Facultad de Ciencias Agrarias

Universidad de Cienfuegos

Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo.

Título: Evaluación de indicadores aprobados por el Instituto de Suelos para los polígonos de mejoramiento y conservación.

Autora: Dayanis Samón Cardentey

Tutor: MSc. Mario Julián Fuentes Gallardo

2016

Índice

Contenido **Pág.**

	Pensamiento	
	Agradecimientos	
	Dedicatoria	
	Resumen	
	Introducción.	1
1	**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**	8
1.1	El Recurso Suelo.	8
1.2	Principales factores limitantes de la productividad de los suelos.	9
1.3	Problemas ambientales.	12
1.4	Evaluación de tierras	19
1.5	Indicadores de calidad	21
1.6	Sistema de medidas de Conservación y Mejoramiento de suelos	22
2	**MATERIALES Y MTODOS.**	28
2.1	Diseño metodológico de la investigación	28
2.2	Metodología aplicada	30
	Caracterizar la situación actual de la degradación de los suelos en las fincas Eliecer y Vallo	30
	Procedimientos para determinar el comportamiento de los índices agroquímicos	32
	Evaluar mediante indicadores económicos, sociales y ambientales los efectos del diseño conservacionista implementado sobre la degradación de suelos en las fincas seleccionadas.	33
	Proponer nuevas medidas de mejoramiento y conservación de suelos a introducir en estas áreas, en función de la problemática identificada.	33
3	**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**	35
3.1	Caracterización de la situación actual de la degradación de los suelos en las fincas Eliecer y Vallo	35
	Suelos.	35
	Evaluación de la erosión	38
	Evaluación de los índices Agroquímicos	39
	Evaluación de tierras	41
	Comportamiento de los rendimientos	42
	Condiciones climáticas	42
	Identificación de los problemas aun existentes	44
3.2	Evaluación mediante indicadores económicos, sociales y ambientales de los efectos del diseño conservacionista implementado sobre la degradación de suelos en las fincas seleccionadas.	46
3.3	Propuesta de nuevas medidas de mejoramiento y conservación de suelos a introducir en estas áreas, en función de la problemática identificada.	49
	Conclusiones	51
	Recomendaciones	52
	Bibliografía	53
	Anexos	

Contenido **Pág.**

	Pensamiento	
	Agradecimientos	
	Dedicatoria	
	Resumen	
	Introducción.	1
1	**REVISION BIBLIOGRAFICA.**	7
1.1	El Recurso Suelo.	8
1.2	Principales factores limitantes de la productividad de los suelos.	9
1.3	Problemas ambientales.	12
1.4	Evaluación de tierras	19
1.5	Indicadores de calidad	20
1.6	Sistema de medidas de Conservación y Mejoramiento de suelos	22
2	**MATERIALES Y METODOS.**	28
2.1	Diseño metodológico de la investigación	28
2.2	Metodología aplicada	30
	Caracterizar la situación actual de la degradación de los suelos en las fincas Eliecer y Vallo	30
	Procedimientos para determinar el comportamiento de los índices agroquímicos	32
	Evaluar mediante indicadores económicos, sociales y ambientales los efectos del diseño conservacionista implementado sobre la degradación de suelos en las fincas seleccionadas.	33
	Proponer nuevas medidas de mejoramiento y conservación de suelos a introducir en estas áreas, en función de la problemática identificada.	33
3	**RESULTADOS Y DISCUSION.**	35
3.1	Caracterización de la situación actual de la degradación de los suelos en las fincas Eliecer y Vallo	35
	Suelos.	35
	Evaluación de la erosión	38
	Evaluación de los índices Agroquímicos	39
	Evaluación de tierras	41
	Comportamiento de los rendimientos	42
	Condiciones climáticas	42
	Identificación de los problemas aun existentes	44
3.2	Evaluación mediante indicadores económicos, sociales y ambientales de los efectos del diseño conservacionista implementado sobre la degradación de suelos en las fincas seleccionadas.	46
3.3	Propuesta de nuevas medidas de mejoramiento y conservación de suelos a introducir en estas áreas, en función de la problemática identificada.	49
	Conclusiones	51
	Recomendaciones	52
	Bibliografía	53
	Anexos	

Pensamiento

Lo que no se mide no se puede evaluar y lo que no se puede evaluar no se puede mejorar.

Germán Leva

Agradecimientos

AGRADECIMIENTOS

- A mi mamá y a mi papa. Muchas gracias por ser la luz que me guiará siempre y por haberme apoyado en todos los momentos difíciles que he pasado en el transcurso de mi carrera.
- A mi hija Stephany por todos los momentos que no estuve cerca de ella cuando estaba estudiando.
- A Maritza por poder contar con ella cuando lo necesité.
- A mi esposo Frank y a mi suegra Grisel por su gran apoyo emocional en todo momento.
- A mi tutor Msc. Mario Julián Fuentes Gallardo por su trabajo abnegado y apoyo incondicional en todo momento, y que sin sus orientaciones positivas no hubiera sido posible la realización de este trabajo.
- A mi familia y amigos por su ayuda emocional y preocupación para culminar este proyecto.
- A todos los profesores que me han ayudado en mi formación y por todos los conocimientos adquiridos.
- A todos los que de alguna forma han contribuido con su ayuda y apoyo, muchas gracias; este logro también es suyo.

A todos, Muchísimas Gracias.

Dedicatoria

DEDICATORIA

A mi mamá y a mi papa por su ayuda incondicional siempre, y a mi bella hija con todo mi amor.

Resumen

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el comportamiento de los indicadores económicos, sociales y ambientales aprobados por el Instituto de Suelos para los polígonos demostrativos de conservación y mejoramiento de este recurso, agua y bosques, se realizó una investigación no experimental en la unidad básica de producción cooperativa “Victoriano Brito” del municipio Cumanayagua, provincia Cienfuegos en el período octubre 2015 - mayo 2016, se aplicaron las técnicas de análisis documental, entrevistas, observación en el terreno y métodos analíticos de laboratorio, lo que permitió diagnosticar el efecto de las medidas implementadas sobre los factores limitantes identificados con mayor incidencia en los rendimientos agrícolas y en los aspectos económico-productivos, sociales y ambientales. Se realizó la caracterización de las fincas Eliecer y Vallo, seleccionadas para la investigación, los problemas aún existentes se jerarquizaron aplicando la matriz de Vester, según el criterio de los expertos seleccionados, proponiéndose las medidas necesarias a incluir en el programa conservacionista de los suelos que se ejecuta en estas áreas. Se obtuvo como resultados que la degradación del suelo es el problema principal existente en ambas unidades y que los indicadores productivos, sociales, tecnológicos y ambientales muestran evolución positiva en los últimos cuatro años exceptuando la degradación de suelos en la finca Vallo, a pesar de haber disminuido el efecto de los procesos de erosión e incrementarse los rendimientos agrícolas de los cultivos evaluados, con el consiguiente mejoramiento de las condiciones de vida de los productores y la comunidad.

Palabras clave: agrícolas, comportamiento, demostrativo, diagnóstico, evaluadas, programa, rendimientos.

Sumary

SUMMARY

With the objective of evaluating the behavior of the economic, social and environmental indicators approved by the Institute of soil for the demonstrative polygons of conservation and improvement of this resource, it dilutes and forests, he/she was carried out a non experimental investigation in the basic unit of Victorian cooperative production Brito of the municipality Cumanayagua, country Cienfuegos in the period October 2015 - May 2016, the techniques of documental analysis were applied, interviews, observation in the land and analytic methods of laboratory, what allowed to diagnose the effect of the measures implemented about the identified restrictive factors with more incidence in the agricultural yields and in the economic-productive, social and environmental aspects. He/she was carried out the characterization of the properties Eliecer and Vallo, selected for the investigation, the even existent problems you jerarquizaron applying the womb of Vester, according to the approach of the selected experts, intending the necessary measures to incluir in the program conservationist of the soil that is executed in these areas. It was obtained as results that the degradation of the soil is the existent main problem in both units and that the productive, social, technological and environmental indicators show positive evolution in the last four years excepting the degradation of floors in the property Vallo, in spite of having diminished the effect of the erosion processes and to be increased the agricultural yields of the evaluated cultivations, with the rising improvement of the conditions of life of the producers and the community.

Key Words: agricultural, behavior, demonstrative, diagnosis, evaluated, it programs, yields.

Introducción

INTRODUCCIÓN

EL suelo es uno de los elementos naturales más preciados del planeta y se encuentra en verdadero peligro, y con él la seguridad alimentaria de una población tan creciente y necesitada (Urquiza, 2005); constituye uno de los recursos naturales más importantes con que cuenta la humanidad y está considerado entre los componentes del ambiente más afectado por el uso y manejo deficientes, sobre todo en la agricultura tropical. Se conoce que es mucho más fácil destruirlo que construirlo, puesto que para su formación se requiere de muchos años, pero el hombre con su explotación inadecuada puede degradarlo en poco tiempo.

Vallejo (2013) considera que 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. Además expresa que con el uso de los sistemas convencionales de agricultura, se descuidó mucho la importancia de mantener en el mismo el equilibrio químico (entre nutrientes); todo ello trajo consigo un desequilibrio en el ecosistema que ocasionó la erosión y su degradación.

Según cifras de instituciones oficiales como la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO) y el Instituto de suelos (IS), unas 120 millones de hectáreas de suelo han sido afectadas. Se deforestan cerca de 500 mil hectáreas al año; la desertificación y degradación de tierras daña dos de cada tres hectáreas, lo que ha ocasionado menor superficie agrícola y forestal. De hecho, la producción se reduce a menos de un décimo de su potencial en los bosques y selvas nacionales, estimándose que cada año entre 300 mil y 400 mil personas migran de sus terrenos infértiles (Frías, 2015).

