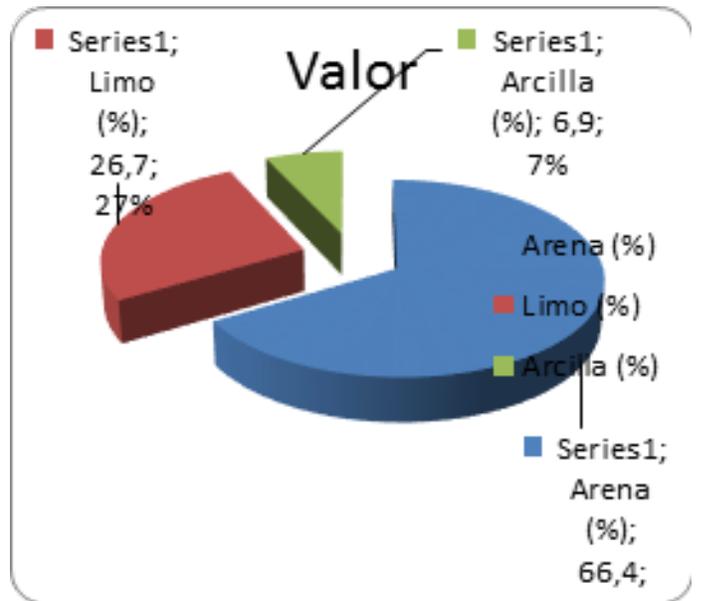


Figura 2. Textura del suelo.

### Cuantificación de la población de lombrices

Después de realizar las mediciones en diferentes campos de la finca auxiliados de una pala y voltear el contenido en una manta de nylon, se obtuvo la no presencia de lombrices ni de huellas de su existencia como rastros de su camino por el lugar o material fecal en la superficie. Tampoco fueron observados otros elementos macrobióticos. Este resultado se mantuvo incluso en campos con cobertura total del suelo por cultivo de piña y yuca, donde había humedad y sombra suficiente en el suelo. Dicho comportamiento aporta una condición pobre y puntaje de cero según Guía de EVS y puede manifestar elevada alteración del suelo por la labranza e inferir baja calidad del terreno por no presencia de vida orgánica en el mismo.



### Desagregación y dispersión

Después de mantener un agregado seco tomado del horizonte A del suelo en una placa Petri con agua lluvia durante dos horas se pudo observar una dispersión total del agregado en granos de arena fina y en superficie una especie de polvo fino que

constituyen el limo y la arcilla. Este resultado aporta un puntaje igual a cero según metodología de la Guía de EVS, lo que infiere bajo contenido de materia orgánica en el suelo para mantener unidas las partículas que componen y forman parte de la estructura del suelo y también elevada susceptibilidad a la erosión hídrica.



#### Evaluación visual del índice de calidad del suelo

El suelo de la Finca Eliecer se sitúa como pobre, al evaluar el índice de la calidad del suelo apoyados en siete indicadores pues se obtuvo una suma total de valores de siete puntos (Tabla 2), siguiendo el criterio de la Guía de campo de EVS ya que obtuvo un puntaje inferior a 15.

Tabla 2. Valoración de indicadores visuales de la calidad del suelo en la Finca Eliecer

Indicador visual	Calificación	Factor	Valor
Erosión hídrica	1	X 2	1
Profundidad de enraizamiento	0	X 3	0
Color del suelo	0	X 2	0
Porosidad	1	X 3	3
Textura	1	X 3	3
Población de lombrices	0	X 2	0
Desagregación y dispersión	0	X 3	0
Índice de calidad del suelo			7

El resultado obtenido era esperado y está vinculado a la indiscriminada explotación a que han sido sometidos los suelos agrícolas en la UBPC Victoriano Brito, sin tener en cuenta la utilización de prácticas conservacionistas y de mejoramiento del suelo.

Al respecto Font, *et al.*, 2014, manifiestan una disminución acentuada de la calidad del suelo en los sistemas de cultivo temporales, donde el impacto de la actividad antropogénica sobre la actividad microbiana provocó un deterioro de la calidad del mismo como lo es el empleo de prácticas agrícolas convencionales que no permiten al suelo su

viabilidad a largo plazo debido a un desequilibrio en los procesos ecológicos que ayudan a mantener la sostenibilidad

#### Indicadores analíticos

Los parámetros químicos del suelo evaluados según Mesa & Colom (1984), reportan que el pH es ácido, el contenido de fósforo, potasio, materia orgánica bajos y la densidad aparente alta (Tabla 3), elementos que confirman la pobre calidad del suelo que presenta la Finca Eliecer detectados en los anteriores indicadores visuales.

