



**Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad "Carlos Rafael Rodríguez" Cienfuegos**

**Trabajo de diploma en opción al título de
Ingeniero Agrónomo.**

**Título: Evaluación de la aplicación de medidas de
mejoramiento y conservación de suelos en la finca
"Naranjito" del municipio Cienfuegos.**

Autora: Elena Villavicencio Castellanos

Tutor: MSc. Mario Julián Fuentes Gallardo

Sede Central
Curso: 2014 - 2015

Índice

	Contenido	Pág.
	Pensamiento	
	Agradecimientos	
	Dedicatoria	
	Resumen	
	Introducción.	1
1	REVISION BIBLIOGRAFICA.	6
1.1	El Recurso Suelo.	6
1.2	Clasificación Agroproductiva.	8
1.3	Principales factores limitantes de la productividad de los suelos.	9
1.4	Sistema de medidas de mejoramiento y conservación de suelos.	13
1.5	Degradación de los suelos y su manejo Agro Ecológico.	19
1.6	Problemas ambientales.	23
2	MATERIALES Y METODOS.	27
2.1	Diseño metodológico de la investigación	27

2.2	Clasificación Agroproductiva.	33
2.3	Medidas de conservación y mejoramiento.	34
3	RESULTADOS Y DISCUSION.	35
3.1	Caracterización de la Finca.	35
3.2	Clasificación Agroproductiva y Rendimiento Mínimo Potencial.	39
3.3	Identificación de los problemas aun existentes	39
3.4	Efectividad de las medidas de mejoramiento y conservación implementadas.	40
3.5	Comportamiento de los Rendimientos.	46
	Conclusiones	49
	Recomendaciones	50
	Bibliografía	
	Anexos	

Pensamiento

Agradecimientos

AGRADECIMIENTOS

Dedicatoria

DEDICATORIA

Resumen

Resumen

Con el objetivo de evaluar el efecto de la implementación de la aplicación de medidas de mejoramiento y conservación sobre los factores limitantes del suelos y su influencia sobre los rendimientos agrícolas en la finca “Naranjito” del municipio Cienfuegos en la provincia de igual nombre, con un enfoque de ecosistema al Manejo Sostenible de Tierras (MST); se realiza la investigación en el período comprendido entre septiembre 2014 y marzo de 2015; para ello se aplican las técnicas de análisis documental, observación, mediciones en el lugar y revisión de documentación para la caracterización del sitio productivo, así como métodos analíticos de laboratorio, lo que permitió diagnosticar el efecto de las medidas implementadas sobre los factores limitantes con mayor incidencia en los rendimientos agrícolas que fueron identificados durante el diagnóstico y análisis de las áreas. El procesamiento y validación de la información recopilada se realizó con la Matriz de Vester arribándose a la conclusión de que las medidas ejecutadas como un plan armónico e integral en correspondencia con las necesidades y los recursos disponibles en la unidad influyó positivamente en el comportamiento de los índices de suelo evaluados, demostrando las ventajas de la implementación de las mismos. El pH, la materia orgánica, fósforo y potasio asimilable y los rendimientos agrícolas en los cultivos evaluados muestran tendencia al incremento y su estabilidad con el tiempo, acercándose al rango característico del tipo de Suelo.

Palabras Claves: *Conservación, Evaluar, Manejo, Rendimientos, Sostenible.*

Summary

Summary

With the objective of evaluating the effect of the implementation of the application of measures of improvement and conservation on the restrictive factors of the floors and their influence on the agricultural yields in the property " Orange tree " of the municipality Cienfuegos in the equal county names, with an ecosystem focus to the Sustainable Handling of Lands (MST); he/she is carried out the investigation in the period understood between September 2014 and March of 2015; for they are applied it the techniques of documental analysis, observation, mensurations in the place and documentation revision for the characterization of the productive place, as well as analytic methods of laboratory, what allowed to diagnose the effect of the measures implemented about the restrictive factors with more incidence in the agricultural yields that were identified during the diagnosis and analysis of the areas. The prosecution and validation of the gathered information was carried out with the Womb of Vester being arrived to the conclusion that the measures executed as a harmonic and integral plan in correspondence with the necessities and the available resources in the unit influenced positively in the behavior of the evaluated floor indexes, demonstrating the advantages of the implementation of the same ones. The pH, the organic matter, match and assimilable potassium and the agricultural yields in the evaluated cultivations show tendency to the increment and their stability with the time, coming closer to the characteristic range of the type of Floor.

Key words: *Conservation, Evaluate, Manage, Yields, Sustainable.*

Introducción

Capítulo I

1. REVISION BIBLIOGRAFICA

1.1 El Recurso Suelo.

Los expertos en la materia reconocen que el suelo es un complejo regido por determinadas características físicas, químicas, físico – químicas y biológicas que determinan en gran medida la eficiencia en la producción agrícola. (Urquiza y col., 2002) plantean: “el suelo es un conjunto organizado, de espesor variable (fluctúa desde algunos centímetros hasta algunos metros) que recubre las rocas, esta capa es un ente vivo que está en relación directa con la vida vegetal. Está constituido por elementos minerales, cristalinos o amorfos; orgánicos y seres vivos; agua y aire. Esta materia se halla sometida a constantes cambios por efecto de las variaciones del clima, de la atmósfera y de la acción del hombre; es, por tanto, un complejo dinámico, que evoluciona con el tiempo a velocidad y ritmos variables para cada uno de los elementos que lo constituyen y para sus interacciones”.

Para estos autores es un medio complejo y dinámico que evoluciona bajo la influencia de factores externos (hidrosfera, atmósfera y biosfera). Sus propiedades se adquieren progresivamente bajo la acción combinada de esos factores: la roca madre se altera bajo la influencia del clima y de una vegetación pionera, la materia orgánica se mezcla al suelo, los minerales de la roca se alteran, la materia orgánica se degrada lentamente primero en humus fresco, finalmente en ácido carbónico, agua, amoníaco y nitratos.

Concluyendo que la degradación de los suelos es una manifestación que produce los Cambios Globales, definidos por el “Programa Internacional Geosfera Biosfera”, como aquellos vinculados con los cambios en el uso y en la cobertura de la tierra, en la

diversidad biológica, en la composición de la atmósfera y en el clima. La degradación del suelo es el resultado de una relación no armónica entre este y el agua, donde el factor antrópico desempeña un papel determinante. El exponente más extremo de esa degradación, es llamado “desertificación”. La desertificación definida por la convención Internacional de lucha contra la desertificación y la sequía, como “la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultante de factores tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas”, cobra anualmente miles de Km² de tierra que antes fueron productivas. Es considerada como la gran “úlceras” que fulmina nuestro planeta.

Hernández (2004) expresó: “Como es conocido, en los suelos se producen cambios de sus propiedades por la acción del hombre y/o por la acción del cambio climático, desde el punto de vista de la acción antropogénica podemos decir que los cambios más fuertes tuvieron lugar en dos etapas diferenciadas relacionadas con el desarrollo social y científico técnico de Cuba”.

Por su parte Boza (2013) demuestra que la implementación de un adecuado programa de mejoramiento y conservación de suelos, no solo incide positivamente en el control de la erosión al retenerse entre 4.11 a 4.32 t.ha⁻¹ se suelo en un suelo Pardo con Carbonatos, sino además índices como pH, materia orgánica, fósforo y potasio asimilable que incrementan sus valores con el tiempo, influyendo todo ello en los rendimientos agrícolas de los cultivos *Lycopersicon esculentum* L. (Tomate) desde un mínimo de 13.9 t. ha⁻¹ a un máximo de 24.14 t. ha⁻¹ y *Phaseolus vulgaris* L. (Frijol) de 1.28 t. ha⁻¹ como mínimo a 2.3 t. ha⁻¹ como máximo.

En el caso estudio que nos ocupa se evidencia lo expresado por el autor ya que a pesar de encontrarse en la unidad productiva un solo tipo de suelo, este no muestra uniformidad en el comportamiento de sus propiedades, en algunos casos debido a las condiciones climáticas predominantes en la zona y otras por el manejo inadecuado que se ha llevado a cabo en el proceso productivo.

Para Hernández y col. (1999), la génesis del suelo representa el conjunto de diferentes fenómenos químicos, físicos y biológicos que ocurren en él y determinan una u otra composición y propiedades de la masa de éste. Quienes además citando a Dokuchaev,

(1989) expresan “el conocimiento de los suelos es el medio de dominarlos y dirigirlos con objetivos aplicados a la agricultura, la silvicultura, la higiene y el mejoramiento”.

Continúan expresando que en posteriores trabajos de sus seguidores y sobre todo en los estudios de (Jenny, 1941), quedó bien aclarado el papel y la importancia de cada factor en la formación del suelo, así como, el establecimiento de la correlación y la interdependencia que existe entre los mismos. Así, (Williams, 1942) fue el que fundamentó por primera vez el sexto factor formador, que es la actividad productiva del hombre, criterio que se ha reforzado en los últimos 60 años, debido al aumento que ha cobrado a nivel mundial la degradación de los suelos a partir de 1945.

1.2 Clasificación Agroproductiva.

El agrupamiento agro productivo surge con el objetivo de que la agricultura cuente con un esquema sintetizado que agrupe aquellos suelos con características similares, de tal forma que: “se pueden manejar un número menor de variantes agrotécnicas. Tal necesidad se debe principalmente a los principios mismos de la clasificación de los suelos en uso. Es común para los productores encontrar suelos diferenciados genéticamente pero con una respuesta productiva similar para un cultivo determinado”. (Urquiza, 2005).

Según Instituto Nacional de Suelos, (1988) “La clasificación agro productiva constituye en la actualidad uno de los procedimientos más importantes dentro del campo de la agricultura, muy particularmente dentro del contexto de la edafología como ciencia”.

Añadiendo que se inscribe dentro de la evaluación de tierras, término que en su más amplia acepción conviene a todas las actividades relacionadas con el establecimiento de algún sistema valorativo de los suelos, sea en términos cualitativos, de modo general para el suelo sin atender a un cultivo específico”. Así como “comprende la valoración física de los suelos o de las tierras que incluye aspectos fundamentales del medio. Puede incluso profundizarse y llegar a la evaluación económica que comprende la selección de alternativas de uso, cálculo de insumos tales como fertilizantes, horas – máquinas, volumen de agua para riego, etc.

Para Mesa y col., (1992) desde el momento en que se evalúan las posibilidades de plantar o no determinada especie se lleva a cabo una actividad evaluativa, aún sin base científica; partiendo de este punto de vista desde remotos tiempos de la colonia, como

proceso natural empírico los agricultores fueron acomodando sus cultivos a los suelos mas adecuados; proceso que se acentúa desde los primeros años de la República Neocolonial.

De acuerdo con estudios realizados en relación con los recursos edáficos, menos de 25% de la superficie ocupada por los principales cultivos agrícolas del país se clasifica de productiva a muy productiva. Uno de los principales factores limitantes es la erosión actual fenómeno que afecta más del 40% de los suelos cubanos. Si se refiere a la erosión potencial, este porcentaje se eleva hasta 65%, cifra alarmante si se considera que el primer signo de la reacción en cadena desatada por la erosión es la disminución del rendimiento agrícola. (Instituto de Suelos, 2001).

Los autores Alfonso, C. y Monedero, M. (2004) expresaron que el 76,8 % de los suelos agrícolas de Cuba están categorizados como poco y muy poco productivos y más de dos millones de hectáreas están afectadas por diferentes procesos de degradación. Si no se toma conciencia del problema, seguirán creciendo las áreas con tendencia a la desertificación que en la actualidad ya alcanza el 14 % del territorio Nacional.

A criterio de (Riverol, 2007) siglos de aplicación de prácticas agrícolas no amigables con la tierra y de tecnologías agresivas de laboreo obligan al cubano de hoy a mitigar, detener y empezar a recuperar la degradada superficie agrícola.

Álvarez y Fuentes (2003) afirman que “como resultado del estudio de los suelos a escala 1: 25 000, según criterios de la II clasificación Genética de Suelo de la Academia de Ciencias de Cuba, el 88 % de estos en la provincia de Cienfuegos se califican como poco y muy poco productivos, estando entre los factores degradantes de mayor relevancia la erosión, la baja fertilidad natural, y la baja retención de humedad”.

Por lo expuesto hasta aquí podemos asegurar que solo conociendo e inventariando nuestros suelos y su potencial productivo seremos capaces de hacer frente a esa realidad, intensificando la agricultura, planificando óptimamente nuestros recursos, optimizando el uso de las tierras y explotándolas al máximo dentro de los rigurosos límites que exige su conservación y mejoramiento para la posteridad.

A modo de resumen podemos afirmar que: Las clasificaciones Agroproductivas, son el resultado de arduos años de trabajo y requieren de los especialistas que la utilizan su

constante superación; la realización de estas no solo posibilita hacer un adecuado acomodo de los cultivos teniendo en cuenta el potencial productivo del suelo, sino que permite manejarlos de manera tal que no sean afectados con el paso de los años.

1.3 Principales factores limitantes de la productividad de los suelos.

Para la Dirección General de Suelos y Fertilizantes (1984), entre los factores que limitan los rendimientos de los cultivos hay algunos que son generales para la mayoría de las especies, como son:

Profundidad Efectiva: es uno de los índices más importante como factor limitante y la restricción que impone a un cultivo está en función de dos cuestiones fundamentales: El tipo de material que limita el desarrollo radicular y el tipo de material dentro del límite de la profundidad efectiva. Del tipo de material que corresponda a la zona de desarrollo radicular dependen las posibilidades de nutrición de las plantas.

Para Hernández (2005). “Es el espesor del suelo que mantiene una consistencia friable que permite el desarrollo y penetración de las raíces de las plantas. Puede coincidir o no con la profundidad del suelo y sus valores estarán en dependencia del cultivo que se evalúe. Por ejemplo aguacate, mango, caña de azúcar, arroz, hortalizas, cítricos, etc.”

Otro de los índices señalados por este autor es la textura, para él “influye también en la productividad del suelo. Los suelos de textura arenosa y franco arenosa generalmente son más pobres, tienen poca retención de humedad y su fertilidad está limitada”.

Otro factor a tener en cuenta, la baja capacidad de retención de humedad y agentes causales es una consecuencia de los factores siguientes:

- a) Contenido de arcilla
- b) Tipo mineralógico de la fracción arcillosa, particularmente el contenido de hierro.
- c) Contenido de materia orgánica.
- d) Profundidad del manto freático.

El Relieve: Es una consecuencia de las fuerzas endógenas, orogénicas y exógenas como las precipitaciones, el viento, etc.

Por el equilibrio entre ellas, al actuar sobre los diversos materiales geológicos, surgen distintas formas de modelado de la superficie terrestre, vinculadas no sólo a la formación del suelo, sino con vigencia actual con respecto a la agricultura.

En nuestras condiciones climáticas el relieve tiene una importancia singular en relación con la erosión, el riego y el uso de la maquinaria.

Para Hernández (2005) “Es un elemento importantísimo en la redistribución de la humedad y el calor. Influye por el grado de pendiente en:

1. Erosión potencial de los suelos
2. Accesibilidad a la zona de cultivo
3. Aplicación de la mecanización
4. Recolección de la cosecha”

Además plantea que “La vegetación natural Influye en:

1. Ciclo biológico de las sustancias
2. Atenúa la acción erosiva de las lluvias
3. Redistribuye la humedad logrando un mayor aprovechamiento de las lluvias
4. Contrarresta la evapotranspiración”.

Drenaje: Es un factor fundamental para la mayoría de los cultivos agrícolas y es considerado desde el punto de vista del suelo la componente que resulta de la suma drenaje interno + drenaje superficial.

El problema fundamental de la falta de drenaje es la escasez de oxígeno para las raíces de las plantas.

Rocosidad y Pedregosidad: Las afectaciones por rocosidad y pedregosidad se producen en cuanto a la extensión con posibilidades de cultivo y al uso de la maquinaria agrícola. No obstante, hay áreas recuperables a diferentes montos de inversión”.