La degradación del suelo constituye el primer problema ambiental de Cuba; es el recurso natural con mayor deterioro en el archipiélago, ello es resultado de un siglo de explotación sin aplicar medidas que favorezcan la protección de la tierra, y del empleo de tecnologías agresivas como el uso de pesadas máquinas y sistemas de riegos ineficientes o inadecuados para las características de los suelos del país. La deforestación, el sobre pastoreo, las violaciones en la aplicación de las tecnologías para

el uso y manejo de este recurso y la no aplicación de medidas para su conservación y mejoramiento, han llevado a esta situación (Tamayo, 2005).

Según Camellón (2015) la degradación de los suelos considerada el principal problema ambiental de Cuba, es una realidad que atrae desde hace un tiempo el interés y la atención de los expertos. Disposiciones legales y manuales de explotación intentan regular y proteger ese patrimonio, a sabiendas de que la conservación de tan valioso recurso resulta el camino para sostener hoy y mañana la producción agrícola. Estudios recientes realizados en el país por Font (20014), Hernández (2014) y Muñiz (2015) alertan sobre la necesidad de fortalecer esa política porque otras amenazas gravitan sobre los terrenos y las personas: la desertificación y la sequía.

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 del 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.

Fernández (2015) plantea que el territorio cubano posee 11 millones de hectáreas, excepto las ciudades y las zonas boscosas, quedan 6 millones de hectáreas para ser consideradas agrícolas y hoy se utiliza la mitad de esos terrenos: menos de un tercio del total de la superficie del archipiélago. La mayoría de los motivos derivan de circunstancias ambientales que afectan gravemente al planeta, no solo a Cuba; 40% de los suelos agrícolas cubanos han sufrido erosión, es decir, una degradación muchas veces provocada por la naturaleza y otras veces por acciones no apropiadas realizadas por el hombre, lo que constituye un problema que preocupa a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

La situación actual de los suelos de Cuba, refleja que la erosión, mal drenaje, bajo contenido de materia orgánica y baja fertilidad, afectan a más del 40% de las áreas agrícolas. A esto se suman los efectos de la acidez, sodicidad, compactación, reforzados por el cambio climático (Urquiza et al., 2011).

Ante tal situación, no es conveniente dejar a la libertad de criterios de científicos y agricultores precisar parámetros e indicadores específicos para medir los procesos de

degradación, para ello Urquiza et al. (2011) proponen como un buen intento la metodología PERI, Presión (fuerza causante) – Estado (condición resultante) – Respuesta (acción mitigante) – Impacto (efecto transformador).

Para los autores, la presión, incluye aquellos indicadores potenciales de los procesos degradativos; generalmente asociados al desarrollo económico, social y a las condiciones del entorno físico geográfico. Entre los indicadores de estado se encuentran los referidos a impactos que son consecuencia de la presión y a las condiciones que prevalecen aún cuando la presión haya sido eliminada, pudiendo citarse: reducción de los rendimientos agrícolas, erosión, salinización de los suelos y la deforestación entre otros, constituyendo indicadores del estado de los recursos naturales y de las condiciones sociales y económicas.

Concluyendo que los Indicadores deben al menos, cuantificar o cualificar la reducción de la condición de degradación respecto a su condición inicial y reconociendo como expresiones más frecuente el incremento de los rendimientos de los cultivos, de los espejos de agua, del ganado, así como la disminución de la erosión del suelo, de la cantidad de tierra depositada en los cursos de aguas y el incremento de la superficie cubierta por vegetación, entre otros.

Vallejo (2013) asegura que uno de los problemas más críticos a la hora de implementar políticas y programas fundamentados en el desarrollo sostenible, es la selección idónea de indicadores de calidad de suelo que permitan evaluar el impacto de la implementación de diferentes prácticas de manejo agrícola y pecuario. En la actualidad las propiedades biológicas se han convertido en criterios importantes para valorar el manejo o uso de los suelos, de tal forma que se crea la necesidad de orientar la producción agropecuaria hacia nuevas tecnologías fundamentadas en la recuperación de los suelos degradados a través de un manejo agroecológico sostenido que favorezca la biodiversidad.

Para la evaluación del estado degradativo del suelo en un sitio productivo es necesario disponer de indicadores que permitan determinar a corto y mediano plazos el estado en que se encuentran las propiedades biológicas como la riqueza de la microfauna, las físicas, como la agregación, y las químicas, como la capacidad de intercambio iónico y

la disponibilidad de nutrientes, lo cual determina que un suelo fértil sea el que conserve las propiedades físicas, químicas y biológicas deseables, mientras suministra adecuadamente el agua y los nutrientes, y provee de sostén mecánico a las plantas (García et al., 2012).

Por lo tanto, se hace necesario frenar la degradación edáfica y la pérdida de la biodiversidad en los sistemas agropecuarios, este reto implica cambios en las políticas estatales y un compromiso por parte de los productores, quienes deben ser los más implicados con la recuperación de su entorno (Vallejo, 2012).

El Servicio de Conservación y Mejoramiento de Suelos de la República de 3 comienza desde los primeros años de la Revolución, impulsándose en la década del 70, con la colaboración del campo socialista, lográndose resultados significativos, durante del período especial, esta actividad se deprimió, enfatizándose el mejoramiento de suelos (Font et al., 2014), quienes reportan como resultado del Programa Nacional de Abonos Orgánicos y Biofertilizantes la producción y aplicación en el país hasta el año 2014 de un total de 6,7 millones de toneladas (t) de humus de lombriz y 14,0 millones de t de compost y otros abonos orgánicos; además un total de 45 mil hectáreas fueron beneficiadas por biofertilizantes como el Rhizobium, Azotobacter, Fosfobacterias solubilizadoras y Micorriza.

Tamayo (2005) expresa que no se puede olvidar que es a partir de las últimas décadas que la humanidad ha tomado conciencia del problema de la degradación de los suelos y Cuba por suerte posee las herramientas y la voluntad política para contrarrestar esta tendencia. La política para mitigar la degradación, detenerla y luego recuperar el recurso se sustenta en el Programa Nacional de Conservación y Mejoramiento de Suelos (PNMCS). En la agricultura cubana se han llevado a la práctica generalizada numerosas medidas de este tipo, no obstante, aún no es tratada como el sistema armónico al que se pretende llegar y en función de lo cual se promulgó y aplica el Decreto 179 “Protección, Uso y Conservación de los Suelos y Contravenciones”.

Ejemplo de estas medidas lo constituyen la creación en todo el país de los polígonos demostrativos de Suelo, Agua y Bosque, que tiene su origen en una idea del entonces Ministro de la Agricultura, Ulises Rosales del Toro, quien en 2010 en apoyo al Programa

Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía manifestó la necesidad de brindar la debida prioridad a la degradación de los suelos, considerado el principal problema en la Estrategia Nacional Ambiental, aspecto que está en estrecha interrelación con el uso y manejo de los recursos hídricos, la cobertura vegetal, el uso de la maquinaria agrícola, el manejo de plagas, la influencia del hombre y otros factores.

Estas unidades cuentan con el financiamiento del PNCM de Suelos y la colaboración del Programa de Acción Nacional (PAN) de lucha contra la desertificación y sequía y el GEF-OP-15. Por indicación del Instituto de Suelos se establecen en todas las provincias del país áreas demostrativas de Manejo Sostenible de Tierra (MST) y se crean los grupos nacionales y provinciales de Polígonos, con la integración de los ministerios de Ciencia, Tecnología y Medio ambiente y el de Recursos Hidráulicos, así como los grupos de trabajo del MINAG respectivamente. (IS, 2010). 4

Rodríguez (2013) en carta dirigida a los trabajadores del sistema de la agricultura al valorar resultados obtenidos en los polígonos, manifiesta que el suelo es un recurso natural limitado y base de la producción agropecuaria y forestal, su correcto manejo, resulta vital para realizar una agricultura sostenible para las actuales y futuras generaciones.

En la provincia para el establecimiento de los polígonos demostrativos en el año 2009 se selecciona la UBPC “Limones· del municipio Cienfuegos y posteriormente en el 2012 al valorarse las condiciones de pendiente y tipos de suelo presentes en la Unidad Básica de producción cooperativa (UBPC) “Victoriano Brito” del municipio Cumanayagua, se replica la experiencia en esta unidad, propensa a la ocurrencia de los procesos degradativos fundamentalmente en relación al suelo abordados hasta aquí, situación constatada en el proceso de diagnóstico efectuado en la misma para el diseño de mejoramiento y conservación a implementar.

En las condiciones locales de la UBPC “Victoriano Brito”, se han aplicado los criterios antes expuestos, implementándose a partir del año 2012 en función de las condiciones de degradación de suelos identificadas en el diagnóstico realizado una serie de

mediadas encaminadas al mejoramiento y la conservación del suelo, cuyos resultados, efectos o impactos no han sido evaluados.

Problema Científico

¿Cómo evaluar mediante los indicadores aprobados por el Instituto de Suelos para los polígonos demostrativos de mejoramiento y conservación, el efecto de las medidas realizadas para detener la degradación de los suelos en las fincas Eliecer y Vallo pertenecientes a la UBPC “Victoriano Brito” del municipio Cumanayagua?

Hipótesis:

La evaluación mediante indicadores económicos (productivos y tecnológicos), sociales y ambientales aprobados por el Instituto de Suelos del efecto de las medidas implementadas para detener la degradación de los suelos en las fincas Eliecer y Vallo de la UBPC “Victoriano Brito” posibilitará conocer el estado actual de la misma y proponer nuevas medidas de mejoramiento y conservación de suelos a introducir en estas áreas.

Objetivo general

Evaluar el efecto de las medidas de mejoramiento y conservación de suelos ejecutadas en las fincas Eliecer y Vallo pertenecientes a la UBPC “Victoriano Brito” del municipio Cumanayagua.

Objetivos específicos:

1. Caracterizar la situación actual de la degradación de los suelos en las fincas Eliecer y Vallo.

2. Evaluar mediante indicadores económicos, sociales y ambientales los efectos del diseño conservacionista implementado sobre la degradación de suelos en las fincas seleccionadas.