Estos resultados denotan que son necesarias de manera urgente, la realización de prácticas de manejo adecuadas para la preservación del bien natural suelo. Las mismas están al alcance de todo usuario de la tierra y se encuentran respaldadas por el Programa Nacional de Conservación de suelos de Cuba (Cuba. Ministerio de la Agricultura, 2001).

Tabla 3. Indicadores analíticos del suelo de la Finca Eliecer.

Tipo de análisis	Valor obtenido	Evaluación	Referencia
pH (KCl)	4,42 u	Ácido	ISO10390 (1999)
P2O5	7,22 mg.100 <sup>-1</sup> g de suelo	Bajo	NC-52 (1999)
K2O	9,87 mg.100 <sup>-1</sup> g de suelo	Bajo	NC-52 (1999)
MO	1,64 %	Bajo	NC-51 (1999)
Densidad aparente (da)	1,52 g.cm <sup>-3</sup>	Alta	ISO11272 (2003) (1982).

II. Propuesta del Plan de manejo con énfasis en la conservación y mejoramiento del suelo y ejecución

El plan de manejo conservacionista (Tabla 4) contiene prácticas específicas por campo, pues en todos no es necesaria la siembra de postes nacientes, la protección de un canal colector, el cambio de caminos, etc., y estos detalles se describen en la tecnología propuesta. También aparecen prácticas comunes a todos los campos.

Se ejecutaron el total de las medidas permanentes propuestas y la mayoría de las agronómicas, no así las medidas de mejoramiento como fue la adición de materiales orgánicos a todas las áreas (solo se hizo localizada en surcos en algunos cultivos) ni la necesaria reforestación por trabas administrativas.

Tabla 4. Plan de manejo propuesto en la Finca Eliecer para cada uno de los campos.

Campo	Área ha	% pendiente	Plan de manejo
1	3.7	10-12	- Construcción un de canal terraza protegiendo el bordo con barrera viva de King Grass, sembrar barrera viva de vetiver para proteger el camino real y eliminar el camino que colinda con campo 2. **
2	2.9	8-10	- Construcción un de canal terraza protegiendo el bordo con barrera viva de King Grass, sembrar barrera viva de vetiver y eliminar el camino que colinda con campo 2. **
3	3.1	7-10	- Construcción dos canales terraza protegiendo el bordo con barrera viva de King Grass, sembrar barrera viva de vetiver para proteger el camino real y siembra de postes nacientes en la cerca perimetral. **
4	1	8-10	- Construcción un de canal terraza protegiendo el bordo con barrera viva de King Grass, sembrar barrera viva de vetiver para proteger el camino real. **
5	4.1	4-6	-Construcción un de canal terraza protegiendo el bordo con barrera viva de King Grass, y sembrar barrera viva de vetiver para proteger el camino real. **
6	1.5	12-18	-Construcción tres de canales terraza protegiendo el bordo con barrera viva de King Grass, y sembrar barrera viva de vetiver para proteger el camino real
7	2.9	18-20	-Construcción dos de canales terraza protegiendo el bordo con barrera viva de King Grass, y sembrar barrera viva de vetiver para proteger el camino real
8	1.9	10-12	Construcción un de canal terraza protegiendo el bordo con barrera viva de King Grass, sembrar barrera viva de vetiver para proteger el camino real y siembra de postes nacientes en la cerca perimetral. **
8A	2.1	10-12	Construcción dos canal terraza protegiendo el bordo con barrera viva de King Grass, y sembrar barrera viva de vetiver para proteger el camino real. **
10	2.3	10-12	Construcción un de canal terraza protegiendo el bordo con barrera viva de King Grass, y sembrar barrera viva de vetiver para proteger el camino real. **

\*\* Medidas comunes para todos los campos. Laboreo mínimo, siembra en contorno, adición de materiales orgánicos, incorporación de restos de cosecha.

### III. Evaluación

La evaluación de los impactos producidos en el sistema productivo disminuyeron los procesos erosivos, con una retención promedio de suelo transportado por el escurrimiento superficial de 15.2 t.ha<sup>-1</sup>, se redujo la exposición de contaminantes al medio al utilizar el estiércol vacuno descompuesto y/o humus de lombriz localizado en la siembra de yuca y piña, se amplió el uso de biofertilizantes (en frijol) y se evidenció tendencia al mantenimiento en los contenidos de fósforo, potasio, materia orgánica y pH en el suelo con relación a valores iniciales sin utilización de medidas (Tabla 5).

Sin embargo, persisten fragilidades para el grado de deterioro del suelo en la finca, necesitan a toda costa del uso de materiales orgánicos como medida agronómica, pero no de forma localizada en los surcos, sino, aplicarlos en toda el área para ser incorporados como enmendantes y no solo como fuente de nutrientes como de forma usual se hace en estas áreas agrícolas.