Erosión: Definida “como un proceso de desprendimiento y arrastre de las partículas de suelo causado por los agentes del intemperismo” (Anaya y Col. 1977, Suárez de Castro, 1980). Esto implica la existencia de dos elementos que participan en el proceso: uno pasivo que es el suelo y uno activo que lo constituyen los factores naturales acelerado por la acción antrópica.

Causas de la Erosión: intervienen factores naturales en los que se incluyen las precipitaciones y el viento como fundamental y factores antropogénicos en el que los seres humanos con su acción pueden acelerar el proceso pero a su vez mitigarlo.

Del análisis de las múltiples acepciones que ha recibido el término erosión del suelo, se evidencia que el desprendimiento de las partículas de tierra y su transporte necesitan una fuente de energía que puede ser el viento, la lluvia o el escurrimiento (Roose, 1977; Lal 2000).

La erosión causada por el agua o erosión hídrica es esencialmente predominante en regiones húmedas y en terrenos con pendientes, mientras que la causada por el viento o eólica es característica de terrenos planos en regiones secas. (Kohnke y Bertrand, 1959, Constantinesco, 1976).

Agentes naturales de la erosión: Los principales son el agua, el viento, los cambios de temperatura y los procesos biológicos, de los cuales los dos primeros son los que revisten mayor importancia.

- El agua: Es el agente más importante de la erosión. La erosión es el resultado de la energía producida por el agua al precipitarse sobre la tierra y al fluir sobre la superficie de los terrenos.
- El viento: Es un agente físico que influye en la erosión y formación de los suelos al causar el desprendimiento, transporte, deposición y mezcla del suelo. El viento no erosiona por si misma las rocas, sino que es la abrasión provocada por las partículas del suelo que el transporta la causante de este desgaste.
- Cambios de temperatura: Cuando se considera la erosión geológica, el paso del tiempo apenas se nota, y aun cambios pequeños o muy lentos se vuelven perceptibles hasta después de un largo tiempo.

- Los agentes biológicos: también está influenciado por los organismos vivos en forma directa e indirecta. En forma directa por el pisoteo sobre las rocas o el suelo para disgregarlo y hacerlo más fácilmente transportable por el agua y el viento, en forma directa, al comer parcial o totalmente la vegetación que lo protege, con lo que aumenta la susceptibilidad del suelo a la erosión. Caso típico del sobrepastoreo.

La lluvia: (Cairo y Quintero, 1980) coincidieron en que el “agua es el agente más importante de la erosión hídrica, es el resultado de la energía producida por el agua al precipitarse sobre la superficie del suelo”.

Roose (1960) y Palmer (1963) coinciden en afirmar que la cantidad máxima de material de suelo desplazado por el impacto de las gotas de lluvia ocurre alrededor de dos a tres minutos después del comienzo de esta, cuando la superficie del terreno está cubierta con una película de agua de espesor similar al diámetro de las gotas de lluvia.

El viento: Prácticamente todos los investigadores e instituciones especializadas como (Constastinesco, 1976) y (U.S.D.A, 1936), coinciden en que la erosión eólica es un fenómeno que ocurre generalmente en regiones planas y de pocas lluvias donde la vegetación natural crece escasamente, ofreciendo por tanto muy reducida protección del suelo y donde predominan además brisas o vientos de velocidad considerable.

Para Avello (2008), la erosión está directamente relacionada con la topografía, observándose que en la medida que esta alcanza mayor porcentaje, es más acentuada la pérdida de suelos en los horizontes superficiales como son los casos de las parcelas 1a, 4b, 5c, 6, 7 y 9d, no observándose marcada diferencia con el comportamiento de la parcela patrón; esta situación pone en evidencia la necesidad de la aplicación de medidas tendientes a la conservación y mejoramiento de estas parcelas dada la influencia ejercida por esta situación en los rendimientos agrícolas pues el mejor comportamiento lo muestran las parcelas 1a y 5c, que son Categorizadas como I y II respectivamente, donde es posible obtener los rendimientos más altos siempre y cuando se de cumplimiento a las exigencias agrotécnicas establecidas para cada uno de estos cultivos.

1.4 Sistema de medidas de Conservación y Mejoramiento de suelos.

Di Giacomo, R. (2003) define que “La conservación de los suelos, es un paquete científico – tecnológico – estratégico para que en el mundo no se pierdan anualmente los

millones de hectáreas de tierra agrícola, como consecuencia de la agricultura moderna. Entre las tasas de Dinámica Económica, más rápida y la de Restauración de los Sistemas Naturales, más lenta, aparece la conservación, para establecer la brecha. La conservación no solo requiere la aplicación de tecnología adecuada, sino que necesita un marco legislativo, socio económico, político, de organización y asociación empresarial”.

Añadiendo: que el control de la degradación y la desertificación son las llaves para el desarrollo sustentable, son dos procesos que tienen como inicio común el deterioro y que gradualmente se van separando a medida que el problema se va acrecentando, mientras que la degradación puede convivir con el hombre y este es capaz de enfrentarla, la desertificación hace lo imposible por empobrecerlo, por expulsarlo. Con la degradación, el hombre puede, con la desertificación es mucho más difícil. Es interesante observar que cuando hablamos de degradación decimos: Control, manejo..., cuando nos referimos a la desertificación decimos: “Lucha”...

Concluyendo que “en la actualidad más de 306 millones de hectáreas en los países de América Latina y el Caribe están siendo afectadas por una degradación del suelo de origen antrópico; la pérdida de estos potenciales afecta la vida de millones de personas. ¿Qué grado de afectación poseen los suelos de Cuba? Los procesos de deforestación en los que se vio envuelta la Isla desde la colonia que condujo a la reducción de hasta el 14 % de la cubierta forestal monitoreada en 1959, asociado a la Revolución Verde, de la cual no escapó la agricultura cubana”.

El país está afectado por la desertificación en 14 % de su territorio (1580 996 Ha), 14.1 % afectado por la salinidad; 23.9 % por la erosión; en 14.5 % actúan ambos factores a la vez; el 7.7 % presenta degradación de la cubierta vegetal y con drenaje deficiente existen 40 000 Km² aproximadamente, equivalentes al 37 % del territorio nacional. Esto significa que de 0,60 Ha que corresponde a cada habitante, está afectada, en distintos grados, por los factores degradativos señalados. (Treto, Eolia y col., 2001).

Tomando en consideración esta situación, elevar la conciencia pública en relación con la protección, conservación y mejoramiento de los suelos es una de las tareas de primer orden que ha asumido nuestro país como parte de la estrategia que ha trazado en función de proteger nuestro Medio Ambiente. En correspondencia con ello, el Instituto de Suelos, con el apoyo de la máxima dirección del país ha ido trabajando a partir del año 2003 en la

implementación de un plan emergente de producción de abonos orgánicos y el programa nacional de mejoramiento y conservación de los suelos, en los que se definen las acciones encaminadas a la aplicación de técnicas de agricultura sostenible, restauración de suelos degradados, aprovechamiento de residuales como mejoradores de las áreas afectadas, actualización de los inventarios de suelos afectados por procesos de desertificación y sequía, priorizando las cuencas de interés provincial y nacional, control de la aplicación de enmiendas orgánicas, realización sistemática del monitoreo de la variación del pH y la fertilidad de los suelos, realización de estudios para la recuperación de suelos salinos e incentivar la reforestación de ríos y presas, áreas ganaderas, que incluyan el empleo de técnicas agro pastoriles, así como el control y la eliminación de prácticas nocivas al medio ambiente durante la producción agrícola.

Según Agrinfor, (2004) en los campos, cuando se remueve el suelo se corre el peligro de que este sea arrastrado por la lluvia, para que esto no ocurra, el agricultor puede emplear medidas de conservación ya sean temporales o permanentes. Las de carácter temporal se ejecutan con cultivos temporales cada vez que estos se siembran y las permanentes, por lo general, son de mayor grado de complejidad.

Entre las medidas de conservación de suelos más sencillas y económicas, están las culturales (laboreo racional, ordenación de cultivos, alternativas de cultivos racionales, tratamientos de rastrojos y control de pastoreos). A estas medidas también se les llama preventivas, protectoras de los agentes erosivos o que refuerzan la resistencia al arrastre.

Medidas de Conservación:

Agrinfor, (2004) incluye entre las medidas temporales:

- Preparación de suelos en contorno: para ella se trazan las líneas guías con el caballete, luego se ubican estacas de pequeñas dimensiones, las que posteriormente serán rectificadas con el fin de dejarlas a contorno, todas las labores se realizan siguiendo esas líneas con el arado criollo y la tracción animal, una vez trazadas las líneas guías se tira el primer surco por debajo o por arriba de esta hasta completar todo el área.
- Siembra en contorno: consiste en plantar siguiendo la curva a nivel o una aproximación de esta. Para ello se deben trazar las líneas guías maestras, tomar

la parte media de la pendiente mas larga, ubicar tantas líneas guías como sean necesarias, guardar una distancia básica para que se puedan establecer los surcos, las líneas no deben estar excesivamente distanciadas para de esta forma evitar que aparezcan cuñas en el trazado, a mayor pendiente las líneas deben estar mas cercas.

- Siembra transversal al sentido de la mayor pendiente: es una de las medidas más sencillas y prácticas de conservación de suelos y consiste en el laboreo y surcado de los campos en el sentido transversal a la exposición de la pendiente, de mayor grado de inclinación.
- Cobertura muerta: de tipo permanente o transitoria, son utilizados rastrojos, pajas, ramas, hojas y toda la basura con que se cuente, materiales que se pueden recoger y poner en las calles del cultivo, esta mantiene la humedad del suelo, aporta materia orgánica, y a la vez protege la erosión”.

Mientras que entre las medidas Permanentes incluyen:

- Barreras vivas: se aplica en áreas con pendientes superiores al 5%, con las especies de plantas que mejor se adapten al lugar se deben establecer barreras vivas. Estas se utilizan como complemento de otras medidas y se pueden alternar con las barreras muertas, la distancia entre barreras depende de la pendiente del terreno.
- Barreras muertas y acondicionamiento de la broza: son consideradas medidas permanentes cuando son construidas con piedras y se denominan medidas transitorias cuando se construyen con restos orgánicos, las barreras muertas se deben colocar convenientemente, según sean mayores los movimientos de agua de lluvia.
- Arrope: puede catalogarse como barrera muerta, se realiza colocando restos de la chapea, poda y otras labores culturales alrededor de los troncos en las hileras de frutales, cacao u otras especies, por lo que se realiza un considerable aporte de materia orgánica a las plantaciones, evita erosión, y a su vez posibilita la infiltración del agua en los suelos.

Medidas de Mejoramiento:

- Aplicación de Humus de Lombriz: fertilizante bio-orgánico producido por la digestión de sustancias orgánicas en la descomposición por la lombriz. Posee óptima actividad fitohormonal que en condiciones favorables coadyuva a obtener indicadores productivos elevados y eficientes. Su estructura granular, composición química y microbiológica lo convierte en un fertilizante orgánico de alto poder nutritivo.
- Aplicación de Compost: abono orgánico que se obtiene a través de un proceso natural mediante la transformación de residuos orgánicos sólidos, dicho proceso es aeróbico, con acción de los microorganismos, y se producen bajo la influencia de oxígeno y condiciones adecuadas de temperatura, humedad, pH, etc.”.
- Aplicación de Biofertilizantes: agrupan 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.
- Uso de Abonos Verdes: práctica de sembrar una determinada planta en un terreno con la finalidad de protegerlo y con su incorporación mejorarlo, de forma general protege el suelo de la acción directa de la lluvia, mejora las condiciones químicas y físicas de los suelos, aumenta la capacidad de retención de la humedad.

Bragagnolo (1995) afirma que “cualquier estrategia destinada a reducir la degradación del suelo en áreas agrícolas, debe contemplar y combinar los siguientes cuatro tipos de medidas:

1. Estructuras físicas: Su objetivo consiste en reducir los daños de la erosión por transporte, controlar el escurrimiento superficial, regular el régimen hídrico en la cuenca hidrográfica y evitar la sedimentación de los manantiales. Ejemplos de esto

son: La construcción de barreras, establecimiento de terrazas y cordones de vegetación permanente.

2. Prácticas de preparación de suelo: Consisten en el mejoramiento de las labores de preparación de suelos con el propósito de aumentar la infiltración de agua en el suelo y reducir el escurrimiento superficial.
1. Prácticas agronómicas: Consisten en mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo, mediante una cobertura de suelo que permita reducir la energía de impacto de las gotas de lluvia, evitar la degradación de la estructura del suelo y disminuir el escurrimiento superficial.
2. Prácticas de siembra directa: Consisten en disminuir la intensidad del movimiento del suelo y reducir la frecuencia del paso de la maquinaria, lo que conserva el suelo y permite mayores beneficios económicos”.

Otra importante consideración en el laboreo de conservación es la secuencia de cultivos, es decir, la adecuada rotación. “La simplificación excesiva de un ecosistema por un monocultivo continuo, está destinado a causar un desequilibrio ecológico y crear problemas en el suelo, hidrología y ambientes bióticos. La diversificación es, por tanto, un componente importante en el laboreo de conservación” (Diez ,1996).

Continua expresando este autor que “para proteger el suelo deberemos intentar mantenerlo lo más protegido posible mediante masas vegetales en forma de restos de cosecha; habrá que limitar las labores superficiales para no mullir en exceso el suelo y con ello favorecer la oxidación de la materia orgánica: intentar sustituir el laboreo de volteo por laboreo en vertical que facilita la permanencia de restos de cosechas.

Las investigaciones realizadas en Nigeria por (Lal, 2000) han demostrado que las parcelas cubiertas con rastrojos (de hasta un 15% de pendiente) reducen considerablemente las pérdidas de suelo y la escorrentía. En Indonesia se demostró que la cobertura del suelo con rastrojos en una pendiente del 14% podría reducir las pérdidas de suelo y la escorrentía en más de un 90%, en comparación con las parcelas de referencia.

Mientras tanto, (Álvarez, 2000) afirma que no se ha conocido el beneficio que tiene un suelo cubierto de arvenses para el control de la erosión. Un estudio que se llevó a cabo

en los maizales de Malawi demostró que la cobertura del suelo con el mismo reducía las pérdidas por erosión de 12,1 t por ha en sitios con arvenses a 4,5 t por ha en sitios sin él.

En Venezuela se aprovechan los pequeños y grandes predios utilizando la sombra de (Guamo) *Inga vera* Willd. con densidades de 300 árboles.ha⁻¹, donde se llegaron a incorporar 91 Kg. de nitrógeno.año⁻¹; sin embargo, las concentraciones de 2,48 mg.kg⁻¹ de fósforo, consideradas como bajas, las asocian a la acidez de estos suelos (pH en H₂O de 4,53)” (Mogollón y col. 2004).

El uso de coberturas es una práctica alternativa que mejora la fertilidad del suelo, conserva la humedad, controla la proliferación de las malezas, reduce la erosión y en consecuencia, mejora el comportamiento de un cultivo determinado. (Montilla y col. 2004).

Para (Febles, 2006) la efectividad de la cobertura vegetal depende tanto de las espesuras de las plantas como de las dimensiones de la masa que se encuentra sobre la tierra. La escorrentía y las pérdidas por erosión disminuyen considerablemente cuando los suelos están provistos de una buena cobertura vegetal, pero ésta aumenta rápidamente en los suelos con menos de 70% de cobertura vegetal.

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 y col. 2008).

Según Leguía y col. (2008) “la rotación y el cultivo de cobertura aumentan significativamente los aportes de biomasa, ambas prácticas mejoran gradualmente la condición física de los suelos, especialmente su estructura, densidad e infiltración. Técnicamente estas contribuyen al gradual incremento en el contenido de la materia orgánica del suelo, mostrando a mantener el nivel de nitratos”.

La siembra directa como consecuencia de la falta de movimiento del suelo y la presencia de rastrojo en superficie crea un ambiente, que a diferencia del laboreo convencional, favorece el desarrollo de poblaciones de los individuos que viven en el suelo. (Stella, 2009).