3. Proponer nuevas medidas de mejoramiento y conservación de suelos a introducir en estas áreas, en función de la problemática identificada.

La investigación se justifica porque en la provincia, a partir de la aprobación del PNMCS, se han financiado acciones de conservación y mejoramiento de suelos con un

monto de tres millones de pesos (CUP), pero no han sido evaluados los efectos que ha tenido este proceso en el sector, siendo los polígonos el escenario ideal para realizarlo.

Impactos de la investigación

Se validan de forma práctica 12 indicadores de degradación de los suelos de los 24 propuestos por el Instituto de suelos, lo que representa un 50 %.

Se proponen ocho medidas a introducir que no han sido puestas en práctica y que contribuirán significativamente a disminuir la degradación presente en las áreas de ambas fincas.

Se logró incrementar en un 2 % la fertilidad de los suelos del polígono a partir de la toma de decisiones sobre bases científicas que aporta la presente investigación.

El mantenimiento de las medidas ejecutadas demostró la posibilidad de retener mayores volúmenes de suelo en las áreas, como fue en la finca Eliecer que es superior a la cantidad lograda en la finca Vallo.

Urquiza (2005) El Suelo constituye uno de los recursos naturales más importantes de la humanidad y uno de los elementos del ambiente más afectado por el uso y manejo deficientes.

Capitulo I

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 El Recurso Suelo

Para Hernández et al. (1999), La génesis del suelo representa un conjunto de fenómenos químicos, físicos y biológicos que ocurren en el mismo determinando una u otra composición y propiedades de la masa su masa y citan a Dokuchaev, (1989) cuando expresa que "… 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".

Estos autores manifiestan que el suelo está considerado como un cuerpo natural independiente, cuyas propiedades son el resultado de su formación y desarrollo, como producto del conjunto de procesos y fenómenos que se producen y desarrollan simultáneamente y en íntima relación recíproca en el suelo natural.

Las interacciones de los Factores de Formación de los Suelos conducen a transformaciones como resultado de procesos de síntesis, descomposición y traslocación de sustancias, que conllevan a la diferenciación del suelo en capas u horizontes, conformando así el perfil del suelo; por lo tanto este manifiesta características que nos indican las propiedades de los diferentes horizontes, así como de una serie de transformaciones y migraciones de sustancias que han ocurrido durante su formación. Concluye planteando que llas características morfológicas de los suelos constituyen la herramienta más útil que tiene el edafólogo para definir sus propiedades, génesis y clasificación, complementándose con los análisis de laboratorio (Hernández, 2005).

Urquiza et al. (2002), consideran que el suelo 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 acido carbónico, agua, amoniaco y nitratos.

INCA (2014) reporta que 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.

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; consideran que 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 (Hernández et al., 1999).

1.2 Principales factores limitantes de la productividad de los suelos

Para Hernández et al. (2014), 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:

Hernández (2005) la define como 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, constituyendo 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.

Textura. Otro de los índices señalados por este autor que influye en la productividad del suelo porque los de textura arenosa y franco arenosa generalmente son más pobres, por ello tienen poca retención de humedad y su fertilidad está limitada por agentes causales que son consecuencia de los factores: a) contenido de arcilla, b) tipo mineralógico de la fracción arcillosa, particularmente el contenido de hierro, c) contenido de materia orgánica y d) profundidad del manto freático.

El Relieve: a criterio de Font el al. (2004) 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 las condiciones climáticas cubanas, el relieve tiene una importancia singular en relación con la erosión, el riego y el uso de la maquinaria y 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 plantean que la vegetación natural Influye en:

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

Condiciones de Drenaje: según Hernández (1995) es 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. Mientras que a las afectaciones por rocosidad y pedregosidad las relaciona en cuanto a la extensión con posibilidades de cultivo y al uso de la maquinaria agrícola.

La erosión se define como un proceso de desprendimiento y arrastre de las partículas de suelo causado por los agentes del intemperismo (Anaya et al., 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 acelerados por la acción antrópica.

La erosión del suelo se acelera en todos los continentes y degrada 2 000 millones de hectáreas de tierras de cultivos y pastoreo lo que representa una seria amenaza para el abastecimiento global de víveres. Cada año la erosión de los suelos y otras formas de degradación de las tierras cultivables provocan la pérdida de cinco y siete millones de tierras cultivable (Muñiz, 2015). Señalando como causas de la erosión 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 (Lal, 2000). Los principales agentes naturales de la erosión son el agua, el viento, los cambios [9] 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: Si 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.

1.3 Problemas Ambientales

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).

A criterio de 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, 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.

Al citar a Leff (2000) 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, que respete 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, afectados por los procesos de erosión, salinidad, acidez y mal drenaje, así como otras condiciones físicas y químicas que conducen a una paulatina desertificación. (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, 2002).

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 es uno de los que genera importantes contaminantes 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·

Ley 81 del Medio Ambiente de 1997

En ella 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.

Además plantea que 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 tres y siete 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.

Refiriéndose al actual deterioro ambiental (Valdés, 2001) afirma, las reuniones efectuadas en diversas partes del mundo, una de ellas la llamada Cumbre de Río, los programas de la Organización Mundial de la Salud, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio ambiente y la Agricultura, 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 conscientes del problema, fundamentalmente los estados y gobiernos que tienen los mecanismos a través de los cuales controlar la situación evidente a que estamos abocados.

Degradación de los suelos y su manejo agro ecológico.

La degradación de los suelos es el resultado de una relación no armónica entre éste y el agua, donde el factor antrópico desempeña un papel determinante y el exponente más extremo de ésa degradación, es llamado “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, que cobra anualmente miles de Km^2 de tierra que antes fueron productivas y es considerada como la gran “úlcera” que fulmina nuestro planeta Urquiza et al. (2002).

Para estos autores 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 de tierras en su sentido más amplio, es uno de los principales problemas con que se enfrenta el mundo. Esto llevó a que uno de los acuerdos de la Conferencia de Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD) en 1992 estuviera referido a la necesidad de establecer una Convención Internacional que potenciara los esfuerzos nacionales de la lucha contra la degradación de tierras, especialmente la desertificación.(Urquiza el al., 2011).

La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD) es la pieza central en los esfuerzos internacionales para luchar contra la desertificación, la degradación de la tierra y la mitigación de los efectos de la sequía. Fue aprobada el 17 de junio de 1994 y entra en vigor al ser ratificada por 50 países en diciembre de 1996. A la fecha 193 países están integrados en la CNULD. De entonces a la fecha, la atención a la degradación de tierras, tanto en el contexto internacional como en el nacional, ha transitado hacia enfoques más amplios e integradores. (CITMA, 2011).

En el mundo, la desertificación impacta a tres mil 600 millones de hectáreas (25 por ciento de la superficie terrestre); en consecuencia, 110 países están en riesgo. Cada año se pierden 12 millones de hectáreas que podrían producir 20 millones de toneladas de granos y 42 mil millones de dólares en ingresos (Frías, 2015).

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 y la 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 et al. (2004).

Estos autores consideran que un agro ecosistema es el que el mismo constituye un complejo formado por la comunidad biótica (incluyendo el cultivo y la cría animal) y el

hábitat, que están en constante interacción y equilibrio dinámico. Es la unidad ecológica principal que contiene componentes abióticos y bióticos que son interdependientes e interactivos y cada región tiene una configuración única de agro ecosistemas como resultado de las variaciones locales en el clima, el suelo, las relaciones económicas, la estructura social y la historia, donde este término, sistema agrícola y sistema agrario han sido utilizados para describir las actividades agrícolas realizadas por grupos de personas.

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, et al., 2008).

Tandron et al. (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.

Por otra parte, Condron 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 et al. (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.

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 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, sin 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.

Los cambios en las prácticas de manejo 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 et al., 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.

El control de la degradación y la desertificación son las llaves para el desarrollo sustentable, dos procesos que tienen como inicio común el deterioro y que gradualmente se separan, a medida que el problema incrementa, 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 (Di Giacomo, 2003).

Concluyendo que en la actualidad más de 306 millones de hectáreas en los países de América Latina y el Caribe están 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 Km^2 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 et al., 2001).

Fernández (2015), asegura que de no concretar nuevos enfoques en la protección de los suelos, la superficie mundial de tierra cultivable y productiva por persona equivaldrá en 2050 a solo una cuarta parte del nivel de 1960, de acuerdo con informes de la FAO. La propuesta del Año Internacional de los Suelos se concretó el pasado 5 de diciembre, reconocido también como el primer Día Mundial del Suelo. Según el Director de la FAO, a este recurso no se le presta la suficiente atención a pesar de su invaluable importancia en la producción de alimentos. Esto resulta incomprensible en un momento donde “805 millones de personas padecen actualmente hambre y malnutrición, por lo que el crecimiento demográfico requerirá aumentar la producción alimentaria en 60 por ciento.

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. La degradación ha sido declarada como el principal problema de la nación en este ámbito, por lo que la prioridad es tratar de detener y revertir este proceso pues no habrá sostenibilidad de los alimentos si no tenemos suelos fértiles y productivos (Muñiz, 2014); quien insiste en la necesidad de aplicar una agricultura de conservación y resalta

la importancia de ver al suelo como un fenómeno biológico, vivo, que reclama cuidado, alimentación y protección, con el fin de contrarrestar su vulnerabilidad.

Muñiz (2015), presidente de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo, sostuvo que los especialistas en la conservación y manejo de los suelos trabajan con un enfoque integral para evitar su erosión y posterior deterioro; experiencia iniciada desde hace unos cuatro años, los más de 20 polígonos de suelos existentes en Cuba buscan revertir el estado de degradación de ese recurso natural indispensable para garantizar la seguridad alimentaria.

El autor considera que cerca del 75 por ciento de los terrenos cultivables del país está afectado por al menos un factor limitante de su productividad, contra esos fenómenos Cuba aplica, desde hace más de una década, un programa nacional para la conservación de los suelos y de lucha contra la desertificación y la sequía, el cual arroja importantes resultados.