Es así que cobra vital importancia la ejecución de la totalidad de las medidas propuestas en base al

diagnóstico inicial y la utilización sistemática de prácticas orgánicas en las áreas donde se realizan y comenzarlas en las que no se ejecutan, como una vía al alcance de los productores y productoras para mejorar y/o conservar el suelo, como se resalta en la literatura (González & Kiersch, 2015).

Tabla 5. Efecto del uso de tecnologías conservacionistas en Finca Eliecer

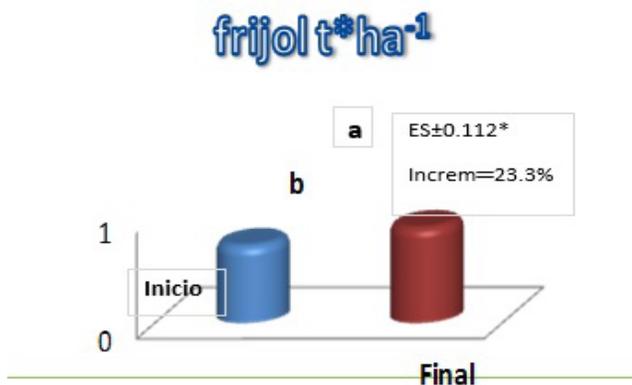
Parámetros	Inicio	Final	ES±
pH unidades	4.42	4.52	0.149 ns
P2O5 mg.100-1 g	7.22	7.63	0.949ns
K2O mg.100-1 g	9. 87	9.53	1.490ns
M.O. %	1.64	1.70	0.077ns
pH unidades	4.42	4.52	0.149 ns
Suelo Retenido* t.ha <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup>		15.2	

La retención de 15.2 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> producto de la aplicación de medidas permanentes unidas a medidas agrotécnicas, evitan la pérdida del suelo por erosión hídrica y con ello de los nutrientes y materia orgánica que de otra manera se hubiesen perdido, convirtiéndose esta retención en un indicador favorable al

evaluar la conservación de las tierras agrícolas en la finca.

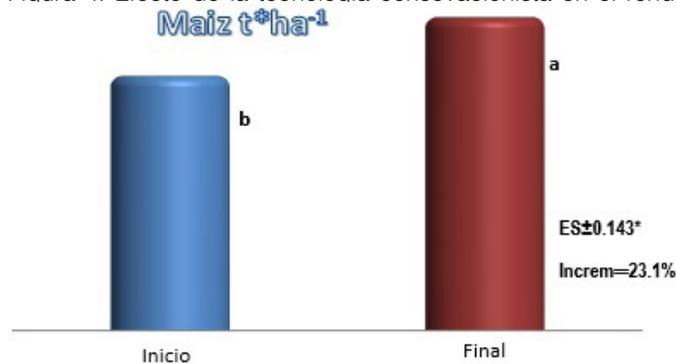
Dichos elementos favorecieron el incremento del rendimiento de las cosechas (Figura 3-6) desde 7.4 hasta 24 % en cultivos varios. Las mayores respuestas en el indicador rendimiento se apreciaron cuando la tecnología utilizada incluyó una mezcla de labores conservacionistas y de mejoramiento con valores máximos donde se utilizó como soporte orgánico el humus de lombriz, con incrementos superiores al 20%. Dichos rendimientos se encuentran por debajo de la media nacional de Cuba reportados por Vidal & Pérez (2012); y Montiel, et al., (2015) para América Central.

Figura 3. Efecto de la tecnología consevacionista en el rendi-



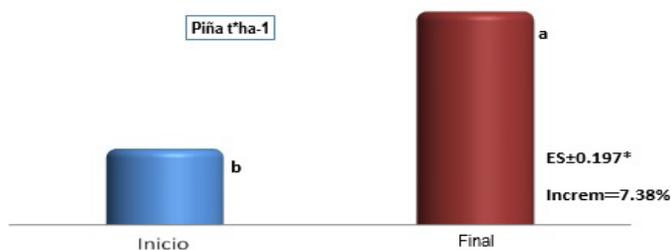
miento del frijol.

Figura 4. Efecto de la tecnología consevacionista en el rendi-



miento del maíz.

Figura 5. Efecto de la tecnología consevacionista en el rendi-



miento de piña.



Figura 6. Efecto de la tecnología consevacionista en el rendimiento de la yuca.

Efectos similares se constatan en estudios desarrollados por Hernández, et al., (2015); y Hernández & Bernal (2018) donde afirman que es posible lograr incrementos en los rendimientos de 12- 24 % de los cultivos cuando se aplican medidas conservacionistas de conjunto con enmiendas orgánicas en áreas de cultivos varios, atenuar las pérdidas de suelo en 7-15 t.ha<sup>-1</sup> y tributar al mantenimiento de parámetros agroquímicos y calidad del suelo.