Mientras que la FAO (2009) reporta que la fertilización orgánica puede aumentar los artrópodos epigeos por medio de una provisión más rica de mesofauna que descompone los componentes orgánicos.

1.5 Degradación de los Suelos y su manejo Agro Ecológico.

Si se tiene en cuenta que la degradación de los suelos es uno de los principales problemas globales que sufre hoy la humanidad, se puede comprender por qué los científicos se enfrentan al reto de mejorar la calidad de este recurso. En este sentido se han pronunciado (Brul y col. 1995) al expresar que con “el uso de los sistemas convencionales de agricultura, se descuidó mucho la importancia de mantener en el suelo el equilibrio químico (entre nutrientes); todo ello trajo consigo un desequilibrio en el ecosistema que ocasionó la degradación y la erosión del suelo, y es por ello que (Primavesi, 1996) plantea de manera muy acertada que para recuperar los suelos hay que determinar cuáles son las causas que generan la degradación, aspecto que (López y col. 1997) consideran como uno de los principales problemas ambientales globales”.

A pesar de los esfuerzos que en Cuba se realizan en función del cuidado de la tierra, el país no escapa de la problemática de la degradación de los suelos que aqueja a la región. Estudios desarrollados por el servicio de suelos del país (Instituto de Suelos, 1996) citan un gran número de factores limitantes como consecuencia de procesos de degradación, entre los cuales se plantea que cuatro millones de hectáreas padecen problemas de erosión, de los cuales aproximadamente dos millones de hectáreas ya tienen afectación media y severa.

Alonso y Carrobello (2002) dan a conocer a través del Programa Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía, que “11 de las 14 provincias de nuestro país están afectadas por la falta de materia orgánica, erosión, compactación, acidez o exceso de sales, lo que se hace aun más dramático en zonas montañosas, de humedales y costeras”.

Do Prado y Da Veiga (2004) afirman que la degradación del suelo a consecuencia de la erosión afecta la fertilidad de este y en última instancia la producción de los cultivos, al arrastrar sus partículas más finas y más reactivas (arcilla y materia orgánica) y dejar las partículas más gruesas, pesadas y menos reactivas; esto disminuye la concentración de

nutrimentos y en consecuencia su capacidad de sostener una agricultura productiva, principalmente en el área de desarrollo radicular de la planta.

En la degradación física del suelo, las partículas son transportadas por la acción del agua de lluvia, mientras que la degradación química reduce la capacidad de cambio catiónico y provoca la acidificación del suelo, toxicidad del aluminio y manganeso. (Gomero y Vázquez, 2004).

Importantes factores deben tenerse en cuenta antes de realizar cada práctica agronómica sobre el suelo, la tendencia actual va dirigida al uso del suelo según su vocación, conservación y manejo, el manejo de variables climáticas de acuerdo a cambios asociados a fenómenos globales, la explotación agrícola apropiada compatible de acuerdo a fenómenos globales asociados, búsqueda del modelo de explotación agrícola y formas organizativas de producción acorde con los cambios que ocurren en el mundo y en especial el entorno rural. (Socorro, 1998).

Tandron y col. (2005) al analizar las propiedades físico – química de los suelos en condiciones de montaña afirman que dentro de la agricultura sustentable el manejo de suelos y la biodiversidad juegan un papel fundamental debido a que el suelo es el sustento de la vida vegetal, un complejo ecosistema lleno de vida y gobernado por leyes naturales que tienen que ver con miles de interacciones químicas, físicas y biológicas entre sus constituyentes, si algunas de estas se alteran, modificarían todo el sistema.

Mejorar y mantener la fertilidad de los suelos son prioridades para los sistemas agroecológicos. Junto a la preservación de la agro diversidad, el uso eficiente del agua, la energía y otros recursos disponibles, un adecuado balance de nutrientes y la vida en el suelo son condiciones importantes para garantizar la sostenibilidad en los sistemas agrícolas. (Funes –Monzote, y col. 2008).

Socorro y col. (2004) definen que un agroecosistema es el que el mismo constituye un complejo formado por la comunidad biótica (incluyendo el cultivo y la cría animal) y el hábitat, los cuales están en constante interacción y equilibrio dinámico”. Y prosiguen diciendo que el agroecosistema es la unidad ecológica principal que contiene componentes abióticos y bióticos que son interdependientes e interactivos y cada región tiene una configuración única de agroecosistemas que son el resultado de las variaciones locales en el clima, el suelo, las relaciones económicas, la estructura social y la historia,

donde los términos agroecosistema, sistema agrícola y sistema agrario han sido utilizados para describir las actividades agrícolas realizadas por grupos de personas.

Condrón y Cameron (2000) han indicado que el impacto ambiental de los sistemas orgánicos de producción de cultivos es todavía desconocido y se necesitan más investigaciones que demuestren el real efecto de éstos. Es por ello que (Palm y col. 2001) se han pronunciado sobre la necesidad de que a través de la Agenda del Desarrollo Sostenible surja un acercamiento biológico al manejo de la fertilización del suelo que reconozca la importancia de manejar los procesos biológicos y poblaciones del suelo de la misma manera que sus propiedades físicas y químicas, afectadas por el uso de fertilizantes químicos de forma continuada en los últimos años.

Bautista y col. (2004) coinciden con (Doran y Parkin, 1994) en que los indicadores de calidad del suelo deben cumplir una serie de condiciones: deben describir los procesos del ecosistema, integrar propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; reflejar los atributos de sostenibilidad a medir; ser sensibles a variaciones de clima y manejo.

Aburto (2002) expresa que con el fin de lograr una utilización óptima de las tierras, es importante evaluar los recursos de tierras de los países en función de su idoneidad a diferentes niveles de insumos para distintos tipos de aprovechamiento de tierras, incluida la agricultura, el pastoreo y la silvicultura, las decisiones sobre el uso y la ordenación de las tierras y de sus recursos deberían favorecer el beneficio a largo plazo más bien que las conveniencias a corto plazo, que pueden dar lugar a la explotación, la degradación y la posible destrucción de los recursos de los suelos.

Astier (2002) plantea que es imprescindible poner en práctica sistemas de manejo más sustentable para el mantenimiento y la restauración de los suelos, y frenar la pérdida de tierras, suelo y biodiversidad con el desarrollo de sistemas más eficientes desde el punto de vista nutricional y de la conservación de la materia orgánica del suelo.

Según Bunch (2008) hoy hemos encontrado que para cumplir con la alimentación del suelo y, por ende de los cultivos en el trópico bajo, nos ayudan más que nada cinco principios:

1. Maximizar la producción de biomasa a través de la asociación de cultivos, los árboles dispersos y los abonos verdes/cultivos de cobertura.

2. Maximizar la biodiversidad de esta biomasa, evitando el monocultivo y el cultivo en limpio.
3. Mantener el suelo cubierto, para no dejar que el sol queme la materia orgánica.
4. A través de la cobertura muerta alimentar a las plantas y no tanto al suelo.
5. Utilizar la labranza cero.

Respetando estos cinco principios, toda vez que la materia orgánica haya tenido el tiempo suficiente para suavizar el suelo podemos sacar buenas cosechas de estos en los trópicos, calificados como los más infértiles.

Los cambios en las prácticas de manejos en los cultivos de los agricultores son de crucial importancia para la conservación de los suelos y la provisión de servicios ambientales tales como la cantidad y calidad del agua y la biodiversidad tanto sobre la tierra como debajo de ella. (Pulleman y col. 2008).

En correspondencia con estos criterios, (Delgado, 2006) afirma que han sido numerosos los intentos de atenuar esta situación; sin embargo, son pobres los avances obtenidos. En aras de evitar que se malogren las iniciativas dirigidas al establecimiento de una agricultura ecológica y mitigar la contradicción entre la necesidad de producir más y disminuir la degradación del medio, hay que tener en cuenta que existe una situación muy compleja en cuanto a los niveles de afectación que la actividad agraria ya tiene en mayor parte de los sistemas productivos establecidos.

1.6 Problemas Ambientales.

Para (Nodarse, 2006) el medio, entendido como medio ambiente es un proceso de enriquecimiento semántico que interpretamos como muy clarificador. La naturaleza ya no sólo está ahí pasiva para que el hombre se sirva de ella y la utilice; ya no es sólo un medio para satisfacer las necesidades humanas. La naturaleza es, a la vez “ambiente” del hombre, aquello que le rodea y permite vivir, aquella que condiciona la existencia misma de la humanidad, incluso su supervivencia.

Citando a Leff (2000), continua manifestando: el concepto de medio ambiente implica así, más allá de un balance entre crecimiento económico y conservación de la naturaleza, la

posibilidad de movilizar el potencial eco tecnológico, la creatividad cultural y la participación social para construir estilos diversos de un desarrollo sustentable , igualitario, descentralizado y autogestionario, capaz de satisfacer las necesidades básicas de las poblaciones, respetando su diversidad cultural y calidad de vida.

La degradación de los suelos es uno de los cuatro problemas ambientales más importantes identificados en la estrategia Ambiental Nacional. El 76,8 % de los suelos de Cuba están ubicados en las categorías agro productivas más bajas, cuyo potencial está afectado por los procesos de erosión, salinidad, acidez y mal drenaje, así como otras condiciones físicas y químicas que conducen a una paulatina desertificación. Aunque de acuerdo con la superficie agrícola total, cada cubano dispone de 0,6 hectáreas, la disponibilidad real para satisfacer sus necesidades alimentarias y otras es mucho menor debido a la degradación de los suelos que limita su productividad. (Ministerio de Ciencia y Tecnología y Medio Ambiente, 1999).

Para el CITMA, (2002) el país está afectado por la desertificación en un 14% de su territorio (1 580 996 hectáreas), distribuidas en 24 subzonas edafoclimáticas ubicadas generalmente cerca de las costas. La degradación de los suelos, como resultado histórico del mal uso y manejo de las tierras por el hombre, es la causa fundamental de la aparición de síntomas de desertificación en el País, lo cual, combinado con los ambientes secos y subhúmedos secos han originado que del área total de tierra, el 14,9 % está afectada por la salinidad, el 43,3 por la erosión de fuerte a media; en el 14,5 % actúan ambos factores a la vez y el 7,7 presenta degradación de la cubierta vegetal.

A criterio de Huepp (2003) el sector agropecuario, se ha caracterizado históricamente por generar un cúmulo de desechos orgánicos, los cuales son vertidos indiscriminadamente al entorno. La agricultura dentro de los organismos de la economía nacional que genera importantes fuentes de contaminación al medio ambiente, caracterizada por volúmenes considerables de residuales líquidos y sólidos de la actividad cafetalera, ganadera, avícola, porcina, de la producción de viandas y hortalizas entre otras

La gravedad de los problemas ambientales inserta a los científicos en una dinámica social que necesita replantear su perspectiva de desarrollo. Surge entonces, la demanda explícita de reelaborar el papel de la ciencia ante la situación de deterioro, en la

necesidad de reivindicar la tradición ecológica y los aportes que pueden ofrecer análisis críticos a la protección de este medio en notable depauperación. (Nodarse, 2006).

El objetivo principal de la protección del ambiente no es salvar sus componentes por separado (particularmente los biológicos), si no conservar la naturaleza como un todo único. El suelo constituye el centro de las relaciones planetarias, es el fundamento de la biosfera y por lo tanto es imprescindible su conservación, para preservar los recursos genéticos". (Orellana, 2001).

Ley 81 del Medio Ambiente

En la Ley 81 del Medio Ambiente de 1997 se establece que: "El estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del país. Reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras. Es deber de los ciudadanos contribuir al a protección del agua, la atmósfera, la conservación del suelo, la flora, la fauna y todo el rico potencial de la naturaleza".

Esta ley además plantea, "la protección del medio ambiente constituye un factor relevante a los fines de la defensa nacional y una garantía para nuestra soberanía, en tanto contribuye a asegurar la disponibilidad de los recursos naturales indispensables para la satisfacción de las necesidades básicas de la población y facilitan la existencia de hábitats temporales para grandes núcleos poblacionales, lo que puede devenir factor relevante ante situaciones excepcionales" y en sus Artículos 3 y 7 establece:

ARTÍCULO 3.- Es deber del estado, los ciudadanos y la sociedad en general proteger el medio ambiente mediante:

- a) Su conservación y uso racional;
- b) La lucha sistemática contra las causas que originan su deterioro;
- c) Las acciones de rehabilitación correspondientes;
- d) El constante incremento de los conocimientos de los ciudadanos acerca de las interrelaciones del ser humano, la naturaleza y la sociedad.

e) La reducción y eliminación de las modalidades de producción y consumo ambientalmente insostenibles;

f) El fomento de políticas demográficas adecuadas a las condiciones territoriales.

ARTÍCULO 7.- El Estado fijará en su presupuesto las asignaciones financieras para atender los requerimientos de los programas relativos al medio ambiente que resulten pertinentes, sin perjuicio de las responsabilidades que al respecto correspondan a otros órganos, organismos y entidades.

Abordando el actual deterioro ambiental (Valdés, 2001) afirma que las reuniones efectuadas en diversas partes del mundo, una de ellas la llamada Cumbre de Río, los programas de la OMS, el PNUMA, etc., han llamado la atención sobre poner fin a la catástrofe que se nos avecina. Los crecientes gastos en proyectos de descontaminación, de enfermedades, de reforestación, etc., no bastan si todos no estamos concientes del problema, fundamentalmente los estados y gobiernos que tienen los mecanismos a través de los cuales controlar la situación evidente a que estamos abocados.

Materiales y Métodos

La investigación fue realizada en la finca de Cultivos Varios “Naranjito” perteneciente a la “UBPC Limones”, ubicada en la localidad de Guaos en el municipio Cienfuegos, geográficamente se encuentra ubicada en las coordenadas X: 571 000, 572 145 y Y: 257 912, 258 702, limitando al Norte y Oeste con áreas de la fábrica de Cementos “Carlos Mark”, al Este el Vial Cumana yagua – Cienfuegos y al Sur con el poblado Guaos. (Anexo No.1). Posee un área total de 16.20 hectáreas, de ellas 15.5 dedicadas a los cultivos varios.

2.1 Diseño metodológico de la investigación.

Se efectuó una investigación “No Experimental” de tipo correlacional – múltiple, donde se utilizan métodos del orden teórico y práctico con sus técnicas correspondientes, que facilitaron la captación de la información necesaria, los mismos son:

- Métodos teóricos.

Se aplicaron los métodos Analítico - Sintético, Inductivo - Deductivo e Histórico - Lógico, los que permitieron la valoración del estado del arte sobre la temática objeto de estudio, así como, inferir la pertinencia de la problemática a defender desde dicha perspectiva teórica y contextualizar desde lo histórico la lógica del fundamento que sustentó la propuesta a formular como resultado de la investigación.

- Métodos prácticos.

Aplicación de entrevistas a los informantes claves, (Anexo No. 2); observación directa y mediciones en el sitio productivo, apoyadas en 9 de las 39 herramientas metodológicas del Manual de Procedimientos para la implementación del Manejo Sostenible de Tierras (CIGEA, 2011), (Ver Tabla 1 del Anexo No. 3) derivadas del Proyecto LADA y del Programa de Asociación de País en “Apoyo al Programa de Lucha contra la Desertificación y la Sequía en Cuba” (CIGEA, 2005), las que facilitaron el desarrollo del diagnóstico y caracterización del sitio objeto de estudio

Empleando la técnica de la revisión documental se constató los resultados de los análisis de suelo y los técnicos - productivos en tres períodos de la producción agropecuaria de la finca, se revisaron los resultados económicos, la situación de los medios e implementos para la atención cultural de los cultivos y la infraestructura socio-productiva.