1.4 Evaluación de tierras

Es un proceso tan antiguo como la propia humanidad, sin embargo la necesidad de obtener estables y altos rendimientos sobre bases sostenibles, han posibilitado que muchas veces este proceso no se tenga en consideración cuando se trata de fomentar áreas agrícolas (Ponce de León y Balmaseda, 2009).

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.

El agrupamiento agro productivo surge como resultado del proceso de evaluación de tierras con el objetivo de que la agricultura cuente con un esquema sintetizado que agrupe aquellos suelos con características similares, de tal forma que se puede 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).

La clasificación agro productiva constituye uno de los procedimientos más importantes dentro del campo de la agricultura, muy particularmente dentro del contexto de la edafología como ciencia. 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; por ello, desde remotos tiempos de la colonia, como proceso natural empírico los agricultores establecieron sus cultivos en los suelos más adecuados (Mesa et al., 1992).

Para Ponce de León y Balmaseda (2009) la evaluación de los resultados de las cosechas fue uno de los primeros criterios utilizados por los hombres para dar fe la calidad de las tierras, conocimientos empíricos trasmitidos de generación en generación y el desarrollo científico técnico alcanzado por la humanidad ha propiciado se vayan creando métodos cada vez más precisos con estos fines que utilizan entre otros aspectos a evaluar la incidencia de los factores limitante para el rendimiento agrícola presentes en los suelos.

De acuerdo con estudios realizados en relación con los recursos edáficos, menos del 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, 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 y Monedero (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 incrementándose las áreas con tendencia a la desertificación que en la actualidad ya alcanza el 14 % del territorio nacional.

La superficie agrícola de Cuba es de 6,9 millones de hectáreas por habitantes. Tres cuartas partes está afectada por diferentes procesos de degradación como la erosión, mal drenaje, salinización, acidez, compactación, perdida de la fertilidad natural, bajo contenido de materia orgánica, baja retención de humedad, pedregosidad y rocosidad; en todos, el hombre ha tenido participación activa (Cuellar, 2003).

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. En consecuencia con ello, (Álvarez y Fuentes, 2003) afirman que el 88 % de los suelos en la provincia de Cienfuegos se califican como poco y muy poco productivos, y como factores degradantes de mayor relevancia señalan la erosión, la baja fertilidad natural, y la baja retención de humedad.

Por lo expuesto hasta aquí se asegura que solo si se conocen y describen los suelos y su potencial productivo seremos capaces de hacer frente a esa realidad, para ello se requiere intensificar la agricultura, planificar óptimamente los recursos, optimizar el uso de las tierras y explotándolas al máximo dentro de los rigurosos límites que exige su conservación y mejoramiento para la posteridad (Hernández et al. 2014).

A modo de resumen se afirmar que: las clasificaciones Agro productivas, 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 según el potencial productivo del suelo, sino que permite manejarlos de manera tal que no sean afectados con el paso de los años.

1.5 Indicadores de calidad

Gallopin (2002) establece que un indicador es una variable, o sea, una representación operativa de un atributo o característica, cualidad o propiedad de un sistema; criterio similar expone Quiroga (2002) al plantear que es una variable que en función del valor que asuma en determinado momento, despliega significados que no son aparentes inmediatamente y que serán descodificados por los usuarios.

Zaffaroni y Etchevers (2000) proponen el empleo de aspectos físicos, químicos, biológicos y de manejo a la hora de evaluar el uso de las tierras, en los primeros por las

implicaciones que tienen en el empleo de fertilizantes, sus costos de aplicación y adquisición, así como su impacto ambiental, por otra parte en el manejo entran a analizarse los conflictos que puedan existir en el uso actual de la tierra y la vocación de uso de las mismas.

La agricultura actualmente enfrenta el reto de logra el aumento de la producción en las tierras que hoy se están explotando; ello hace que se busquen mecanismos que permitan valorar la calidad de los suelos agrícolas, recomendándose entre los más efectivos los indicadores (Ponce de León y Balmaseda, 2009) por ajustarse fácilmente a sistemas productivos pequeños y poder estandarizarse los criterios y variables; concluyendo que su empleo hace a una evaluación más confiable al garantizar su análisis en el tiempo y espacio.

Bautista et al. (2004) consideran que los indicadores de calidad del suelo deben cumplir condiciones como: 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, entre otras.

1.6 Sistema de medidas de Conservación y Mejoramiento de suelos

Di Giacomo (2003) define que la conservación de los suelos, es un paquete científico – tecnológico – estratégico para que en el mundo no se pierdan anualmente millones de hectáreas de tierra agrícola, como consecuencia de la agricultura moderna. Entre las tazas 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.

Si se toma 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 trazada en función de proteger el Medio Ambiente. Por ello, el Instituto de Suelos a partir del 2003 trabaja en la implementación de un plan emergente de producción de abonos orgánicos y el Programa Nacional de mejoramiento y Conservación de los suelos.

Estudios realizados en el IS (2004) concluyen que en los campos, al removerse 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: IS (2004) define como

Medidas Temporales:

- Preparación de suelos en contorno: para ello 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 tomándose como guía 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 según 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 más 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 más 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: pueden ser 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.

Medidas Permanentes

- 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 si son construidas con piedras y se denominan medidas transitorias las construidas 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 realizan con 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: es un fertilizante bio-orgánico producido por la digestión de sustancias orgánicas en la descomposición por la lombriz. Posee óptima actividad fitohormonal que en condiciones favorables coadyuga 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: es considerado un 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: estos 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: es la 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.
3. 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.

4. 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 Leguía et al. (2008).

Para el autor, para proteger el suelo debemos 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 al utilizar 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 H_2O de 4,53). (Mogollón et al., 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 et al., 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 si 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 et al., 2008).

Según Leguía et al., (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 y mantienen 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.

Materiales y Métodos

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se efectuó en el polígono de Mejoramiento y Conservación de suelos de la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) “Victoriano Brito”, perteneciente a la Empresa Cítricos Arimao del municipio Cumanayagua, provincia Cienfuegos, se seleccionaron para tal fin las fincas Vallo y Eliecer. La superficie agrícola de las mismas comprende un área total de 39,10 hectáreas, destinadas fundamentalmente a cultivos varios y frutales.

Geográfica se encuentran en las coordenadas X: 591 260 y Y: 259 250, con los límites siguientes: al norte y este con áreas del municipio Manicaragua de la provincia de Villa Clara, al sur con áreas de la UBPC “Los Cocos” y al oeste áreas experimentales del Laboratorio de la Unidad Científico Tecnológica de Bases de Suelos (UCTB) “Barajagua” (Anexo 1).

2.1 Diseño metodológico de la investigación

En la investigación se aplicaron métodos del orden teórico y práctico, entre los que destacan:

- Métodos del orden teórico: analítico – sintético, histórico – lógico e inductivo-deductivo y análisis documental.
- Métodos del orden práctico: entrevistas, observaciones directas, mediciones en el lugar, análisis de laboratorio.

Los datos obtenidos son organizados en matrices como es el caso de la Matriz de Vester con el fin de evaluar a través del método de expertos el comportamiento de las problemáticas existentes. También son ordenados en registros propios de la investigación y tablas según el interés de la misma.

Se realizaron observaciones en el campo en el período comprendido por los meses octubre de 2015 a abril del 2016, con el fin de describir las relaciones entre las variables: erosión, contenido de materia orgánica, pH, fósforo y potasio asimilables con los rendimientos de los cultivos Calabaza (*Cucúrbita moschata, Duch*), Fríjol (*Phaseolus vulgaris L*.), Maíz (*Zea mays L.*) y Boniato (*Ipomoea batatas L*.).

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

Tabla I. Matriz de organización de la investigación

Pasos	Acciones	Métodos	Resultados
1. Identificación del sitio productivo	Definir criterios de selección	Recorridos por el áreas y aplicación de test de conocimiento para determinar competencias de informantes clave.	Potencialidades de áreas a transformar con la investigación
2. Preparación de documentación.	Revisión bibliográfica acerca del tema de investigación.	Revisión documental de estudios anteriores del lugar. Revisión de métodos para la caracterización de procesos de degradación en agroecosistemas.	Usos anteriores de suelo agrícola. Diferentes vías para desarrollar la caracterización de procesos de degradación en agroecosistemas.
3. Caracterización de las fincas.	Toma de muestras y evaluación de procesos de degradación de suelos.	Muestreo agroquímico de los campos. Aplicación de métodos para la caracterización del agroecosistema.	Caracterización biofísica y socio- económica del sitio productivo objeto de estudio.
4. Evaluación de los procesos de degradación identificados en las fincas en estudio.	Medición de la magnitud de los procesos de degradación.	Aplicación de indicadores elaborados por el Instituto de Suelos para los Polígonos de mejoramiento y conservación de suelos.	Resultado de la aplicación de los indicadores. Evidencias para la toma de decisiones en relación a la necesidad de aplicación de las medidas de mejoramiento y conservación a introducir en cada campo.
5. Procesamiento de la información.	Evaluación de los resultados de laboratorio y procesamiento del análisis de los indicadores económicos, productivos, sociales, tecnológicos y ambientales de la UBPC.	Manual de interpretación de los suelos Instrucciones Metodológicas para el trabajo de Suelos en los Polígonos Demostrativos.	Comportamiento de los índices químicos y rendimientos agrícolas de los cultivos evaluados.

Los análisis de laboratorio realizados para conocer el estado nurtricional de los suelos fueron concentración de iones de hidrógeno (pH), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) asimilables y materia orgánica (M.O).

2.2 Metodología Aplicada

1. Caracterizar la situación actual de la degradación de los suelos en las fincas Eliecer y Vallo.

Para la caracterización de las fincas se hicieron recorridos para la observación de la situación de degradación de los suelos; posteriormente se determinaron en dependencia de la observación efectuada y de los resultados de producción, los campos donde determinar el contenido nutricional del suelo para lo que se realizó el muestreo agroquímico según la Metodología aprobada por el INTA (2012).