Estos resultados denotan que es necesaria la realización de prácticas de manejo adecuadas para la protección de los suelos y fue acogido por los agricultores como un aprendizaje importante y sobre todo, conocer que las mismas se encuentran respaldadas por el Programa Nacional de Conservación de suelos de Cuba.

## CONCLUSIONES

Evaluar los indicadores del MST permitió clasificar el suelo Pardo Grisáceo de la Finca Eliecer de la UBPC Victoriano Brito con índice de calidad pobre, lo que indica deterioro de su capacidad productiva y la necesidad de su mitigación.

La implementación del MST con acento en el manejo conservacionista del suelo en dicha área agrícola incidió en el incremento del rendimiento de las cosechas de 15.8 – 24.1 %, disminución en los procesos erosivos con una retención de suelo transportado por el escurrimiento superficial de 15.2 t.ha<sup>-1</sup> y tendencia al mantenimiento en los contenidos de fósforo, potasio, materia orgánica y pH en el suelo con relación a valores iniciales sin utilización de medidas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, Y., Castellanos, N., & Riverol, M. (2016). Manejo Ecológico de los Suelos. En, F. Funes Aguilar y L.L. Vázquez Moreno, Avances de la Agroecología en Cuba. (77-105). La Habana: Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey.

- Cuba. Ministerio de la Agricultura. (2001). Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de suelos. Instituto de suelos. La Habana: MINAGRI.
- Cuba. Ministerio de la Agricultura. (2017). Informes anuales del Instituto de Suelos 2004-2017. La Habana: Instituto de Suelos.
- Cuba. Oficina Nacional de Normalización. (1982). Técnicas de física de suelos. Dirección nacional de suelos y fertilizantes. La Habana: ONN.
- Cuba. Oficina Nacional de Normalización. (1999). ISO, 10390. Calidad del suelo. Determinación de pH. La Habana: ONN.
- Cuba. Oficina Nacional de Normalización. (1999a). Calidad del suelo. Análisis químico. Determinación del porcentaje de materia orgánica. La Habana: ONN.
- Cuba. Oficina Nacional de Normalización. (1999b). Calidad del suelo. Determinación de las formas móviles de fósforo y potasio. La Habana: ONN.
- Font, L., et al. (2014). Estimación de la calidad del suelo: criterios físicos, químicos y biológicos. *Agrotecnia de Cuba*. 37(2), 13-22.
- Gómez, L. (2018). Suelos en Cuba, cuestión de hoy para el mañana. Entrevista de Susana Antón Rodríguez a director del Instituto de Suelos; Granma, p 8.
- González, M., & Kiersch, B. (2015). Suelos en América Latina: nuestro recurso más olvidado. *Revista Enlace*, 27, 6-9.
- Hernández, A., Pérez, J.J., Bosch, I. D., & Castro, S. N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba. La Habana: INCA.
- Hernández, C. y Bernal, Y. (2018). Guía metodológica para talleres de formación en conservación y/o mejoramiento del suelo. *Memorias Congreso de Suelos*. La Habana
- Hernández, C., Bernal, Y., Muñoz, P., Ríos, C., & González, O. (2015). Evaluación de manejo conservacionista en suelo Pardo Grisáceo. *Centro Agrícola*, 42(3), 25-33. Recuperado de <http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/html/v42n3/body/cag04315.html>
- Mesa, A., & Colom, C. (1984). Manual de interpretación de los suelos. La Habana: Científico – Técnica.
- Montiel, K., Ibrahim, M., & Rivera, R. (2015). Validación de prácticas de mejoramiento de suelos para la producción sostenible de maíz y frijol en América Central. *Revista Enlace*, 27, 10-13.
- Moskvishov, Y. (1982). La lucha contra la erosión hídrica y la mejora de los suelos erosionados. (Informe Final de Asesoría del Contrato 21848, solicitud 22-806-21. La Habana: Instituto de Suelos.
- Shepaschenko, G.L., & Riverol, M. (1983). *Resistencia antierosiva de los principales suelos agrícolas de Cuba*. La Habana: Ciencias Agrícolas.
- Shepherd, F., Stagnari, M., & Pisante y Benítez, J. (2008). Evaluación visual del suelo. Cultivos anuales, guía de campo. Edit PDF-B del Programa Asociación del País, proyecto GEF-PNUD.
- Soca, C. (1987). Diagnóstico y características de los principales tipos de suelos erosionados de las regiones agrícolas de Cuba. La Habana: Científico - Técnica.
- Urquiza, N., Alemán, C., Flores, L., Ricardo, M., & Aguilar, Y. (2011). Manual de procedimientos para Manejo Sostenible de Tierras. La Habana: CIGEA.
- Vidal, A. P., & Pérez Villanueva, O. (2012). Miradas a la economía cubana. El proceso de actualización. La Habana: Caminos.