Los datos recopilados a través de los diferentes métodos y técnicas aplicados se recogieron en registros, tablas y matrices según el interés de la investigación. Se realizaron observaciones en el período comprendido en los meses Septiembre 2014 a marzo 2015 y se describieron las relaciones entre las variables: erosión, contenido de materia orgánica, pH, fósforo y potasio asimilables y rendimientos de los cultivos *Phaseolus vulgaris* L. (Frijol), *Lycopersicum esculentum* L. (Tomate), *Zea mays* L. (Maíz) e *Ipomoea batatas* L. (Boniato).

Método Analítico:

- Determinación del comportamiento del pH, fósforo y potasio asimilables y la materia orgánica.
- Análisis de los incrementos productivos de los cultivos *Phaseolus vulgaris* L. (frijol), *Lycopersicum esculentum* L. (tomate), *Zea mays* L. (maíz) e *Ipomoea batatas* L. (boniato).

Desde el punto de vista organizativo y formal como procedimiento de trabajo se tomó en consideración los siguientes pasos: acciones, métodos y resultados esperados, según se recogen en la tabla que se muestra seguidamente.

Tabla 2. Matriz de organización de la investigación.

Pasos	Acciones	Métodos	Resultados
1. Identificación del sitio productivo	Definir criterios de selección	Recorridos por las áreas y aplicación de test de conocimiento	Potencialidades de áreas a transformar con la investigación
2. Preparación de la documentación	Revisión mapa de suelos del estudio 1: 25 000 del municipio Cienfuegos. Revisión información estadística de la unidad productiva.	Revisión documental	Usos actuales Caracterización biofísica y Socio- económica del sitio Productivo

Tabla 2. Continuación.

Pasos	Acciones	Métodos	Resultados
3. Ejecución de Mediciones	Observaciones y mediciones en los campos y toma de muestras	Observación visual y muestreo agroquímico de los campos	Resultados de los análisis de laboratorio.
4. Evaluación del diseño conservacionista implementado	Evaluación de los resultados de laboratorio y los análisis y resultados productivos.	Comparación de los resultados obtenidos.	Obtención del comportamiento de los índices físicos y químicos y rendimientos agrícolas de los cultivos evaluados.

Metodología Aplicada.

Para el diagnóstico se hicieron recorridos a pie para la observación y actualización de la información aportada por el perfil de suelo de la finca en el estudio a escala 1: 25 000; realizándose posteriormente el muestreo agroquímico de los diferentes campos en que está estructurada, obteniéndose el material necesario para efectuar los análisis de laboratorio.

Los suelos en cada campo fueron descritos siguiendo el Manual para la Cartografía Detallada y Evaluación Integral de los Suelos (Hernández y col. 1995), y se clasificó según la Segunda Clasificación Genética (IS, 1973).

Caracterización de la finca.

Constituyó el proceso inicial de la investigación, con lo que se conformó la línea de base. Para el desarrollo de la misma se utilizó: entrevistas a informantes clave (diez: cuatro integrantes de la finca, un miembros de la directiva de la UBPC, dos funcionarios de la subdelegación Cultivos Varios y tres miembros de la comunidad); la revisión documental y se aplicaron las herramientas metodológicas dispuestas 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. 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 fotos, forman parte del expediente de la finca.

A cada informante clave se le aplicó la entrevista que aparece en el Anexo No.2 y se decidió su inclusión en la investigación con el uso de los criterios siguientes:

BUENA: cuando todos los parámetros son evaluados de bien.

REGULAR: cuando la objetividad está evaluada de bien o regular y algún otro parámetro no está evaluado de bien.

MAL: cuando la objetividad se evalúa mal y si se evalúa de regular y otro parámetro de mal.

Para la elaboración de la entrevista aplicada se siguió como regla las propuestas por Van der Heijden (1997) considerándose los aspectos que se relacionan seguidamente:

- Comenzar con una explicación del objetivo del ejercicio.
- Explicar el uso que se dará a la información recogida y resaltar el hecho de que será anónima.
- Escuchar de manera efectiva e interactiva.
- Lograr un ambiente de confianza.

Posteriormente se procedió a la definición y selección de transectos de evaluación, cuya ubicación geográfica se muestra en la figura del Anexo No. 1, consistiendo en una técnica de observación y registro de datos a lo largo de una línea real o imaginaria, que atraviesa la zona objeto de estudio y que constituye la representatividad de las problemáticas identificadas en el agroecosistema.

Identificación de los principales problemas que existen en el sitio productivo para la implementación del MST.

Para determinar el estado del sitio productivo seleccionado (identificación de los problemas que aún persisten) y su sostenibilidad se realizó la evaluación de los indicadores de MST según los parámetros establecidos en la ya referida guía metodológica del Manual de Procedimientos (CIGEA, 2005) y en la Guía de Campo para la Evaluación Visual del Suelo (Sheperd, 2000), los resultados de las entrevistas realizadas, la revisión documental, las observaciones directas y mediciones en el lugar.

A partir de la información obtenida con estas técnicas y métodos, se procedió a la identificación de los problemas aún existentes en la finca que procesados con la **Matriz de Vester** (Anexo No. 4), aportó los elementos suficientes para establecer relaciones de causa-efecto entre los factores y problemas bajo análisis y se llega así a la detección de problemas críticos y de sus respectivas consecuencias.

Evaluación de los beneficios generados por las medidas de mejoramiento y conservación de suelos aplicadas en la finca.

Se seleccionaron puntos de las áreas de producción de la unidad, lo que permitió establecer los beneficios alcanzados en las propiedades del suelo: control de la erosión, pH, m.o, fosforo y potasio asimilables, con las medidas ejecutadas y realizar el análisis comparativo en el tiempo. En cada uno de los puntos se procedió a la toma de muestras del primer horizonte para su caracterización agroquímica en el laboratorio.

Análisis de laboratorio.

Realizados en el Laboratorio de la UCTB de Suelos en "Barajagua:

- Acidez (pH): Se utiliza como solvente el agua (pH H₂O) y el Clk 1 N para el pH Clk, en una valoración de 1:2.5, determinando el valor en el potenciómetro. NC: 11464-1999.
- Materia Orgánica (M.O): El análisis se realizó por el método Walkley, donde su cuantificación se hizo colorimétricamente, usándose para su oxidación dicromato de potasio en un medio fuertemente acidificado con sulfúrico, realizándose la valoración con sulfato de amonio ferroso. NC: 51- 1999.
- Fósforo asimilable (P₂O₅): se determina por el método Machiguin, está basado en la extracción de las sales de fósforo con carbonato de Amonio al 1%, con una relación Suelo-Solución al 1:20 y la consiguiente determinación en el Fotocolorímetro.
- Potasio asimilable (K₂ O): se obtuvo por el método Machiguin, está basado en la extracción del potasio del suelo con una solución de Carbonato de Amonio al 1% en una relación Suelo-Solución 1:20, con la consiguiente determinación de la concentración del potasio en el Fotómetro de Llama.

El estudio de factores limitantes del rendimiento se determinó como se detalla seguidamente, siendo objeto de estudio los que a continuación se relacionan:

Factores Limitantes:

- Pedregosidad: Apreciación visual y conteo de cantidad de piedras existentes en un metro cuadrado de cada campo.
- Profundidad Efectiva: Medida con la barrena holandesa de muestreo de suelos.
- Pendiente: Calculado con el empleo del nivel y la regla escala.
- Erosión: Se midió la cantidad de suelo retenido en la parte superior de las medidas permanentes efectuadas por el método de transeptos propuesto por (Anaya y col. 1977); (Hernandez, 2008) y (Urquiza y col. 2011). En el procedimiento se tiene en cuenta el volumen de suelo depositado en m³, la densidad aparente en t.m³ y el área protegida del campo en ha. La cantidad de suelo retenido se obtiene al realizar el siguiente cálculo:

Volumen de suelo depositado (m^3) * d.a. (t/m^3)

PS=

Área (ha) Superior a la Barrera Viva, Terrazas, etc.

Donde Ps - pérdida de suelo $t.ha^{-1}$

V- volumen del suelo depositado en parte superior de la medida en m^3 .

d a – densidad aparente del suelo en t/m^3

A – área del campo en la parte superior de la medida permanente

Para el cálculo de V (volumen del suelo depositado) se utiliza la siguiente formula:

$$V = I . a . h$$

V - Volumen de suelo depositado en la parte superior de la medida permanente en m^3

I - largo total de la medida permanente en metros (barrera viva, muerta o canal terraza)

a – ancho que ocupa el sedimento depositado en metros

h – altura o profundidad del suelo depositado en metros

2.2 Clasificación Agroproductiva.

Para la determinación de la Agro productividad se utilizó el Software Agro 24 versión 4.00, de Mesa y col. (IS, 1993) mediante la evaluación de los factores limitativos anteriormente relacionados, que constituyen los indicadores principales a considerar para categorizar al suelo agro productivamente.

Este sistema, desarrollado por especialistas del Departamento de Suelos y Evaluación de Tierras, del Centro Nacional de Suelos y Fertilizantes del Ministerio de Agricultura de Cuba Constituye un valioso instrumento de trabajo auxiliar para los agrónomos, economistas y geógrafos, para definir en forma rápida, las mejores opciones de Uso de la Tierra, optimizar las inversiones e insumos, y para la ejecución de las diferentes fases de los Proyectos Agropecuarios, particularmente, los de Factibilidad.

El mismo realiza la categorización agro productiva para 41 cultivos de interés agrícola, tanto para riego como para secano, evaluando los mismos en dependencia de la incidencia de los factores limitativos presentes en el suelo; estima el Rendimiento Probable en cada suelo (Unidad Cartográfica), indica los Factores Limitantes Críticos para los cultivos solicitados y entrega un Resumen a nivel de Unidad de Producción; para ello toma en consideración el efecto local del régimen de precipitaciones, según el comportamiento de estos y su influencia en el desarrollo del cultivo en cuestión, determina Cuatro Categorías de Evaluación:

I Muy productivos: entre 70 – 100 % de Rendimiento Mínimo Potencial

II Productivos: entre 50 – 70 % de Rendimiento Mínimo Potencial

III Poco productivos: entre 30 – 50 % de Rendimiento Mínimo Potencial

IV Muy poco productivos: Menos del 30 % de Rendimiento Mínimo Potencial.

2.3 Medidas de Conservación y Mejoramiento

Las medidas de conservación y mejoramiento que fueron implementadas están en correspondencia con la problemática existente en cada una de las parcelas y la tendencia actual del desarrollo de una agricultura ecológica y sostenible, para ello nos auxiliamos de las disposiciones vigentes establecidas en el Artículo 34 del Decreto 179, aprobado en marzo de 1973. (Anexo 4).

2.4 Condiciones climáticas período 2009 – 2014.

Tabla 3. Condiciones Climáticas.

Años	Temperatura (°c)			Humedad relativa (%)			Récord precipitaciones (mm)
	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	Media	
2010	30,30	19,77	24,18	92,83	51,58	92,83	1506,9
2011	30,96	20,56	25,00	93,83	52,66	93,83	1449,0
2012	30,36	20,64	24,95	93,66	54,75	93,66	1639,5
2013	30,64	21,21	25,20	93,91	54,00	93,91	1543,6
2014	30,34	21,10	24,12	92,98	54,14	92,98	1541,2

Fuente: Subestación Canta Rana.

Resultados y Discusión

3.1 Caracterización de la Finca.

SUELOS

Mediante la revisión documental, se constató en el estudio de suelos a escala 1: 25 000 por la segunda Clasificación Genética del (IS. 1973), la existencia en el área de dos subtipos de Suelo:

- Pardo sin Carbonatos Típico, medianamente profundo, medianamente humificado, poco erosionado, de textura loam arcillosa, con poca graviliosidad y profundidad efectiva 51 cm; topografía ligeramente ondulada.
- Pardo con Carbonatos Típico, medianamente profundo, medianamente humificado, mediana erosión, textura loam arcillosa, moderada pedregosidad, profundidad efectiva 38 cm y topografía ondulada.

Ambos presentaban en el año 2009, al implementarse las medidas de mejoramiento y conservación concebidas para el área, en mayor o menor medida síntomas de degradación por efectos de la erosión hídrica, favorecida por la pendiente ligeramente ondulada a ondulada que ocupan y los bajos contenidos en materia orgánica. Se añaden otros factores limitantes, como poca profundidad efectiva y pedregosidad.

El comportamiento de estos índices no es homogéneo en toda el área, encontrando campos que están más afectados que otros por el grado o intensidad en que se presenta la degradación, pero todos ellos de no manejarse adecuadamente, con incidencia negativa en el rendimiento de los cultivos de interés agrícolas que usualmente son establecidos en la unidad productiva, lo cual pudo corroborarse en la consulta y revisión que se realizó de los informes estadísticos productivos del área económica de la UBPC Limones a la que pertenece la finca, así como en la entrevista realizada a los informantes clave .

Tabla 4. Distribución y uso de las áreas año 2015

Campos	Uso actual	Área (há)
1	Musa ABB (Plátano burro)	3.9
2	Manihot esculenta Crantz. (Yuca)	1.5
3	Zea mays L. (Maíz)	3.1
4	Ipomoea batatas (L.) Lam (Boniato)	2.0
5	Phaseolus vulgaris L. (Frijol)	3.5
6	Ocioso	1.5
TOTAL		15.5

Como se aprecia en la tabla, la finca posee una extensión agrícola de 15.50 ha, siendo el área total de 16.20 ha y está estructurada en dos áreas de producción conformados por campos, predominando en el uso actual de los mismos los cultivos varios donde destacan frijol, plátano, yuca, maíz y boniato.

Tabla 5. Factores limitantes para el uso agrícola por campos.

Tipo de Suelo	Factores limitantes	Calificación	Campos
Pardo sin Carbonatos	Erosión	Poca	1 2 3
	Topografía	Ligeramente ondulada	
	Contenido M. Orgánica	Mediano	
Pardo con Carbonatos	Erosión	Mediana	4 5 6
	Topografía	Ondulada	
	Profundidad efectiva	Poco profundo	
	Contenido M. Orgánica	Mediano	
	Pedregosidad	Moderada	

Realizando recorridos a pie para la observación y actualización de la información aportada por el perfil de suelo de la finca en el estudio a escala 1: 25 000; el muestreo agroquímico de los diferentes campos en que está estructurada y los análisis de laboratorio, como se muestra en la tabla anterior se identificaron los factores limitantes que aún están presentes en el uso agrícola con mayor incidencia en el área, ellos son: Profundidad Efectiva y Pedregosidad en los campos 4, 5 y 6 y Topografía, contenido de Materia Orgánica y Erosión en toda el área.

La erosión apreciada en la zona está directamente relacionada con la topografía, observándose que en la medida que esta alcanza mayor por ciento, es más acentuada la pérdida de suelos en los horizontes superficiales como son los casos de las campos 4, 5 y 6; esta situación pone en evidencia la necesidad del mantenimiento en la finca de las medidas tendientes a la conservación y mejoramiento de estas parcelas; resultado que corrobora los obtenidos por (Avello, 2008) en condiciones edafológicas semejantes.

La profundidad efectiva en sentido general muestra comportamiento en estrecha relación con estos índices ya evaluados, así puede apreciarse que en las campos 4, 5 y 6 que ocupan pendientes más altas y por ende han sido más afectados por el proceso erosivo, esta disminuye con respecto a los campos 1 a 3 a valores que la califican de poco profundo (38 cm); situación no solo está originada por los efectos de los procesos erosivos, la pedregosidad y topografía, si no además por el mal manejo en la labranza.

El comportamiento de la pedregosidad indica que los campos 4, 5 y 6 se presentan las mayores afectaciones en este indicador al ser moderadamente pedregoso, mostrando valores que varían de 0.01 – 1.0% según lo establecido en la metodología de evaluación de índices físicos y químicos del (IS, 1983), esta situación está dada por el afloramiento de estas hacia el horizonte superficial por las pérdidas de suelo ocurridas por el proceso erosivo que ha afectado el área.