Para identificar y evaluar el o los tipos de suelos predominantes y sus principales características se empleó el Manual para la Cartografía Detallada y Evaluación Integral de los Suelos (Hernández et al., 1995) que emplea los criterios de la Segunda Clasificación Genética (IS, 1973), luego fueron correlacionados con los criterios de la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Hernández et al., 2015).

Los análisis agroquímicos de m.o., pH, P_2O_5 y K_2O efectuados para conocer el estado nutricional de los suelos se realizaron en el Laboratorio de la UCTB de Suelos.

Se empleó la observación directa y las mediciones en el lugar para la caracterización de ambas fincas, también fueron aplicadas entrevistas a los informantes claves (Anexo 3) con el fin de validar la información a recopilar con los diferentes instrumentos para el desarrollo de la investigación, para dicha validación se aplicó los criterios de inclusión siguientes:

BUENA: si el 100 % de los parámetros son calificados por los informantes clave en la categoría bien.

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

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

Para la elaboración de la entrevista a aplicar se sigue 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.

Para la aplicación de la misma se seleccionó y determinó el tamaño de la muestra (n) aplicando la ecuación matemática siguiente:

$$n = \frac{n'}{1 + n' - N}$$

Donde:

N = Tamaño de la población (cantidad de personas directas a la producción).

n = Tamaño de la muestra (cantidad de personas directas a la producción que serán entrevistadas).

n' = Cantidad de trabajadores existentes por área.

Los datos recopilados con la aplicación de la entrevista y la observación directa en el terreno se sometieron a criterio de expertos para su inclusión en el procesamiento de los problemas con la Matriz de Vester.

El comportamiento actual de factores limitantes del rendimiento se determinó y calificó en cada campo, siguiendo las Instrucciones Metodológicas para el trabajo de Suelos en los Polígonos Demostrativos (IS, 2010); la profundidad efectiva medida con la barrena holandesa de muestreo de suelos, la pendiente se determinó empleando el nivel y la regla escala y para la erosión se calculó la cantidad de suelo retenido en la parte superior de las medidas permanentes por el método de transeptos propuesto por (Hernández, 2008) y (Urquiza et al. 2011). En el procedimiento se tiene en cuenta el volumen de suelo depositado en m^3, la densidad aparente en $t.m^3$ y el área protegida del campo en ha. La cantidad de suelo retenido se obtiene calculando:

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

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

V- volumen del suelo depositado en la parte superior de la medida permanente en 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 fórmula:

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

Procedimientos para determinar el comportamiento de los índices agroquímicos

- Acidez (pH Clk): se utilizó como solvente el Cloruro de potasio (Clk) 1 N, en una valoración de 1:2,5 y se determinó 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 (P_2O_5): se determinó por el método Machiguin, 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 (K_2 O): se obtuvo por el método Machiguin, con igual basamento al anterior y la determinación de la concentración del potasio en el Fotómetro de Llama.

A partir de los datos aportados por la evaluación de los factores limitantes para el uso agrícola de suelos, se realizó la evaluación de tierras correspondiente a estas áreas, para ello se empleó el Software Agro 24 versión 4,00, de Mesa et al. (1993), para la realización de la actualización de la agro productividad, con el fin de conocer los rendimientos mínimos potenciales los suelos de las fincas caso de estudio para los diferentes cultivos y su categorización desde el punto de vista agro productivo, según el comportamiento de estos y su influencia en el desarrollo del cultivo en cuestión, así como el comportamiento de las variables climáticas en los últimos cinco años (Anexo 4), para tal fin se aplicó la escala evaluativa siguiente:

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. Evaluar mediante indicadores económicos, sociales y ambientales los efectos del diseño conservacionista implementado sobre la degradación de suelos en las fincas seleccionadas.

Al emplear la técnica de la revisión documental se constata la gestión de la producción agropecuaria de la finca, se recopiló la información de los resultados económicos, financieros, productivos, técnicos, sociales y ambientales de estas entidades desde el año 2012 al 2015.

3. Proponer nuevas medidas de mejoramiento y conservación de suelos a introducir en estas áreas, en función de la problemática identificada.

Partiendo de la información recopilada y analizada en los epígrafes anteriores se procedió a través del método de expertos a conformar la propuesta de nuevas medidas de conservación y mejoramiento a implementar en cada uno de los campos de ambas

unidades; para ello se tuvo en cuenta también, que estuvieran en correspondencia con las disposiciones vigentes establecidas en el Artículo 34 del Decreto 179, aprobado por el MINAG en marzo de 1993. (Anexo 5). Según el tipo de unidad estudiada y las condiciones actuales en que se lleva a cabo el proceso productivo agropecuario, las medidas propuestas están en correspondencia con la tendencia actual del desarrollo de una agricultura ecológica y sostenible.

Resultados y Discusión

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Caracterización de la situación actual de la degradación de los suelos en las fincas Eliecer y Vallo.

Suelos

La identificación de los tipos de suelos predominantes, sus principales características y el estado actual de la degradación de los mismos realizada según el Manual para la Cartografía Detallada y Evaluación Integral de los Suelos de Hernández et al. (1995), los criterios de la Segunda Clasificación Genética (IS, 1973) y su correlacionaron con los criterios de la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Hernández et al., 2015), arrojó la existencia en las fincas de dos subtipos de suelo, (Anexo 2).

Por la II Clasificación genética:

- Pardo Grisáceo Típico (XI A) ocupando topografía ondulada, textura loam arenosa y baja fertilidad natural. Como factores limitantes para el desarrollo de los cultivos, destacan la erosión, la profundidad efectiva (37 cm promedio), la pendiente y la fertilidad natural.
- Pardo sin Carbonatos Típico (IX A) predominio del tipo arcilloso 2:1, por ello su fertilidad natural es mediana. El drenaje interno y superficial es bueno. Toda el área está afectada por poca a mediana erosión; la profundidad efectiva para el uso agrícola está limitada a 37 – 53 cm (poco a medianamente profundo). Como factores limitantes destacan, pendiente, profundidad efectiva y erosión.

Por la nueva versión de (Hernández et al., 2015) se clasifican como Pardo Grisáceo (PG) y Pardo mullido y húmico (P).

Coincidiendo con el estudio realizado por (Soto, 2014) los factores limitantes para el uso agrícola presentes en los suelos de las dos fincas, por los criterios de evaluación establecidos por Hernández et al. (1995) son la profundidad efectiva (áreas con menos de 37 cm), pendiente ligeramente ondulada y ondulada, poca o mediana erosión y fertilidad natural baja a mediana en la finca Vallo. El comportamiento de los mismos no es homogéneo en el área, hay campos que están más afectados que otros por el grado

o intensidad en que se presenta la afectación, pero todos ellos de no manejarse adecuadamente con incidencia negativa en el rendimiento de los cultivos de interés agrícolas que están establecidos en la unidad productiva.

En la siguiente tabla se detalla por campos en cada finca el uso actual al momento de efectuarse la caracterización y la afectación en hectáreas por cada uno de los factores limitantes para el rendimiento agrícola estudiados.

Tabla III. Distribución, uso y factores limitantes por campos

Finca	Campos	Uso actual	Área ha		Factores limitantes
			Agrícola	Uso	
Vallo	17	Calabaza		3,0	Erosión, pendiente
	18	Maíz		3,0	Fertilidad natural
	19	Barbecho		0,8	Profundidad efectiva
	22	Yuca		3,0	Erosión, pendiente
	23	Boniato		1,4	Fertilidad natural
	24	Piña		4,1	
Sub. total			**18.3**	**15,3**	
Eliecer	9	Yuca		2,5	Erosión, pendiente
	10	Fruta bomba, calabaza		2,3	
	11	Fríjol		1,9	
	12	Yuca		3,5	
	13	Barbecho		1,5	Erosión, pendiente
	14	Calabaza		2,5	Profundidad efectiva
	15	Boniato		3,1	
Sub. Total			**20,8**	**17,3**	
Total			**39,1**	**32,6**	

En ambas fincas se observó que no se ha realizado un aprovechamiento óptimo de la superficie agrícola, en Vallo del total de área agrícola (18,3 ha) solo se encontraba en explotación el 83 %, mientras que en Eliecer de 20,8 ha agrícolas, se explotaban 17,3 para un 83,17 %. Situación que como se aprecia veremos más adelante ha sido influenciada fundamentalmente por el déficit de fuerza laboral existente en ambas unidades, lo cual trajo como consecuencia el incumplimiento de la secuencia de sucesión de los cultivos planificada, identificándose por los informantes clave como uno de los principales problemas, así como, su incidencia negativa en la gestión económico - productiva.

Con relación a los factores limitantes para el uso agrícola, se apreció la ocurrencia en el 61 % de las áreas de la finca Vallo la incidencia de procesos erosivos en mayor o menor medida; erosión en el 33 por ciento de los suelos, en el 24% de la superficie agrícola baja fertilidad natural y profundidad efectiva afectando el 4.4 % del área de producción. Mientras que en la finca Eliecer se apreció situación menos desfavorable ya que la erosión y la pendiente afectan el 19.2 % de los suelos respectivamente, mientras que profundidad efectiva lo hace en 12 % de la superficie.

Esta afectación por procesos erosivos se relaciona como primera causa con las condiciones de pendiente ligeramente ondulada a ondulada, observándose que en la medida que incrementaba la misma, se acentuó la pérdida de suelo, sumándose a esto los problemas asociados al empleo de malas prácticas agrícolas; condiciones con marcada influencia en la profundidad efectiva, la cual disminuyó como promedio total de ambas áreas 6.2 cm en comparación con el estudio de suelos realizado en la zona en 1989.