El indicador pedregosidad es de gran importancia para valorar la calidad agroproductiva de los suelos, por cuanto el mismo guarda estrecha relación con la factibilidad de la mecanización y con las posibilidades de que el sistema radical de las plantas puedan bosquejar y colonizar adecuadamente el suelo, teniendo en cuenta lo antes expuesto se puede inferir que la misma también influye en la resistencia de las plantas al acame,

sobre todo cuando no existe una adecuada relación entre el sistema foliar y el radical y también cuando se presenta condiciones climáticas adversas producto de los excesos de lluvias y vientos.

Lo expresado anteriormente corrobora criterios vertidos en documentos emitidos por el Instituto Nacional de Suelos en 1988 al expresar: “Una capa de gravas, piedras o rocas restringe el desarrollo de una planta principalmente por daños mecánicos inferidos en las raíces en desarrollo y disminución de las capacidades hídricas y nutricionales del suelo, prácticamente en el mismo porcentaje en que aparecen estos elementos”.

Tabla 6. Medidas de conservación y mejoramiento implementadas por campos

Campos	Factor limitante	Medida implementada
1, 2, 3, 4, 5, 6	Materia orgánica	Aplicación de Materia Orgánica, Humus de Lombriz y Compost, incorporación de Abonos Verdes y restos de Cosecha. Laboreo Mínimo.
1, 2, 3, 4, 5, 6	Pendiente, erosión	Establecimiento de Barreras Vivas de Vetiver o Caña. Aplicación de Materia Orgánica, Humus de Lombriz y Compost, incorporación de Abonos Verdes y restos de Cosecha. Laboreo Mínimo.
4, 5, 6	Profundidad Efectiva	Establecimiento de cultivos de sistema radicular poco profundo como boniato, maíz, calabaza y frijol. Laboreo Mínimo.
4, 5, 6	Piedras	Recogida de piedras sueltas

En función de la problemática analizada hasta aquí, se diseñó el sistema conservacionista que fue implementado en cada una de las áreas productivas de la unidad objeto de estudio, como se muestra en la tabla 6 y donde se relaciona en cada campo la medida ejecutada para corregir o minimizar la influencia negativa de cada factor que está limitando el rendimiento agrícola de los cultivos que normalmente se establecen en estas áreas.

3.2 Clasificación Agro productiva y Rendimientos Mínimos Potenciales

En dependencia de la incidencia de cada uno de los factores anteriormente analizados, se realizó la clasificación Agro productiva de los suelos para cada campo, (Tabla 7. Anexo No. 6), la misma se realiza con el empleo del Software Agro 24 versión 4.00, de Mesa y col. (IS, 1993), en la tabla se aprecia como independientemente de la presencia de estos factores, los campos son evaluados con categoría I (Rendimiento Mínimo Potencial de 70-100%) y II (Rendimiento Mínimo Potencial de 50-70%) según el potencial de los cultivos, siempre y cuando los mismos sean manejados con una correcta agrotécnica.

Como puede apreciarse, los suelos de los campos 1, 2 y 3 son recomendables para todos los cultivos de interés a fomentar en la unidad productiva.

En los campos 4, 5 y 6, no se recomienda el establecimiento de plátano vianda y fruta, así como la yuca por tener menor profundidad efectiva y mayor grado de pendiente, que incidirían en una notable disminución de los rendimientos agrícolas.

3.3 Identificación de los problemas aun existentes.

Como resultado de la aplicación de la Matriz Vester (Anexo No. 4) a toda la información recopilada, se identifican como problemas con mayor incidencia:

Problema 1: Desaprovechamiento del área.

Problema 2: No mantenimiento de las barreras vivas.

Problema 3: Ausencia del riego.

Problema 4: Desmotivación de los trabajadores.

Problema 5: Rendimientos no acorde al potencial de los suelos.

Problema 6: Baja calificación técnica de los trabajadores.

Procesándolos con la misma, resulta como problema crítico la **desmotivación de los trabajadores**, mientras que los restantes, con excepción de rendimientos no acorde al potencial de los suelos que se ubica como indiferente, tienen un comportamiento activo en el proceso, evidenciando que de una u otra forma tienen incidencia negativa en el mismo.

Esto corrobora lo planteado por (Urquiza y col. 2011) al manifestar que... “deberán tenerse en cuenta acciones interconectadas, complementarias y armonizadas a ejecutarse en el corto, mediano y largo plazo...”

3.4 Efectividad de las medidas de mejoramiento y conservación implementadas.

La aplicación de las 9 Herramientas Metodológicas para la evaluación de los indicadores de MST seleccionados a considerar, según los parámetros establecidos en la Guía metodológica contenida en el Manual de Procedimientos para el Manejo Sostenible de Tierra (CIGEA, 2011), arrojó como resultados:

Profundidad del suelo



Imagen finca Naranjito 2015

La capa arable del suelo (Horizonte A) alcanza como promedio una profundidad de 28 cm, siendo calificada como Profundo por IS (2009), condición favorable según criterios de Balmaceda y Ponce de León (2009) al manifestar que el mayor por ciento de nutrientes asimilables por las plantas se localizan en el primer horizonte del suelo y es en este además donde se concentra la mayor cantidad de raíces.

Determinación del Color del Suelo



Imagen finca Naranjito 2015



Imagen Guía de Campo Shepherd 2000

La evaluación de este indicador, con puntaje de dos (Condición Buena) pone de manifiesto los efectos positivos de la implementación del manejo conservacionista, ya que las tonalidades actuales de la coloración del suelo evidencian el incremento del contenido de la M. O, favorecido por la aplicación de los enmendantes de este origen como son humus de lombriz, compost, restos de cosecha y abono verde, lo que corrobora lo expresado por (Pulleman y col. 2008), “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”.

El resultado de esta técnica visual es corroborado por los análisis agroquímicos realizados en el laboratorio a las muestras de suelo que fueron enviadas al mismo en los años 2009 y 2014.

Tabla 8. Comportamiento de la evaluación de la Materia Orgánica.

Años	Campos, valor de la M. O (%) y Evaluación					
	1	2	3	4	5	6
2009	1.90 B	1.95 B	1.93 B	1.83 B	1.86 B	1.50 MB
2014	2.63 B	3.23 M	3.33 M	3.36 M	3.15 M	2.36 B

Este importante índice del suelo indicativo del estado degradativo del mismo, como se muestra la tabla anterior, antes de la implementación de las medidas de conservación y mejoramiento de suelos(2009) los porcentajes de la misma oscilaban de Muy Bajo (MB) a Bajo (B) (1.50 a 1.95), después de implementadas las medidas tienen la tendencia al

incremento de su contenido con el tiempo, alcanzando calificaciones de Bajo (B) a Mediano (M), con valores bajos superiores (2.36 – 2.63%) y medianos entre 3.15 – 3.36%, dentro del rango característico del tipo de suelo en correspondencia con lo establecido por el (IS, 1988).

Determinación de la distribución en tamaño de los agregados



Imagen finca Naranjito 2015



Imagen Guía de Campo Shepherd 2000

El comportamiento de este indicador guarda relación estrecha con la clase textural y el tipo de arcilla predominante (Montmorillonítica), apreciándose 11 cm de terrones gruesos y firmes ocupando la masa de suelo, que representan aproximadamente 50 % del área muestreada, seguido de 9 cm de terrones medianos y 6 cm de terrones finos, o sea, que se trata de una estructura terronosa con predominio de agregados gruesos y medios, por ello en correspondencia con lo que establece la Guía de evaluación se otorga un puntaje igual a uno (1) que lo califica como condición moderada, no influyendo ello en el normal establecimiento de los cultivos que tradicionalmente se plantan en el sitio.

Cuantificación de la población de lombrices



Imagen finca Naranjito 2015

El resultado de la aplicación de esta herramienta corrobora el obtenido en la coloración del suelo y la determinación analítica de los porcentos de materia orgánica ya que la presencia de lombrices en cantidad moderada evidencia la existencia en el mismo de condiciones medias de humedad y contenido de M. O que favorecen la vida macro y microbiana. Se otorga según Guía de evaluación visual de (Shepherd, 2000) puntaje uno (1).

Velocidad de infiltración

Tabla 9. Resultados medición de velocidad de infiltración.

Tiempo para que 50 ml de agua desaparezcan de un anillo de 50 cm de radio	Mm de agua infiltrado por hora	Evaluación visual del Suelo
Menor de 10 minutos		
Mayor de 10 minutos, menor de 2 h	126 mm en 11.5 mn (15.64 mm/mn) (Medio)	1
Mayor de 2 h		



Imagen finca Naranjito 2015

Como puede apreciarse en los resultados que muestra la tabla, realizados los cálculos por el método de estimación simple de K a base de flujo tridimensional, Guía de Campo (Shepherd, 2000), al momento de la medición en los suelos existía adecuada humedad, poniéndose en evidencia la mayor capacidad de retención de esta por las arcillas tipo 2:1 (Montmorillonítica).

El resultado está en correspondencia con lo establecido por el (MINAG, 1984) en el Manual de interpretación de los suelos, donde se establece como velocidad de infiltración característica de estos suelos de 14 a 28 mm/mn.

Este comportamiento evidencia además la existencia de abundantes macro y micro poros en la partícula de suelo, favoreciéndose no solo el almacenamiento de agua, sino también la adecuada acumulación de oxígeno en ellos, favoreciendo la respiración de las raíces.

Ambas condiciones no solo son necesarias para el normal desarrollo de los cultivos, sino además porque condiciones desfavorables de humedad favorecen la acción degradante de procesos como la erosión y la compactación.

Acumulación contra barreras



Imagen finca Naranjito 2015

Indicador que 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 ondulado) y debido a que están las medidas establecidas, independientemente que requieran mantenimiento, el volumen de suelo promedio acumulado contra la barrera por año es de 5.85 t. (Ver Anexo No.7), resultado similar al obtenido por (Hernández y col. 2011) en un suelo Pardo con Carbonatos Típico.

El Anexo No. 8 (Tabla 10), muestra la efectividad de las medidas de mejoramiento y conservación aplicadas en la finca en el control de la erosión, al evaluarse por el método de transeptos propuesto por (Anaya y col. 1977); (Hernandez, 2008) y (Urquiza y col. 2011), las mismas han posibilitado la retención desde 5.10 a 6.8 t.ha⁻¹ de suelo

(resultado similar al obtenido con la técnica de acumulación contra la barrera) y con ello la disminución de la pérdida de los contenidos de materia orgánica y nutrientes.

Los mayores valores de retención se alcanzan en los suelos que tienen mayor por ciento de pendiente y menos protegidos, demostrándose la relación existente o dependencia de los procesos erosivos con este elemento topográfico. Resultados que coinciden con los obtenidos por (Hernández y col, 2002) y (Boza, 2013).

Los resultados de los análisis del contenido de Fósforo y potasio asimilable, están en correspondencia con el obtenido en la determinación del por ciento de materia orgánica, como muestra la figura 2, ambos elementos se han incrementando con el tiempo, acercándose a los valores característicos del tipo de suelo, coincidiendo con resultado similar obtenido por (Avello, 2008) en condiciones similares de un suelo dedicado a la ganadería y bajo medidas de mejoramiento y conservación.

Esta situación, corrobora lo expresado por (Ponce de León y Balmaceda, 2009) sobre que la materia orgánica además del aporte de nutrientes y retención de humedad, influye en la resistencia de los suelos a la erosión, siendo elemento favorecedor de la composición química, física y biológica de los mismos.

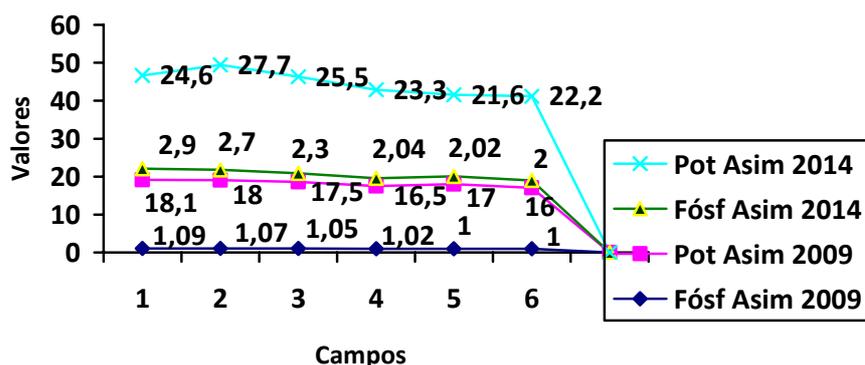


Figura 2. Comportamiento del fósforo y potasio asimilables.

Tabla 11. Comportamiento de la evaluación del pH

Años	Campos, valor pH y Evaluación					
	1	2	3	4	5	6
2009	5.56 MA	5.66 LA	5.73 LA	5.68 LA	5.60 LA	5.63 LA
2014	6.46 N	6.33 N	6.33 N	6.56 N	6.55 N	6.56 N

Como puede apreciarse el comportamiento del pH en CLK (concentración de iones Hidrógeno) no es homogéneo en todas las campos, encontrando valores antes de la implementación de las medidas desde 5.56, Medianamente ácido (MA) hasta 5.73, Ligeramente ácido (LA); mientras que con la implementación del manejo conservacionista todos los valores de este importante índice químico para el establecimiento y normal desarrollo de los cultivos de interés agrícola a pesar de recibir calificación de neutro (N), aumentan discretamente, mostrando como valor menor (6.33) y mayor de 6.56 y la tendencia es acercarse al rango característico de este tipo de suelos, según lo establecido por el (IS, 1988). Coincidiendo ello con resultados reportados por (FAO, 2007) y demostrando la influencia positiva del manejo conservacionista en las propiedades químicas de los suelos.

3.5 Comportamiento de los rendimientos.

Mediante la revisión y análisis efectuado a la documentación estadística del área económica de la UBPC a la que pertenece la finca se obtiene la información referente a los rendimientos y labores agro técnicas realizadas a los cultivos establecidos en estas áreas en el período 2009 a 2014.

En la figura 3 se muestra como la tendencia del rendimiento de los cultivos *Lycopersicum esculentum* L. (Tomate) y *Phaseolus vulgaris* L. (Frijol) a partir manejo conservacionista es la de ir en incremento, acercándose al Rendimiento Mínimo Potencial (RMP) característico del cultivo para este tipo de suelos, así encontramos valores mínimos en 2009 (inicio de implementación de las medidas) de 1.28 t. ha⁻¹ y máximo de 2.3 t. ha⁻¹ en 2014 para el caso del frijol, mientras que en el tomate el mínimo es de 13.9 t. ha⁻¹ y el máximo de 24.14 t. ha⁻¹.

Situación similar puede apreciarse en la figura 4, donde se refleja el comportamiento de los cultivos *Ipomoea batatas* L. (Boniato), con incremento del rendimiento de 9.88 t. ha⁻¹

en 2009 a 16.5 t.^{ha-1} en 2014, mientras que el Zea mays L. (Maíz), incrementa de 1.96 t.^{ha-1} a 3.4 t.^{ha-1}, mostrando tendencia al acercamiento a los RMP del suelo.

Estos resultados son coincidentes con los obtenidos por (Arteaga y Cancio, 1990 y Boza, 2013), en condiciones similares.

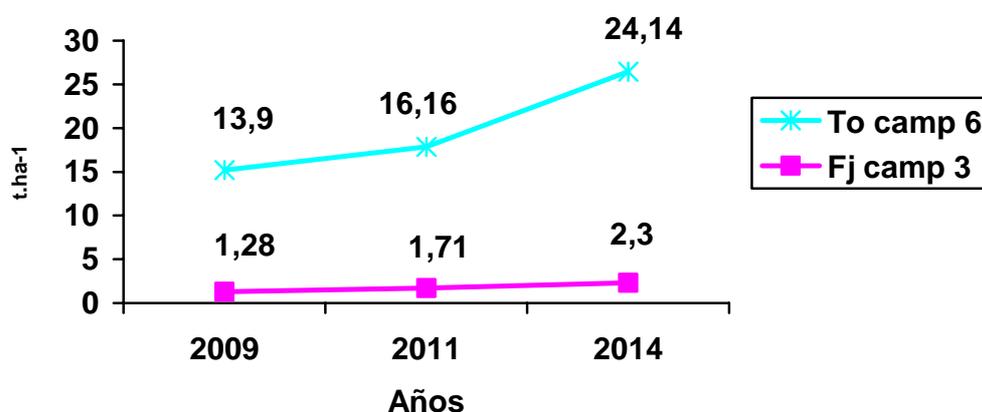


Figura 3. Comportamiento de los rendimientos de frijol y tomate.

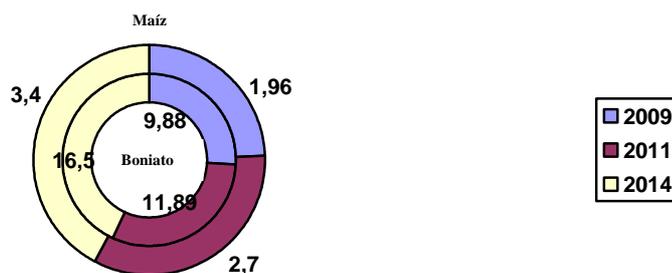


Figura no. 4 Comportamiento de los rendimientos de maíz y boniato.

El comportamiento mostrado por los índices de suelo evaluados antes y después del establecimiento de las medidas de mejoramiento y conservación, evidencia que existe relación entre ellos mismos y con la respuesta productiva de los cultivos, apreciándose que en la medida que disminuyen las pérdidas de suelo, o sea que se controla la erosión,

aumenta el contenido de materia orgánica y con ello además de incrementar los niveles de fertilidad, se favorece la retención de humedad y se influye sobre la acidez del suelo (pH); a pesar de ello, el incremento productivo alcanzado en los cultivos no es solo resultado del comportamiento de estos parámetros, en ello ha influido además la adecuada agrotécnica o manejo de cada uno de los cultivos y las condiciones climáticas que como muestra la tabla 2 del Capítulo II, en el período objeto de análisis mantuvieron comportamiento relativamente estable de un año a otro, con niveles favorables al buen desarrollo de los mismos.

Como resultado de toda la problemática analizada en la unidad productiva, se hace una serie de recomendaciones generales a tener en cuenta en el manejo de las áreas que aparecen en el Anexo No. 9.

Conclusiones

1. Los factores limitantes del rendimiento con mayor incidencia en los suelos de la finca son: Profundidad Efectiva, Topografía, Erosión y Pedregosidad.
2. Como problemas que aún persisten en la unidad se identifican: Desmotivación de los trabajadores, desaprovechamiento del área y Baja calificación técnica de los trabajadores.
3. El diseño de Mejoramiento y Conservación implementados han ejercido influencia positiva en las propiedades del suelo pH, contenido de materia orgánica, fósforo y potasio asimilable, así como la disminución de las pérdidas de suelo por la erosión.
4. Los índices evaluados muestran comportamiento favorable al incrementarse en el tiempo, con tendencia al acercamiento a lo característico del tipo de suelos.
5. El mantenimiento de estas áreas bajo el manejo conservacionista introducido ha permitido el incremento de los rendimientos de los cultivos evaluados.

Recomendaciones

1. Establecer un programa de capacitación al personal de la unidad que no solo incremente sus conocimientos, sino además incremente la motivación de estos por la labor que realizan.
2. Acometer de inmediato el mantenimiento de las medidas de conservación establecidas.
3. Gestionar a través de proyectos la adquisición de un sistema de riego.

Bibliografía

- Aburto, F. (2002). Carta Mundial de los Suelos. Disponible en: http://agronomia.uchile.cl/webcursos/cmd/Felipe%20Aburto/TECNOLOGIA%20DE%20SUELOS_%20Carta%20Mundial%20de%20los%20suelos.htm.
(Consultado: 20 de febrero del 2005).
- Academia de Ciencias de Cuba, 1973 Génesis y Clasificación de los suelos de Cuba. Edit. CITMA. La Habana. 311 p.
- AGRINFOR. Ministerio de la Agricultura. 2004. Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelo. Instituto de Suelos, La Habana. 39 p.
- Alonso, I. y Carrobello, C. (2002). Una mirada hacia abajo. Bohemia, 13, 24-32.
- Alfonso, C. y Monedero, M. (2004). "Uso, Manejo y Conservación de los suelos. *Agricultura Orgánica*; No.2, Año 10. p 28.
- Altieri, M. (2001). Agroecología: Principios y estrategias desde las perspectivas cubanas. Transformando el campo cubano. Avances de la Agricultura Sostenible. Cuba. ISBN-959-246-032-9.
- Álvarez, R. J. (2000). Tesis en opción al grado científico de doctor en Ciencias Agrícolas. Santa Clara.
- Álvarez, Hazel y Fuentes, M. 2003. Comportamiento de la Sostenibilidad y sus impactos en la Agricultura Cienfueguera en Programa Resúmenes V Encuentro de Agricultura Orgánica. ACTAF. La Habana. Pág. 203.
- Anaya y Col. (1977) Manual de Conservación del suelo y del agua. Mexico: Colegio de Posgraduados.
- Arteaga, O. y Cancio, T. (1990). Conjunto de medidas agroproductivas como cultivo intercrosecha, aplicación de abonos verdes y coberturas que permitan disminuir la erosión del suelo y aumentar los rendimientos de los principales cultivos. La Habana: Academia de ciencias.
- Astier, M. (2002). Hacia la recuperación de la vida en el suelo. LEISA: Revista de Agroecología, 18(3), 4-50.

- Avello, L. (2008). Caracterización físico y química de los suelos de la Finca “La Campana” en Cienfuegos a fin de aplicar en los mismos un sistema de conservación y mejoramiento. Cienfuegos, 85 h.. Proyecto de Tesis (en opción al Título de Máster en Ciencias Agrícolas)- - Universidad de Pinar del Río.
- Acosta G. (2004). *Agricultura Orgánica*, ISSN 1028-2130 “Manejo y conservación Agroecológica Pág. 21-23.
- Acosta G. (2004). *Agricultura Orgánica*, ISSN 1028-2130, Uso, Manejo y Conservación de los suelos, Pág. 28.
- Bautista, A.; Etchevers, J.; del Castillo, R. F. y Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. Ecosistemas. Disponible en: <http://www.aeet.org/ecosistemas/revision2.htm>. (Consultado: 15 de Marzo del 2004).
- Bosch, D y Fuentes, E (2005). Interrelación e influencia entre las propiedades Físicas del Suelo. Instituto de Suelos. (Material Mecanografiado), La Habana. 29 h.
- Boza, D (2013). Evaluación de la implementación de un manejo de mejoramiento y Conservación de suelos en la finca “Guasimal”. Trabajo de diploma (en opción al Título de Ingeniero agrónomo) - - Universidad de Cienfuegos.
- Bunch, R. (2008).El manejo del suelo vivo. LEISA .Revista Agroecológica.35 ,5-6.
- Bragagnolo, N. (1995). Manual integrado de prácticas conservacionistas. CGP/RLA/JPN. Documento de campo 10. FAO. Santiago de Chile, 128 pp.
- Brul, P., Deiters, T. y Van Elzakker, B. (1995). Principios y práctica de la agricultura orgánica en el trópico. San José, Costa Rica: Fundación Güilombé.
- Cairo, P.; Quintero, G. 1980. Suelos. Edit. Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 367 p.
- Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental (CIEGA) (1999). Situación Ambiental Cubana. La Habana. 1999 (en línea) disponible en: <http://www.medioambiente.cu/download/situacAmbCuba98.pdf>.
- CITMA. (2002). Estrategia Nacional de Medio Ambiente. Edit. CIEN. La Habana, Cuba. 54 p.
- CITMA. 1999. Estrategia Nacional Ambiental. Reimpresión. Edit. CIEN. La Habana, Cuba. 54 p.
- CITMA. 2002. Estrategia Nacional de Medio Ambiente. Edit. CIEN. La Habana, Cuba. 54 p.

- Condrón, L. y Cameron, K. (2000). A comparison of soil and environmental quality under organic and conventional farming systems in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 43(4), 443-446.
- Contantinesco, I. (1976). *Conservación de los suelos en países en vías de desarrollo*. Roma: FAO.
- Cuellar I. (2003). *Caña de Azúcar Paradigma de Sostenibilidad*. Instituto de Investigación de la Caña de Azúcar.
- Delgado, R. (2006) El manejo del suelo y la agricultura ecológica. *Revista Agricultura Orgánica* Año 9 No. 1, 2003 ISSN 1028-2130. ACTAF.
- Delgado, C. (2006). *Bioética y Medio Ambiente*, Edit. Félix Varela, La Habana.
- Di Giacomo, R. (2003). Discurso de Apertura, Conferencia Central y Relato de panelistas en la Conferencia del Día Nacional de la Conservación del Suelo el 7 de julio del 2003 (en línea) disponible en C: /Documents and Settings/esc200113.CSD/Escritorio/INTA- Instituto de Suelos Noticias. Htm Año Internacional del Agua Dulce.
- Díez Gómez, P. (1996). *Las tecnologías agrarias y su incidencia en el medio natural*. Tomado de: <http://www.racve.es/actividades/zootecnia/1996-06-05PaulinoDiezGomez.htm> . (Consultado: 18 de Septiembre del 2009).
- Do Prado, L. y Da Veiga, M. (2004). Erosión y pérdida de fertilidad del suelo. Relación entre erosión y pérdida de fertilidad del suelo. Disponible en: http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url=file=/docrep/f2351506.htm. (Consultado: 15 de marzo del 2004).
- Doran, J. W. y Parkin, B. T. (1994). *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. Special Publication Number 35. Madison, USA: Soil Science Society of America, Inc.
- FAO. (2009). *Agricultura orgánica y biodiversidad*. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/y4137s/y4137s06.htm>. (Consultado: 18 de Septiembre del 2009).
- FAO. 2007. *Erosión eólica y medidas para combatirla en los suelos agrícolas*. Roma.
- Febles, J. M. (2006). *La erosión de los suelos. Factores que la provocan bajo las condiciones de las cuencas hidrográficas*. En Facultad de Agronomía. Departamento de Riego Drenaje y Ciencias del Suelo. (Compil.). *Disciplina Ciencias del Suelo*. Tomo I: Pedología (pp 356-385).

- Funes –Monzote, Hernández Alberto, Bello Rasiel y Alvarez Aurelio (2008). Fertilidad del suelo a largo plazo en sistemas biointensivos .LEISA .revista agroecológica .35,9-11.
- Fuentes Soto A. y col. (2004). Conservación, Mejoramiento y Fertilización de Suelos. MINAGRI. La Habana, Cuba.
- Fuentes Soto A. y col. (2004). Indicaciones Prácticas de Conservación de Suelos para los agricultores. MINAGRI. La Habana.
- Gaceta oficial de la república de Cuba (1997). edición extraordinaria “Ley No. 81 del Medio Ambiente”, La Habana, 11 de julio de 1997, Año XCV, número 7, Pág. 47.
- Gomero, L. y Vázquez, H. (2004). Bases conceptuales y programáticas para el manejo ecológico del suelo. Tomado de: <http://www.cledperu.org/bae/bae71/b71b.htm>. (Consultado: 15 de noviembre del 2004).
- Gross, A. (2001). Guía Práctica de la fertilización. *Agricultura Orgánica*; No.1, Año 8. p 6.
- Hernández y col. (1995). Manual para la Cartografía Detallada y Evaluación Integral de los Suelos. Instituto de Suelos. La Habana. 64 p.
- Hernández y col. (1999). Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Instituto de Suelos. La Habana. 64 p.
- Hernández, A. (2004). Impactos de los cambios globales en los suelos de las regiones secas. *Agricultura Orgánica*; No.2, Año 10. p 9.
- Hernández, E. (2005). Caracterización de la Sostenibilidad de los Agroecosistemas del municipio Rodas. Cienfuegos, 85 h.. Proyecto de Tesis (en opción al Título de Máster en Ciencias Agrícolas)- - Universidad de La Habana.
- Hernández, C. (2002). Erosión hídrica en la región Escambray. Efecto del establecimiento de medidas para su control. Cienfuegos: Academia de ciencias.
- Hernández y col. (2008). Conservación del recurso suelo para una agricultura sostenible. La Habana: Academia de Ciencias.
- Huepp, G. (2003). Impacto y Estrategia medio ambiental aplicada en la actividad agropecuaria de la provincia Santiago de Cuba. *Agricultura Orgánica*; No.1, Año 9. p 10.
- Instituto Nacional de Suelos. (1988). Clasificación Agro Productiva, según un método Inductivo Cuantitativo (Material Mecanografiado). MINAGRIC. La Habana. 38 p.
- Instituto de Suelos. (1996). Compendio de conservación y mejoramiento de suelos. *Material mimeografiado. 131 pp.*

- Instituto de Suelos. (2001). Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos. Ciudad de La Habana.
- Lal, R. (2000). Soil management in the developing countries. *Soil Science*, 57-72.
- Leff, E (2000) Saber ambiental, siglo XXI Editores, México.
- Leguía, H. Alessandria, E., Sánchez, J.V, Zamar J.L., Pietrarelli, L.y Arbono, M. (2008). Recuperación de suelos: prácticas agroecológicas en sistemas agrícolas extensivos de Córdoba, Argentina. *LEISA .Revista agroecológica*.35, 19.
- Lerch, G. (1987). La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas. Edit. Academia, La Habana. 227pp.
- López, G., Fuentes, E. y Vázquez, H. (1997). El mejoramiento de la agricultura mediante la biodegradación controlada de los residuos agroindustriales. San José, Costa Rica: Servitecnia, S. A.
- Mesa y col. (1992). Características Edafológicas de Cuba según el mapa a escala 1: 50 000. Edit. Científico – Técnica. La Habana. 189 p.
- Mesa y col. (1993). Manual para la explotación del Sftware Agro-24 Versión 4.0 (Material mecanografiado). Instituto de Suelos. La Habana. 25 h.
- MINAG. (2015). Reporte estadístico Subdelegación Economía. (Material Mecanografiado). Cienfuegos. 30 h.
- MINAG. (1982). Manual de Interpretación de los Suelos. Edit. Científico – Técnica. La Habana. 136 p.
- MINAG. (1983). Guía de Evaluación de índices Físico – Químico para la confección del mapa de Suelo a escala 1: 25 000. (Material Mecanografiado). La Habana. 60 h.
- MINAG. (1994). Decreto 179 “Protección, Uso y conservación de Suelos y Contravenciones. La Habana. 35 p.
- Mogollón, J., García, J., Miragaya, L., Sánchez, L., Cachón, M. y Araujo, J. (2004). Nitrógeno potencialmente disponible en suelos cafetales bajo diferentes árboles de sombra. *Agronomía Tropical*, 47(1), 8-13.
- Montilla de Bravo, C. Hernández, G., Muñoz y Peña, Z. (2004). Efecto de coberturas sobre la disponibilidad de macronutrientes en suelo cultivado con piña (*Ananas comosus* L. Mar) en Lara, Venezuela. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-Lara). Barquisimeto. Venezuela. Tomado de:

http://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/suplemento_2004/Montilla%20de%20Bravo%20et%20al.pdf.

(Consultado: 18 de Septiembre del 2009).