Otro factor limitante con incidencia negativa en los resultados productivos de la finca Vallo lo constituyó la baja fertilidad natural, característica del tipo de suelo Pardos Grisáceo, pero que se ha acentuado como resultado del empleo de malas prácticas agrícolas como no mantenimiento a las medidas de conservación ejecutadas (barreras vivas), sobre explotación y no rotación de cultivos, reforzado ello por la ocurrencia de fenómenos meteorológicos en la provincia de Cienfuegos como ciclones tropicales, lluvias intensas asociadas a estos y la sequía recurrente que afecta al país desde hace varias décadas; así como el efecto del cambio climático que ha traído por consecuencias variación en el comportamiento de las variables meteorológicas: temperatura ambiente, precipitaciones y radiación solar (Anexo 4).

Como muestra la imagen, en la finca Vallo se apreció la formación de una cárcava por no aplicarse oportunamente acciones para el mantenimiento de las medidas de conservación ejecutadas, lo que favoreció que continuara perdiéndose suelo y con ello nutrientes, conllevando a que se aprecien en la finca condiciones de baja fertilidad que inciden de forma negativa tanto en la nutrición de suelos como en los resultados productivos, además de disminuir la profundidad efectiva del suelo en esta zona, a

diferencia de la finca Eliecer, donde si se realizaron las correspondientes labores de mantenimiento de forma oportuna (Figuras 1 y 2).

Figura 1. Formación cárcava, finca Vallo

Figura 2. Medidas con mantenimiento, finca Eliecer

Evaluación de la erosión

El anexo 6 muestra la efectividad de las medidas de mejoramiento y conservación aplicadas en ambas fincas con el objetivo de disminuir las pérdidas de suelo como consecuencias de la erosión, las mismas posibilitaron la retención de 3,02 $t.ha^{-1}$ en la finca Eliecer y en finca Vallo 4,32 $t.ha^{-1}$ de suelo respectivamente, los mayores valores de arrastre se alcanzaron en Vallo por la presencia de la cárcava formada recientemente por el no mantenimiento oportuno de las medidas establecidas y la incidencia de otras prácticas inadecuadas declaradas anteriormente.

Independientemente de esta situación, se apreció disminución de las pérdidas de suelo, ya que este permanece dentro del campo, retenido por las barreras, influyendo en la evolución positiva de otros índices como el contenido de materia orgánica que incrementa en la finca Vallo en un 8 % y en Eliecer un 11 % del año 2012 al 2015, resultados similares a los del resto de los índices agroquímicos evaluados como se muestra más adelante, poniéndose de manifiesto los beneficios aportados por las medidas realizadas.

Los mayores valores de retención se alcanzaron en los suelos de los campos 17 y 22 de la finca Vallo y el nueve y 13 de la finca Eliecer, que tienen mayor por ciento de pendiente, poniéndose de manifiesto la relación existente entre la erosión y este elemento topográfico; ya que en la medida que aumentó la pendiente, fueron mayores

los arrastre y por ello los volúmenes de suelo acumulado. Hernández et al. (2002) y Arce (2013) reportaron en sus investigaciones resultados que concuerdan con los obtenidos, pero en la presente investigación se aportó criterios para demostrar la influencia positiva del mantenimiento de las áreas con características como estas bajo medidas de conservación de suelos, al incrementarse también los contenidos de nutrientes.

Evaluación de los índices Agroquímicos

En la tabla IV se muestran los resultados de los análisis agroquímicos de pH, fósforo y potasio asimilables realizados durante la investigación, en la misma se hace una diferenciación por finca de estos contenidos, poniéndose de manifiesto el incremento de los índices que fueron evaluados en mayor por ciento en áreas de la finca Eliecer, donde además de efectuarse el mantenimiento a las medidas de conservación, se realizan prácticas menos agresivas al suelo.

Tabla IV. Evaluación de los índices agroquímicos

Fincas	Período evaluado					
	2012	2015	2012	2015	2012	2015
			$mmol^{(+)}.Kg^{-1}$			
	pH		P_2O_5		K_2O	
Vallo	5,2	5,3	2,1	2,3	21,0	21,4
Eliecer	5,3	5,5	2,3	2,6	22,5	23,3

Como se muestra, el pH (concentración de iones Hidrógeno) en cloruro de potasio (Kcl), incrementó en 1,9 % (finca Vallo) y 3,0 % en la finca Eliecer en el período de evaluación, con valores medios que se encuentran dentro del rango de clasificación empleado para estos tipos de suelo, con tendencia de acercarse al valor máximo (5,5) característico de de los mismo, se calificó como medianamente acido (Hernández et al., 1995); este valor favorece el establecimiento de la generalidad de los cultivos de interés agrícola en ellos, por lo que no se consideró como un factor limitante del uso agrícola.

Con la revisión documental (resultados agroquímicos existentes en la UBPC) se constató que antes de establecerse las medidas recomendadas, estos valores estaban por debajo de lo característico del tipo de suelo, evaluándose como ácido; evidenciando

la tendencia hacia la acidificación del suelo, resultados que coinciden con los reportados por FAO (2007), el incremento de este puede inferirse como una influencia beneficiosa del mantenimiento de las áreas bajo medidas de mejoramiento y conservación de suelos y la aplicación de tecnologías o técnicas no degradantes.

Los contenidos de fosforo y potasio asimilable, estuvieron en correspondencia con el obtenido en la determinación del por ciento de materia orgánica, ambos elementos aunque evidenciaron incrementos discretos con el tiempo, acercándose a los valores característicos del tipo de suelo, se mantienen en el rango de evaluación Bajo.

La figura 3 ilustra el comportamiento de la materia orgánica, se apreció tendencia al incremento de su contenido con el tiempo al incrementar en el período evaluado en la finca Vallo un 27 % y 36 % en Eliecer, independientemente de que en la primera de ellas se mantenga en el rango calificado como bajo (menor 3,0%), mientras que en la otra unidad productiva a partir del año 2014 se ubica en el rango que evalúa como mediano (3,1 – 5,0%) según los criterios de Hernández et al. (1995).

Este comportamiento, coincide con lo expresado por Ponce y Balmaceda (2009), sobre la importancia del incremento del contenido de este indicador por la importancia que tiene en la resistencia de los suelos a la erosión, al ser elemento favorecedor de la composición química, física y biológica de los mismos; además del importante pa 35 que juega en la retención de la humedad, el mantenimiento de la estabilidad estructural y la disminución de la compactación. Estos resultados son coincidentes con los obtenidos por Arce (2013) en condiciones similares de un suelo dedicado a los cultivos varios y bajo medidas de mejoramiento y conservación en áreas de la UBPC “Limones”.

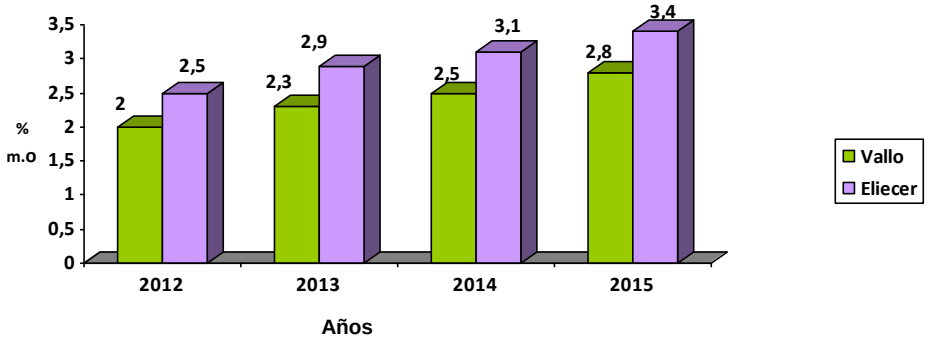

Figura 3. Comportamiento del contenido de materia orgánica

Evaluación de tierras

En la siguiente tabla se refleja la categoría agro productiva que corresponde a cada campo en dependencia del grado de afectación de los factores limitantes observados en cada uno de ellos y al ser evaluados con el Agro 24, Versión 4,0 (Mesa et al. 1993) durante el proceso de evaluación de tierras con fines agrícolas.

Tabla V. Resultados de la evaluación de tierras por campos

Finca	Campos	Categoría Agro productiva / cultivos									
		Bo	**Yu**	**Mz**	**Ca**	**Fj**	**Pñ**	**Fb**	**Pt**	**To**	**Gy**
Vallo	17, 18, 19	II	III	II	II	II	II	III	IV	II	III
	22, 23, 24	I	I	I	I	I	I	II	II	I	II
Eliecer	9, 10, 11, 12	I	I	I	I	I	III	II	II	I	II
	13, 14, 15, 16	II	III	II	II	II	II	III	IV	II	III

Leyenda: Bo- boniato Yu- yuca Mz- maíz Ca- calabaza Fj- frijol Pñ- piña Fb- fruta bomba Pt- plátano To- tomate Gy- guayaba

El uso de los suelos en cada campo se corresponde con los factores limitantes presentes en los mismos y que influyen de forma negativa en la clasificación agro productiva que se les otorgó, donde se pudo apreciar que a pesar de los factores limitantes identificados se evaluaron los campos 22, 23, 24 de la finca Vallo y nueve, 10, 11 y 12 de la finca Eliecer en los rangos correspondientes a las categorías I y II, lo que conlleva a inferir que en estos es posible la obtención de mejores rendimientos en los cultivos analizados, siempre que se apliquen en su establecimiento labores agrotécnicas que contribuyan a su adecuado manejo.

Lo planteado anteriormente en función de los resultados obtenidos permitió corroborar los criterios establecidos por el Instituto de Suelos (1989) en relación al empleo de los estudios de evaluación de tierras para determinar su uso agrícola y contribuir a la planeación agrícola sobre bases científicas.

Comportamiento de los rendimientos

La tendencia del rendimiento de los cultivos calabaza (*Cucúrbita moschata, Duch.*) y frijol (Phaseolus vulgaris L.) es de incrementar, acercándose al Rendimiento Mínimo Potencial (RMP) característico del cultivo para estos suelos, en dependencia de los factores limitantes presentes; se constató mediante los registros contables de las unidades como valores mínimos en 2012 (inicio de implementación de las medidas) de 1,30 t. ha^{-1} , incrementaron a un máximo de 1,92 t. ha^{-1} en 2015 para el caso del frijol, mientras que en la calabaza de 8,58 t. ha^{-1} en el año 2012, se incrementó a 12,98 t. ha^{-1} en el 2015.