- Nodarse (2006). "Medio Ambiente y Educación Ambiental 153 -155. Bioética y Medio Ambiente. Carlos J. Delgado Díaz. Edit. Felix Varela. Ciudad de La Habana.
- Orellana, R. (2001) La conservación del suelo. Requisito fundamental para mantener la diversidad de plantas cultivadas. Revista Agricultura Orgánica Año 7 No. 1, 2001 ISSN 1028-2130. ACTAF.
- Palmer, R.S. (1963). The influence of tain water layer on water drop impact forces. New York: Int. Asoc: Sci. Hydr.
- Palm, C.; Swift, M. y Barrios, I. (2001). Un enfoque integrado para el manejo biológico de los suelos. Trabajo presentado en XV Congreso Latinoamericano y V Cubano de la Ciencia del Suelo, INCA. La Habana.
- Ponce de León, D y Balmaceda, C. (2009). Evaluacion de tierras con fines agrícolas. La Habana: Cientifico-Técnica.
- Pulleman, M., Hellin, J., Flores, V. D. y Lopez, W. (2008). Calidad del Suelo y rentabilidad de una finca: una situación que todos ganan LEISA .Revista agroecológica.35, 13-16.
- Primavesi, A. (1996). Recuperación del suelo. Hoja a hoja CETEC, 23(3).
- Rajadel, N. (2000). Estudio de factores limitantes del lote "Lagunillas" de la Empresa Cultivos Varios Cienfuegos. (Material Mecanografiado). Dirección Provincial de Suelos. Cienfuegos. 25 h.
- Reiche, C. (1998) Conceptos y marco general sobre indicadores de sostenibilidad. Proyecto IICA/GTZ sobre Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible. 20 p.
- Riverol, M. (2007). Informe Instituto Nacional de Suelo.
- Rodríguez, A, Companioni, N., Miriam Carrión Ramírez y Elizabeth Peña Turruella (2001). Guia práctica para el uso y menejo de la Materia Orgánica en la Agricultura Urbana. MINAGRI. La Habana, 9 pp.
- Roose, (1960) Soil detachmement caused by rainfall. New York: Soil Sci.
- Roose, (1977) Erosión et ruissellment en afrique de l' Ovest New York: Int. Asoc: Sci. Hydr.

- Socorro, A. R. I. (1998). I Taller de proyectos Integrales de la Agricultura Alternativa. Proyectos de investigación en finca de producción. UCF- MINAGRI. Informe final/ A.R. Universidad de Cienfuegos, 7pp.
- Socorro, A., Padrón, R., Pretel, R., Parets, E. (2004). Modelo Alternativo para la Racionalidad Agrícola. Edición Especial para la Universalización de la Educación Superior. Cienfuegos.
- Suaréz de Castro, F. (1980). Conservación del suelo. La Habana: Instituto del libro.
- Stella, M. (2009). Efecto de la siembra directa sobre la macrofauna del suelo tomado de: <http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/le/pol/2002/informe-30.pdf> (Consultado: 18 de agosto del 2009).
- Tamayo, R. (2005). Suplemento Científico Técnico (en línea) disponible en: http://www.jrebeldc.cubaweb.cu/secciones/en-red/marzo13-2005/el_suelo.htm.
- Tandrón, I.y col. (2005). Relaciones entre propiedades físicas y químicas en suelos ferralíticos rojos de montaña bajo condiciones de experimento de abonos orgánicos y minerales naturales. Centro Agrícola, año 32, no. 3, jul.-sept 75. Tomado de: <http://biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/ciencia/315.pdf>. (Consultado: 20 de Agosto del 2009).
- Trelles, N. (2003). Estudio integral área de Autoconsumo “Delegación Provincial MINAGRI”. (Material Mecanografiado). Dirección Provincial de Suelos. Cienfuegos. 30 h.
- Treto, Eolia y col, (2001). Avances en el Manejo de los Suelos y la Nutrición Orgánica. ACTAF La Habana, Cuba. Pag 169.
- Urquiza, N. y col. (2002) Compendio Manejo Sostenible de los Suelos (en línea) disponible en: <http://www.medioambiente.cu/deselac/downloads/Compendio%20Manejo%20Sostenible%20de%20suelos.pdf>.
- Urquiza, N. (2005) Agroproductividad de los Suelos (en línea) disponible en [tpp://www.google.com/search?q=cache:cg1pNj5ShicJ:www.medioambiente.cu/deselac/downloads/Compendio%2520Manejo%2520Sostenible%2520de%2520suelos.p df.2](http://www.google.com/search?q=cache:cg1pNj5ShicJ:www.medioambiente.cu/deselac/downloads/Compendio%2520Manejo%2520Sostenible%2520de%2520suelos.pdf.2)
- Urquiza, N. y col., (2011). Manejo sostenible de los suelos: <http://www.medioambiente.cu/deselac/downloads/compendio>.
- United States Department of Agriculture. (U.S.D.A) (1936) “Nuestros bosques, un recurso natural a conservar. Agr. Puerto Rico, 3, 32-36.

Valdés, C. (2001) La dimensión ética de la educación ambiental. Proyección hacia la educación universitaria, Tesis doctoral, La Habana.

Anexos

Anexo No.1 Mapa de la ubicación de la finca y los transectos de evaluación.

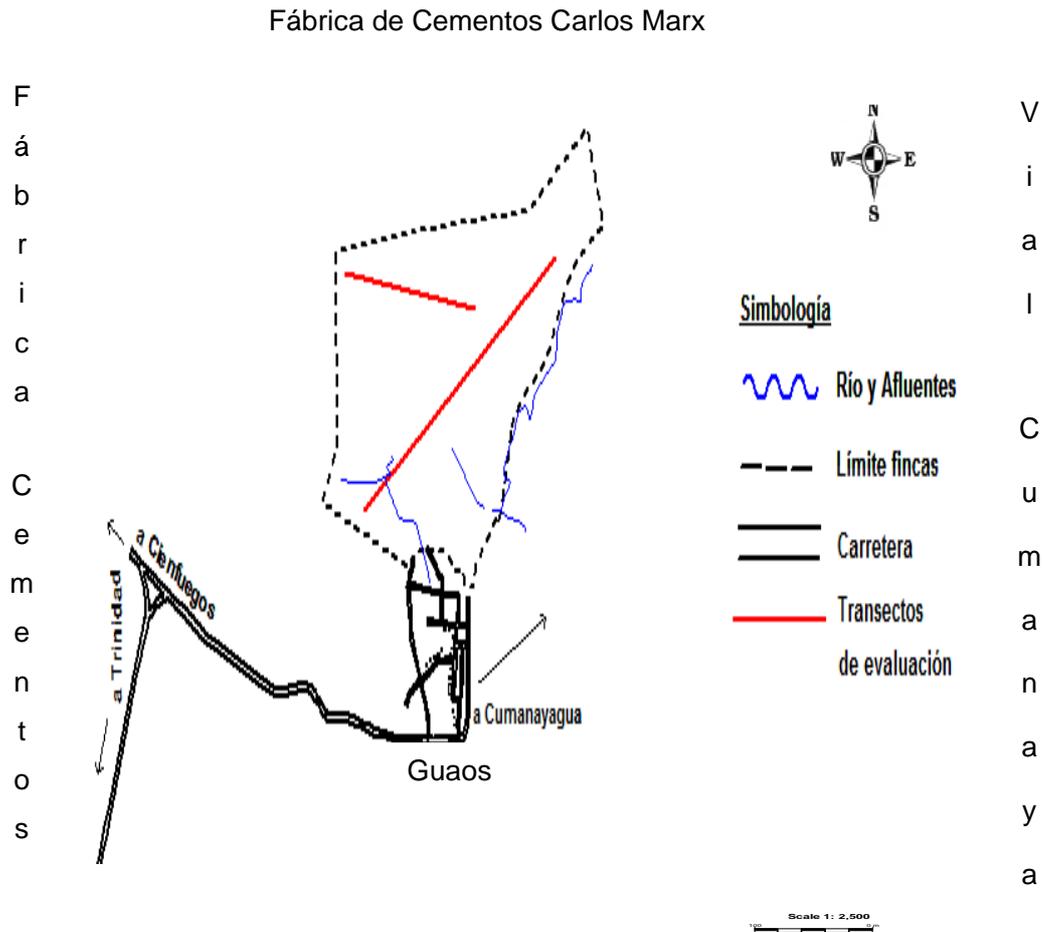


Figura 1. Ubicación de la finca y Transectos de evaluación.

Anexo No.2. Entrevista informante claves.

Objetivos

Obtener información importante sobre la variedad de usuarios de la tierra, sus regímenes de manejo individual y comunal, el área y su historia para ayudar con la interpretación de los resultados de la evaluación de la Degradación de las Tierras.

Participantes

Un número reducido (10) de integrantes de la entidad, comunidad y directivos relacionados con la actividad de la unidad (tanto masculinos como femeninos) elegidos en base a su conocimiento del territorio, su historia y el uso dado a la tierra; tres miembros del equipo evaluador: un facilitador con experiencia en la realización de entrevistas y otro miembro que mantendrá un registro escrito de lo dicho, y lo plasmará en un reporte de trabajo.

Materiales y preparativos necesarios

Materiales para tomar notas, asistencia visual como por ejemplo los mapas existentes, fotografías aéreas, esquemas del área, etc. que pueden facilitar la entrevista.

Tiempo requerido

2 horas.

Procedimiento

- 1 - Coordinar una reunión con los miembros de la comunidad previamente seleccionados.
- 2 - Identificar el lugar adecuado para realizarla, como puede ser una de las oficinas de UBPC o el aula de capacitación existente en ella.
- 3 - Introducir a los participantes y explicar los objetivos de la reunión.
- 4 - Usar la lista a continuación para guiar la entrevista. Tratar de cubrir todas las áreas en la lista, y al mismo tiempo permitir a los participantes agregar información extra. Realizar las preguntas aclaratorias y esclarecer todo lo que sea necesario.

Lista de guía para la entrevista:

1. ¿Dónde quedan los límites del territorio de la comunidad? MAPA
2. Identifique el tipo y ubicación de los recursos claves explotados por la comunidad fuera de los límites del territorio. MAPA

3. ¿Cuáles son, y dónde están, los TUTs más importantes, la vegetación (bosques, tierras de pastoreo) y los recursos hídricos (ríos, napas subterráneas, humedad en el suelo, etc.)?
4. ¿Cuáles son los principales tipos de usos que se le da a la tierra (TUTs)?
5. ¿Conoce los recursos de importancia para los medios de subsistencia y la producción de la comunidad?.
6. ¿Cuáles son las principales actividades emprendidas por la gente para sobrevivir)?
7. ¿Cuáles son, y dónde están, las principales áreas con degradación de tierras (DT)? ¿Cuáles son las causas principales de esta DT?
8. ¿Cuáles son las áreas más exitosas en términos de lucha contra la degradación y la sequía? Identifique las diferentes formas y diferencie si son resultado de intervenciones o de prácticas tradicionales.
9. ¿Cómo afectan las leyes locales y regulaciones sobre recursos de tierras el grado de degradación o a las medidas para combatirlas? Los efectos pueden ser positivos o negativos.
10. ¿Cómo afectan las reglas nacionales, regulaciones y políticas? Los efectos pueden ser positivos o negativos.

Entrevista con el usuario directo de la tierra

Es importante entender las características, el manejo que se le ha dado y la historia ambiental de los sitios de evaluación. La ubicación más conveniente para esta entrevista es en el campo, junto al lote en el que se tenga interés.

Los puntos acerca del historial ambiental y de manejo para registrar incluirán las tendencias pasadas (últimos 5 años) y la situación actual de:

- 1 - Tipo de labranza, dirección y profundidad.
- 2 - Tracción: humana, animal, tractor (cantidad y estado).
- 3 - Labranza mínima o cero (y por cuantos años/temporadas).
- 4 - Cultivos: tipo, crecimiento, cosechas (mayores o menores a las expectativas).
- 5 - Uso de fertilizantes (y su efecto).
- 6 - Precipitaciones (recientes e históricas), por ejemplo "muy húmedo durante la última cosecha".
- 7 - Agua para uso doméstico o agrícola. o
- 8 ¿Se utilizan otras fuentes de agua aparte de la lluvia (ríos, arroyos, etc.)? o
- 9 ¿Existen problemas de disponibilidad de agua, inundaciones, calidad del agua? o
- ¿Se presentan dificultades de acceso al agua (quizás por leyes que lo prohíben o por

cuestiones de propiedad)? o ¿Ha habido cambios (en los últimos 5 años) en calidad, cantidad, acceso?

10 - Estabilizantes aplicados, por ejemplo cal o yeso.

11 - Cualquier intento de introducir prácticas mejoradas o modificadas.

12 - Observaciones acerca de la DT – tipo, historial, causas aparentes.

Composición de la unidad familiar y base de recursos

1 - Miembros de la unidad familiar (incluyendo miembros que hayan migrado), género, edad, religión, grupo étnico, salud (discapacidades, etc.), estado de dependencia, residencia, roles en actividades de subsistencia.

Capital humano

1 - ¿Cuál es el nivel educativo de los miembros residentes y no residentes?

2 - ¿Qué habilidades, capacidades, conocimientos y experiencia tienen los diversos miembros?

3 - ¿Qué ha cambiado en los años que se quieren evaluar?

Capital natural

1 - ¿Qué recursos de tierras, agua, plantas o bosques utilizan los miembros dentro y fuera de la comunidad? ¿Para qué los utilizan?

2 - ¿Cuáles son las principales limitaciones que quisieran ver superadas, asociadas a los recursos de tierras, agua, ganado y plantas o bosques de la unidad familiar?

3 - ¿Cuáles son los términos de acceso e intercambio para estos recursos (propiedad, arrendamiento, acceso libre, etc.)?

4 - ¿Cómo ha cambiado esto en los años que se quieren evaluar?

Capital físico

1 - ¿A qué infraestructura tienen acceso y usan los miembros (transporte, facilidades para comerciar, servicios de salud, suministro de agua)? ¿A qué infraestructura no tienen acceso y por qué?

2 - ¿Qué herramientas y equipos usan los miembros de la unidad familiar durante las actividades de sus medios de subsistencia y que términos de acceso tienen a ellas (propiedad, alquiler, compartirlos, etc.)?

3 - ¿Cómo ha cambiado esto en los años que se quieren evaluar?

Capital financiero

1 - ¿Cuáles son las ganancias de la unidad familiar de sus diversas fuentes (ventas de cosechas y ganado, procesamiento, actividades fuera del campo, negocios, productos del campo, pesca, remesas, regalos)?

2 - ¿Qué otras fuentes de financiamiento hay disponibles y cuán importantes son (créditos bancarios, prestamistas)?

3 - ¿Cómo ha cambiado esto en los años que se quieren evaluar?

Capital social

1 - ¿Qué vínculos tiene la unidad familiar con otras unidades familiares o individuos en la comunidad (lazos familiares, grupos sociales, miembros de organizaciones sociales, económicas y religiosas, contactos políticos, patronazgo)?

2 - ¿En qué situaciones se activan estos vínculos y cómo (asistencia mutua, trabajo compartido)?

3 - ¿Cómo ha cambiado esto en los años que se quieren evaluar?

Contexto de vulnerabilidad

1 - ¿Qué patrones estacionales hay en los ingresos, insumos de alimentos, gastos, residencia, etc.?

2 - ¿Qué crisis ha enfrentado la unidad familiar en el pasado (crisis de salud, desastres naturales, fracaso de cosecha, desórdenes civiles, problemas legales, deudas, etc.) y cómo se las enfrentó?

3 - ¿Qué cambios de más largo plazo (sobre 5 a 10 años o más) tuvieron lugar en el ambiente natural, económico y social, y cómo se ha enfrentado a estos cambios?

4 - ¿Cuáles son las dificultades principales a las que se enfrenta actualmente la unidad familiar, que amenacen sus medios de subsistencia y su capacidad para hacer las cosas que quieran?

Instituciones y políticas

1 - ¿Con qué organizaciones, instituciones y asociaciones (organizaciones, cooperativas, etc.) mantienen vínculos de colaboración, convenios de trabajo o reciben alguna asesoría de su parte y que roles tienen en ellas?

2 - ¿Cómo se llega a la toma de decisiones en esas organizaciones, instituciones y asociaciones?

3 - ¿Quién toma decisiones sobre el uso de los recursos naturales y físicos en la comunidad, y cómo se toman esas decisiones (cuáles son los centros de tomas de decisión)?

4 - ¿Qué leyes y regulaciones los afectan?

5 - ¿Qué organizaciones son de mayor importancia para la unidad familiar y qué beneficios le brindan?

6 - ¿Cómo ha cambiado esto a través de los años que se quieren evaluar?