Situación similar se apreció en el comportamiento de los cultivos maíz (Zea mays L.) Y boniato (*Ipomoea batatas L*.), ambos con incrementos sostenidos, con tendencia al acercamiento a los RMP característicos del suelo. Resultados similares a los obtenidos por Villavicencio (2015) en la finca "Naranjito" de la UBPC Limones. (Figura 4).

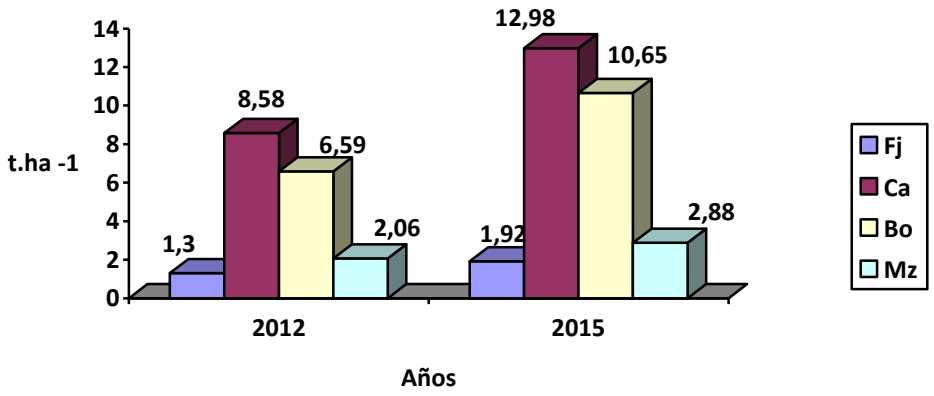

Figura 4. Rendimientos de los cultivos analizados.

Leyenda: Frijol (Fj), Calabaza (Ca), Boniato (Bo), Maíz (Mz).

Condiciones climáticas

El clima en la zona objeto de estudio es tropical, poco húmedo, caliente y lluvioso, en los meses de noviembre a abril. Se torna seco y húmedo de mayo a octubre con la temperatura media anual de 23 – 24 ^{o}C, en el período seco de 21 - 24 ^{o}C y las precipitaciones anuales fluctúan entre 1 100 y 1 200 mm (Estación Meteorológica de

Cienfuegos, 2012-2015). Estas condiciones del clima han obligado a los productores a hacer cambios en la manera de trabajar para poder adecuar las producciones a las exigencias climáticas actuales y en el caso de estudio, sembrar cultivos tolerantes a la sequía, aprovechar el período lluvioso del año con las tierras listas para la siembra y tener en cuenta las condiciones actuales de sus campos. (Anexo 4).

En tablas que aparecen seguidamente se muestra por fincas la composición de la fuerza laboral y la cantidad de instrumentos de trabajo en el periodo en que fue realizada la investigación.

Tabla VI. Composición de la fuerza laboral por fincas

Composición	Finca Vallo	Finca Eliecer
Total	**5**	**4**
Hombres	3	3
Mujeres	2	1
Dirigentes	1	1
Servicio	-	-
Obreros	4	3

Tabla VII. Equipos e instrumentos de trabajo en cada unidad productiva

Tipo instrumento	Finca	
	Vallo	Eliecer
Sistema de Riego	0	0
Yuntas de Buey	1	1
Arados	1	1
Guatacas	3	3
Otros	2	2

Como refleja la primera de ellas, la fuerza de trabajo en ambas unidades era insuficiente, en los índices normativos del Ministerio de la Agricultura para áreas dedicadas a los cultivos varios no mecanizadas se establece que se requiere de hasta siete (7) obreros para la atención de 13,42 hectáreas y en la finca Vallo se contaba con cinco (5) y cuatro (4) en Eliecer para atender 18,25 y 20,80 hectáreas respectivamente; además el promedio de edad del colectivo laboral supera los 40 años, evidenciando el

progresivo envejecimiento de la fuerza laboral activa, situación que puede agravarse porque en este territorio existen sectores u otras entidades dentro del MINAG que ofrecen mayor atractivo para el empleo de fuerza laboral, sobre todo los jóvenes.

Por otra parte existe carencia de equipos e implementos agrícolas para la realización de las labores de atención cultural a los cultivos; la mayor dificultad fue la ausencia de sistemas de riego, lo que no posibilita el aprovechamiento de una fuente de abasto cercana a las aéreas de cultivo de estas unidades, que de resolverse dicha situación permitiría el establecimiento de cultivos más exigentes a condiciones de regadío o adaptables en estas condiciones a mayor período de tiempo durante el año, incrementándose así las posibilidades de rotaciones de mayor número de cultivos.

Identificación de los problemas aun existentes

Como resultado de la entrevista, las observaciones realizadas en el terreno, la revisión de documentos que existen en la UBPC y el análisis de la información recopilada, se identificaron como problemas con mayor incidencia después de ser sometido a la consulta de expertos:

Problema 1: Degradación de los Suelo
Problema 2: Desaprovechamiento del área
Problema 3: No mantenimiento de las barreras vivas
Problema 4: Ausencia del riego
Problema 5: Insuficiente fuerza de trabajo por área
Problema 6: Resultados económicos-financieros negativos
Problema 7: Limitada disponibilidad de equipos e implementos agrícolas
Problema 8: Bajo aprovechamiento de residuos orgánicos y abonos verdes
Problema 9: Rotaciones de cultivo poco eficientes

Los resultados del procesamiento de los mismos cuando se aplicó la Matriz de Vester se muestran seguidamente en (tabla VIII y figura 5).

Tabla VIII. Evaluación de los problemas identificados

Acción de Problemas	Sobre									Total
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	
1	-	0	0	0	2	3	2	0	0	**7**
2	2	-	0	0	2	2	0	0	0	**6**
3	3	0	-	0	1	3	0	2	0	**9**
4	1	2	0	-	2	2	0	0	2	**9**
5	3	3	2	0	-	3	2	0	0	**13**
6	1	1	0	2	1	-	1	1	0	**7**
7	2	2	1	0	0	2	-	0	0	**7**
8	3	1	1	1	0	1	0	-	0	**7**
9	2	3	0	0	0	1	0	1	-	**7**
Total	**17**	**12**	**5**	**3**	**8**	**17**	**5**	**4**	**2**	**73**

Evaluación de la magnitud del impacto: 3 (Alto), 2 (Medio), 1 (Bajo), 0 (Nulo).

Al ubicarse en el cuadrante que les correspondió (figura 4), según la evaluación otorgada por los expertos consultados, resultaron como problemas críticos:

- **degradación del suelo y resultados económicos-financieros negativos**

No mantenimiento de las barreras vivas, ausencia del riego, insuficiente fuerza de trabajo por área, limitada disponibilidad de equipos e implementos agrícolas, Bajo aprovechamiento de residuos orgánicos y abonos verdes y Rotaciones de cultivo poco eficientes mostraron comportamiento activo, mientras que desaprovechamiento del área mostró comportamiento pasivo.

Los resultados de su manifestación corroboran lo planteado por Urquiza et al (2011) al establecer que… “deberán tenerse en cuenta acciones interconectadas, complementarias y armonizadas a ejecutarse en el corto, mediano y largo plazo...” o sea que la atención que debe prestarse a la degradación de suelos va más allá de la manifestación de las característica o propiedades de este, existen problemas que en un momento determinado o ante una situación particular pueden comenzar a tener un comportamiento crítico, afectando negativamente afectando tanto a los recursos de la entidad como su gestión económica o productiva.

PROBLEMAS PASIVOS Total pasivo alto y total activo bajo **2**	**PROBLEMAS CRÍTICOS** Total activo y total pasivo altos. **1 6**
PROBLEMAS INDEFERENTES Total activos y total pasivos bajos	**PROBLEMAS ACTIVOS** Total de activos alto y total pasivo bajo. **3 4 5 7 8 9**

Figura 5. Ubicación de los problemas según comportamiento

Los resultados de su manifestación corroboran lo planteado por Urquiza et al (2011) al establecer que… “deberán tenerse en cuenta acciones interconectadas, complementarias y armonizadas a ejecutarse en el corto, mediano y largo plazo...” o sea que la atención que debe prestarse a la degradación de suelos va más allá de la manifestación de las característica o propiedades de este, existen problemas que en un momento determinado o ante una situación particular pueden comenzar a tener un comportamiento crítico, afectando negativamente afectando tanto a los recursos de la entidad como su gestión económica o productiva.

3.2. Evaluación mediante indicadores económicos, sociales y ambientales de los efectos del diseño conservacionista implementado sobre la degradación de suelos en las fincas seleccionadas.

La tabla que se muestra seguidamente muestra la evolución de los 12 indicadores aprobados por el IS para evaluar la influencia de las medidas de mejoramiento y conservación de suelos ejecutadas en áreas de los polígonos demostrativos.

Tabla IX. Comportamiento de los indicadores económicos, productivos, sociales, tecnológicos y ambientales en ambas fincas.

Indicadores	Finca Eliecer			Finca Vallo		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015
1. Económicos						
Costo por peso	0,96	0,81	0,76	0,98	0,83	0,80
2. Productivos	Rendimientos promedio ($t.ha^{-1}$)					
- Frijol	1,45	1,71	1,92	1,43	1,70	1,65
- Calabaza	9,75	11,04	12,98	9,73	11,00	10,81
- Boniato	6,89	8,96	10,65	6,90	8,70	8,58
- Maíz	2,56	2,75	2,88	2,55	2,80	2,62
3. Sociales						
Fuerza de trabajo (total trabajadores)	3	4	4	4	5	5
Ingresos personales promedio (M pesos)	0,623	0,694	0,701	0,620	0,696	0,693
Acciones de contribución a la formación técnica y profesional.	2	4	6	1	4	6
4. Tecnológicos						
Nuevas tecnologías introducidas	3	4	4	3	4	4
Integración con otras entidades	4	4	4	4	4	4
5. Ambientales						
Incremento índice de calidad del Suelo	si	si	si	si	si	no
Uso alternativas orgánicas y biológicas en fertilización	si	si	si	si	si	si
Alternativas en control de plagas	si	si	si	si	si	si
Incremento biodiversidad	si	si	si	si	si	si
Procesamiento de restos de cosecha.	si	si	si	si	si	si

Fuente: elaboración propia a partir de la información recopilada en la UBPC.