Degradación de tierras

En general será necesario hacer preguntas separadas sobre recursos del suelo, vegetación y el agua, ya que el término “tierra” será probablemente interpretado como “suelo” por los usuarios de la tierra.

1 - ¿Cuán importantes son las limitaciones por DT a las actividades de la entidad?

2 - ¿Qué impactos específicos tiene la DT (en sus diferentes formas) sobre la unidad?

3 - ¿Cómo ha cambiado la DT y sus efectos en los años a evaluar?

Si ocurre DT y ha sido reconocida:

1 - ¿Cuáles son las causas de la DT en las tierras manejada por la unidad ?Es importante preguntar también por la causa de origen. Es importante continuar las preguntas hasta revelar la causa profunda.

1 - ¿Ha habido intentos de hacer CDT? Si ha habido, ¿por qué?, si no, ¿por qué no? Averiguar más si es relevante.

1 - ¿Hay interés en aplicar enfoques de CDT no utilizados actualmente? Si lo hay, ¿cuáles?, y ¿por qué no han sido intentados (cuáles son los obstáculos)? Averiguar más si es relevante.

Evaluación de bienestar económico

No limitarlo sólo a los bienes financieros, ampliarlo en relación a los recursos de tierras. Indagar sobre su bienestar económico. Hacerlo de forma participativa en el que un grupo de informantes clave agrupe a las unidades familiares de la comunidad en grupos acorde a su bienestar económico y luego identifique las características de cada grupo.

La mejor estrategia para resolver estas limitaciones es identificar indicadores claros para los tres grupos (relativos) de bienestar económico: ricos, medios y pobres durante la entrevista al grupo focal comunitario.

Anexo No. 3

Tabla 1 Herramientas metodológicas empleadas en la evaluación de los indicadores de MST.

No.	Indicador	Herramienta utilizada	Procedimiento de trabajo
1	Evaluación de la degradación de los suelos.	Transectos de evaluación de la degradación de la tierra	Técnica de observación y registro de datos a lo largo de una línea real o imaginaria, a través de la zona a estudiar, en lo posible deben atravesar los diferentes tipos de usos de la tierra (TUTs) y usos de la tierra (UTs) principales, o de ser el caso de un paisaje muy uniforme, cruzar un área con tanta variedad de TUTs y forma de manejo como sea posible.
		Profundidad del suelo	Utilizando una regla graduada se mide y evalúa la posición de las capas visibles del suelo; se describe el perfil y se registran los resultados.
		Color del suelo.	Se toma un terrón, si el suelo está seco, se humedece, se identifica el color que toma el terrón (ej. rojo, marrón, gris, negro, blanco, etc.). Si el suelo tiene más de un color, se registra como máximo 2 y se indica cual es el (dominante) y cual es secundario. Se compara el color del suelo con el Cuadro de Colores del Suelo de Munsell.
		Distribución en tamaño de los agregados.	Se extrae 0.5 m ² de suelo con una pala y a una altura de 1 m se deja caer sobre una manta, se procede a separar los agregados del suelo por tamaño, según prueba de fragmentación de Shepherd 2000.
		Cuantificación de la población de lombrices.	Se registra el número de lombrices en base a un metro cuadrado. Puntaje (de Shepherd 2000): Lombrices abundantes (puntaje = 2): se cuentan más de 8 lombrices. Cantidad moderada de lombrices (puntaje = 1): se

			cuentan entre 4 y 8. Pocas lombrices (puntaje = 0): se cuentan menos de 4 lombrices.
--	--	--	--

Anexo No. 3. Continuación.

No.	Indicador	Herramienta utilizada	Procedimiento de trabajo
1	Evaluación de la degradación de los suelos.	Medición de infiltración de agua.	Consiste en hundir un anillo en el suelo (esto facilita el flujo tridimensional – el agua fluye tanto vertical como horizontalmente). Puntajes: Velocidad Rápida (puntaje = 2), Velocidad Media (puntaje = 1), Velocidad Lenta (puntaje = 0).
		Acumulación contra barreras.	Medición: El volumen de suelo atrapado detrás de la barrera al medir la profundidad del suelo depositado y el área sobre la que se deposita en contra de una barrera continua, la medición dará un aproximado de pérdida de suelo del campo. La cantidad de suelo acumulado detrás de la barrera representa una acumulación a través del tiempo.
		Tendencia del rendimiento en el tiempo.	Anotar el rendimiento del cultivo para un período determinado, comparando los rendimientos en los diferentes años, anotando los resultados en una tabla.
2	Aspectos socio – económicos.	Entrevista a informantes claves.	Evaluación del bienestar económico y repercusión de la degradación de tierras en los resultados productivos.

Anexo No.4. Matriz de Vester

Problema 1: Desaprovechamiento del área.

Problema 2: No mantenimiento a las barreras vivas.

Problema 3: Ausencia del riego.

Problema 4: Desmotivación de los trabajadores.

Problema 5: Rendimientos no acorde al potencial de los suelos.

Problema 6: Baja calificación técnica de los trabajadores.

Acción de	Sobre						Total
	1	2	3	4	5	6	
1	-	0	0	3	3	0	6
2	2	-	0	2	3	0	7
3	2	0	-	2	3	0	7
4	1	2	0	-	2	1	6
5	0	0	0	2	-	0	2
6	1	2	0	1	2	-	6
Total	6	4	0	10	13	1	34

Magnitud del impacto

3: Alto

2: Medio

1: Bajo

0: Nulo

<p>CUADRANTE 2: PASIVOS</p> <p>Problemas de total pasivo alto y total activo bajo</p> <p style="text-align: center;">5</p>	<p>CUADRANTE 1: CRÍTICOS</p> <p>Problemas de total activo y total pasivo altos.</p> <p style="text-align: center;">4</p>
<p>CUADRANTE 3: INDEFERENTES</p> <p>Problemas de total activos y total pasivos bajos.</p>	<p>CUADRANTE 4: ACTIVOS</p> <p>Problemas de total de activos alto y total pasivo bajo.</p> <p style="text-align: center;">1, 2, 3, 6</p>

Anexo No.5 Artículo 34 Decreto 179

“Protección, Uso y Conservación de los Suelos”.

CONTRAVENCIONES.

El que incurra en cualquiera de las violaciones que regula este artículo, queda obligado además de abonar la cuota correspondiente a la multa que se le imponga; a cumplir las regulaciones establecidas y las medidas que se le orienten.

CONTRAVENDRA LAS REGULACIONES SOBRE LOS SUELOS EL QUE:

- a) Incumpla las regulaciones sobre aguas mineralizadas en el riego. **\$30.00**
- b) Utilice para el riego con infracción de las disposiciones establecidas para este caso, aguas contaminadas con residuales orgánicos y químicos, plaguicidas y fertilizantes y aguas residuales de empresas pecuarias y albañales carentes de calidad normal. **\$ 30.00**
- c) Utilice productos químicos para fines agrícolas u otros, sin la autorización previa del Ministerio de la Agricultura. **\$ 30.00**
- ch) Fomente cultivos sin atenerse a las normas establecidas para los terrenos con pendientes. **\$ 30.00**

Para la realización del laboreo con pendientes, se requiere tener en consideración las siguientes medidas.

CULTIVOS EN HILERAS

Rangos de Pendientes (%)	Recomendaciones
2.0 – 6.0	Laboreo transversal a la pendiente, en pendientes uniformes y laboreo en contorno o curvas de nivel en laderas irregulares, en aquellos casos de terrenos arenosos, empleo de medidas

	agronómicas de conservación de suelos.
6.0 – 12.0	Laboreo en contorno o curvas de nivel y empleo imprescindible de medidas agronómicas de conservación de suelos, en terrenos arenosos concebir el empleo de prácticas mecánicas sencillas.
12.0 – 16.0	Laboreo en contorno o curva de nivel, simultáneamente con medidas agrotécnicas y el uso de prácticas mecánicas en cualquier tipo de suelo.
16.0 – 26.0	Solo se autoriza mediante el uso de técnicas de agrosilvicultura o mediante la construcción de bancales.

Medidas Culturales y Agronómicas

1. Cultivos en fajas.
2. Abonos verdes.
3. Barreras vivas.
4. Barreras muertas.
5. Cobertura con residuos vegetales.
6. Plantas de coberturas.
7. Laboreo mínimo.

Prácticas Mecánicas

1. Canales de Desviación.
2. Terrazas de absorción.
3. Terraza de desagüe.
4. Acequias de laderas.
5. Terrazas individuales.
6. Bancales.
7. Represas para el control de azolve.

d) Incumpla las normas referidas a la protección, el uso correcto y la conservación de los suelos. **\$ 30.00**

LAS NORMAS REFERIDAS A LA PROTECCION Y USO DE LOS SUELOS SON:

1. Desmontar área para el empleo agrícola y no usarla en un período mayor de 30 días.
2. Desmontar áreas para su empleo y no utilizarla con las medidas establecidas de acuerdo a la pendiente y el tipo de cultivo.
3. Desmontar en la franja de protección de embalses, riberas de ríos y causes naturales y artificiales, lo que se establece según las normas vigentes al respecto.
4. Al efectuar desmontes o desbroces los restos deben ser ubicados en cordones, transversal a la pendiente y en casos necesarios siguiendo la curva de nivel.
5. Realizar la preparación de suelo cuando el terreno no está en sazón o tempero.
6. En la preparación de suelo el terreno debe quedar mullido pues si se pulveriza, propicia la erosión.
7. Destruir cercas vivas que se ubiquen en medias laderas, sin haber previsto alguna medida para contener el escurrimiento superficial.
8. Emplear técnicas de riego, con un gasto de entrega superior a la capacidad de infiltración de los suelos.
9. Efectuar proyectos de sistemas de riego y drenaje que en su contenido no se tengan en cuenta la conservación de los suelos, tanto el ordenamiento de los campos como en la política de empleo de los cultivos.
10. Efectuar proyectos de obras viales que no contemple la preservación del medio ambiente y que en su diseño no se tenga en consideración medidas para la conservación de los suelos.

11. Efectuar proyectos de obras civiles e industriales, que no contemplen la rehabilitación de los suelos y medidas para evitar contaminaciones y afectaciones al medio ambiente.
12. Contaminación de embalses con la consecuente afectación de la vida acuática producto del mal manejo de los suelos, uso inapropiado o la no aplicación de medidas antierosivas.
13. Emplear incorrectos métodos de preparación que contribuyan a la degradación física de los horizontes superiores del suelo, su contaminación con material de origen, la pulverización y la pérdida de estructura de los suelos.

Anexo No.6

Tabla 7 Clasificación Agro productiva (CA) y Rendimientos Mínimos Potenciales (RMP).

Campos	CULTIVOS							
	Boniato		Yuca		Plátano V		Plátano F	
	C A	RMP t.ha ⁻¹	C A	RMP t.ha ⁻¹	C A	RMP t.ha ⁻¹	C A	RMP t.ha ⁻¹
1	I	21.11	I	27.81	II	12.37	II	27.84
2	I	19.78	I	24.72	I	14.49	I	32.57
3	I	21.98	I	27.81	I	14.47	I	32.57
4	I	18.68	I	27.81	II	12.41	II	27.54
5	I	18.68	I	27.81	II	12.41	II	27.54
6	I	21.11	I	27.81	II	12.37	II	27.84
	Frijol		Maíz		Tomate		Calabaza	
1	I	2.31	II	2.64	II	23.35	II	12.61
2	I	2.31	II	2.64	II	23.35	II	12.61
3	I	2.31	II	2.64	I	24.72	I	14.83
4	I	2.31	II	2.64	I	24.72	I	14.83
5	II	1.92	II	2.47	II	21.63	I	14.83
6	I	2.47	I	3.30	I	24.72	I	14.83

Mediciones	Profundidad medida (cm)	Longitud medida (cm)
1	5	54
2	4	54
3	5	55
4	6	55
5	5	54
6	5	52
7	4	54
8	5	54
9	6	53
10	5	55
11	4	52
12	6	53
13	5	54
14	6	54
15	5	55
16	6	55
17	4	54
18	5	54
19	5	55
20	4	54
Suma de las mediciones	100	1080
Promedio	5.0	52.5
Longitud de barrera:(m) 10		
Área contribuidora(captación a la barrera: (m ²) 100		

**Anexo No. 7.
Acumulación
contra
barreras**

Nota: Para calcular el promedio se divide la suma de todas las mediciones por el número de mediciones realizadas.

1. Conversión de profundidad y longitud promedio de acumulación a metros (multiplicando por 0.01).

$$5.0 = 0.05 \qquad 54.0 = 0.54$$

2. Estimación del área transversal promedio de acumulación.

$$\frac{1}{2} \times 0.05 \times 0.54 = 0.0135 \text{ m}^2$$

3. Estimación del volumen de suelo acumulado detrás de la barrera.

$$0.0135 \text{ m}^2 \times 10 = 0.135 \text{ m}^3$$

4. Conversión del volumen total acumulado por metro cuadrado de área contribuidora.

$$0.135 \text{ m}^3 / 100 = 0.00135 \text{ m}^3 / \text{m}^2$$

5. Conversión del volumen por metros cuadrados a toneladas por hectárea.

$$0.00135 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \times 1.3 \times 10\,000 = 17.55 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$$

6. Cálculo de pérdida total de suelo por año.

$$17.55 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} / 3 = \mathbf{5.85 \text{ t}} \text{ por ha por año.}$$

Anexo No. 8. Comportamiento del control de la erosión

Método de transeptos propuesto por (Anaya y col. 1977); (Hernández, C. 2008) y (Urquiza N. y col. 2011). En el procedimiento se tiene en cuenta el volumen de suelo depositado en m³, la densidad aparente en t.m³ y el área protegida del campo en ha. La cantidad de suelo retenido se obtiene al realizar el siguiente cálculo:

$$PS = \frac{\text{Volumen de suelo depositado (m}^3\text{) * d.a. (t/ m}^3\text{)}}{\text{Área (ha) Superior a la Barrera Viva, Terrazas, etc.}}$$

Donde Ps - pérdida de suelo t.ha⁻¹

V- volumen del suelo depositado en la parte superior de la medida permanente en m³.

d a – densidad aparente del suelo en t/m³

A – área del campo en la parte superior de la medida permanente

Para el cálculo de V (volumen del suelo depositado) se utiliza la siguiente fórmula:

$$V = l . a . h$$

V - Volumen de suelo depositado en la parte superior de la medida permanente en m³

l - largo total de la medida permanente en metros (barrera viva, muerta o canal terraza)

a – ancho que ocupa el sedimento depositado en metros

h – altura o profundidad del suelo depositado en metros

Tabla 10. Comportamiento del control de la erosión

Campos	Área Ha	% pendiente	Tecnología conservacionista	Suelo retenido t.ha ⁻¹
1	3.9	3.0	Laboreo mínimo	5.10
2	1.5	3.2	Barreras vivas	5.65
3	3.1	3.0	Aplicación de M.O Incorporación de restos de cosecha Rotación de Cultivos	5.15
4	2.0	4.1	Laboreo mínimo	6.2

5	3.5	4.4	Barreras vivas Aplicación de M.O Incorporación de restos de cosecha Rotación de Cultivos	6.4
6	1.5	5.0		6.8

Anexo No.9. Recomendaciones generales a tener en cuenta en el manejo de las áreas.

- Acometer de inmediato el mantenimiento de las medidas ya establecidas que lo requieran.
- Incrementar el uso actual intensificando la rotación, sucesión, asociación e intercalamiento de cultivos.
- Mantener el sentido del laboreo y siembra.
- Plantar árboles frutales y/o forestales, aprovechándolos como cercas vivas.
- Intensificar las aplicaciones de humus de lombriz, compost, abonos verdes y restos de cosecha al año, para así incrementar los niveles de M. O y la retención de la humedad, teniendo en cuenta que no poseen sistemas de riego.
- Continuar las acciones de desobstaculización en las parcelas con calificación de moderadamente pedregoso ubicando estos materiales en las líneas guías como barreras muertas.