Como se aprecia en la misma, todos los indicadores evaluados mostraron evolución positiva en su comportamiento en el tiempo para el caso de la finca Eliecer, mientras que en la finca Vallo, en el último año, o sea el 2015, no evolucionaron positivamente los económicos (costo por peso, rendimientos productivos y los ingresos personales) y en los ambientales (índices de calidad del suelo), los restantes sí, ello influenciado por el no mantenimiento de las acciones de conservación del suelo, por lo que los índices de calidad de este no incrementan, incidiendo negativamente en índices como el rendimiento, directamente relacionado con la gestión económica de la unidad, independientemente de que ambas fueron consideradas como unidades rentables.

La situación anterior influyó además en el aspecto social, en ambas unidades la fuerza de trabajo no incrementó y en Vallo, los ingresos personales promedio del 2015 con

relación al 2014 tampoco lo hacen. A pesar de que incrementaron significativamente en ambas fincas las acciones de formación técnica, esta estuvo dirigida mayormente a personal afín al sector pero que no labora directamente en estas unidades, si no que las mismas se han utilizado como áreas demostrativas para estudiantes de pregrado y productores de otras entidades de la zona.

En lo que respecta a los tecnológicos, continúo la implementación en ambas fincas de las medidas de mejoramiento y conservación como son el establecimiento de barreras vivas, laboreo mínimo con arado criollo y tracción animal, la aplicación de materia orgánica y la rotación de cultivos; así como se mantuvo la integración con otras entidades como son Unidad Científico Tecnológica de base de suelos, Sanidad Vegetal, Subdelegación de Cultivos Varios, Sede Universitaria Municipal y Facultad de Agronomía; acciones todas que incidieron positivamente en un alto por ciento de los resultados que muestra la tabla.

La evaluación de estos índices se realizó en correspondencia con lo sugerido por Altieri et al. (2002) cuando establece que los indicadores que se empleen deben permitir:

a) Analizar la situación actual e identificar los puntos críticos con respecto al desarrollo sostenible

b) Analizar los posibles impactos antes de una intervención

c) Monitorear el impacto de las intervenciones antrópicas; y

d) Ayudar a determinar si el uso del recurso es sostenible.

También se encontró correspondencia con los criterios de Ramírez (2004) al establecer que los indicadores deben ser sensibles a los cambios que sufre el suelo tanto en los procesos de degradación como en los de recuperación y con alta correlación con los procesos del ecosistema; además de ser fáciles de medir en condiciones de campo tanto por productores como por especialistas.

3.3. Propuesta de nuevas medidas de mejoramiento y conservación de suelos a introducir en estas áreas, en función de la problemática identificada.

En la tabla que aparece a continuación de detalla la propuesta de medias a implementar en cada campo para mitigar las afectaciones posibles a ocasionar por lo problemas identificados.

Tabla X. Propuesta de medidas de mejoramiento y conservación a implementar.

Finca	Campos	Área ha	Factores limitantes	Medidas propuestas
Vallo	17 18 19	3,0 3,0 0,8	Erosión, pendiente, fertilidad natural, profundidad efectiva.	- Subsolación - Realizar labores sistemáticas de mantenimiento a las medidas de conservación establecidas. - Actualización del muestreo Agroquímico y fertilizar según resultados de este. - Construcción de un tranque en el área de la cárcava. - Aplicación de M. O como mejorador de suelo con dosis de 10 t.ha^{-1}
	22 23 24	3,0 1,4 4,1	Erosión, pendiente, fertilidad natural.	- Mantenimiento a las barreras vivas establecidas - Actualización del muestreo Agroquímico y fertilizar según resultados de este - Aplicación de M. O como mejorador de suelo con dosis de 10 t.ha^{-1}
Eliecer	9 10 11 12	2,5 2,3 1,9 3,5	Erosión, pendiente	- Mantenimiento a las barreras vivas establecidas - Aplicación de M. O como mejorador de suelo con dosis de 10 t.ha^{-1}
	13 14 15	1,5 2,5 3,1	Erosión, pendiente, profundidad efectiva.	- Subsolación - Mantenimiento a las barreras vivas establecidas - Aplicación de M. O como mejorador de suelo con dosis de 10 t.ha^{-1}.

La actualización por campos de las medidas de mejoramiento y conservación que deben realizarse en para revertir la situación actual, además de estar encaminadas a no mantener áreas ociosas, se encaminan a establecer en las mismas especies que se puedan emplear como abonos verdes para su posterior incorporación, así como, introducir las prácticas de intercalamiento o asociación de cultivos para una mayor cobertura vegetal sobre las áreas cultivables, a la vez que se incremente la diversidad de especies vegetales, lo que también puede lograrse con el establecimiento de árboles frutales en la periferia de los caminos de acceso a las fincas, que servirían también como cortinas rompe viento, contribuyendo a la disminución de los efectos de la erosión eólica.

Por otra parte, estas unidades están en condiciones de aprovechar el financiamiento que otorga el PNMCS y la cercanía de un embalse para montar un centro de procesamiento de residuos orgánicos y así contar con mayores niveles de humus de lombriz y compost para fertilizar sus cultivos y mejorar los suelos, e influir en el mejoramiento ambiental del entorno del sitio productivo.

Conclusiones

CONCLUSIONES

1. Está presente la degradación de los suelos en las fincas estudiadas, evidenciándose con la persistencia del proceso erosivo que repercute sobre los índices químicos m.o, fósforo y potasio, fundamentalmente en la finca Vallo.
2. En la finca Eliecer todos los indicadores evaluados muestran evolución positiva en el tiempo, mientras que en Vallo los resultados de los indicadores costo por peso, rendimientos promedio, ingresos personales e índices de calidad del suelo, disminuyen en el 2015 con respecto al 2014.
3. Se proponen nuevas medidas a ejecutar en función de la problemática identificada, como son ejecución de tranque en la finca Vallo, incrementar la siembra e incorporación de abonos verdes y la asociación de cultivos o intercalamiento en ambas.
4. Las medidas propuestas pueden ser implementadas con los recursos propios existentes en ambas unidades.

Recomendaciones

RECOMENDACIONES

1. La dirección de la UBPC debe establecer el monitoreo semestral del cumplimiento de las medidas de mejoramiento y conservación recomendadas.
2. Evaluar el comportamiento de otros indicadores cuya información pueda ser rescatada como son Alternativas de Control de plagas y Uso de fertilizantes y plaguicidas químicos.
3. Socializar estos resultados dentro del Polígono con el fin de extender la experiencia hacia el resto de las fincas, así como, presentarlos en eventos científico- técnicos y publicar el resumen de la investigación en la Revista AGROECOSISTEMAS.

Bibliografía

BIBLIOGRAFÍA

Aburto, F. (2002). Carta Mundial de los Suelos. Recuperado de http://agronomia.uchile.cl/webcursos/cmd/Felipe%20Aburto/TECNOLOGIA%20DE%20SUELOS_%20Carta%20Mundial%20de%20los%20suelos.htm. (Consultado: 20 de febrero del 2015).

Academia de Ciencias de Cuba. (1973). *Génesis y Clasificación de los suelos de Cuba*. La Habana, Cuba: Edit. CITMA.

Alonso, I., & Carrobello, C. (2002). Una mirada hacia abajo. *Bohemia, 13,* 24-32.

Alfonso, C. & Monedero, M. (2004). Uso, Manejo y Conservación de los suelos. *Agricultura Orgánica; (2),* 28.

Álvarez, R. J. (2000). *Ciencias agrícolas* (Rotación del abono verde canavalia ensiformis con maíz y micorrizas arbusculares en un suelo nitisol ródico éutrico de Cuba.(Tesis de doctorado), Universidad Marta Abreu. Santa Clara, Cuba.

Álvarez, H & Fuentes, M. (2003). Comportamiento de la Sostenibilidad y sus impactos en la Agricultura Cienfueguera. En ACTAF (Ed.), *Programa Resúmenes V Encuentro de Agricultura Orgánica*, 203. La Habana. Cuba: ACTAF.

Anaya et al. (1977) *Manual de Conservación del suelo y del agua*. México: Colegio de Posgraduados.

Arce, D. (2013). *Evaluación de la implementación de un manejo de mejoramiento y conservación de suelos en la finca "Guasimal"*. (Tesis de ingeniería). Universidad Carlos Rafael Rodríguez. Cienfuegos. Cuba.

Astier, M. (2002). Hacia la recuperación de la vida en el suelo. *LEISA: Revista de Agroecología*, *18 (3),* 4-5.

Astier et al, (2002). Derivación de indicadores de calidad de suelo en el contexto de la agricultura sustentable. *Agrociencia*, *(36)*, 605 -620.

Bautista, A., Etchevers, J., del Castillo, R. F., & Gutiérrez, C. (2004). *La calidad del suelo y sus indicadores. Ecosistemas*. Recuperado de *http://www.aeet.org/ecosistemas/revision2.htm*.

Bunch, R. (2008).El manejo del suelo vivo. *LEISA .Revista Agroecológica*, *(35)*, (pp. 5-6).

Bragagnolo, N. (1995). Manual integrado de prácticas conservacionistas. (En), CGP/RLA/JPN. (Ed.), *Documento de campo 10.* (pp. 128) Santiago de Chile: FAO.

Camellón, J. L. (2015). *Degradación del suelo.* Recuperado de: www.escambray.cu/tag.

CITMA. (2002). *Estrategia Nacional de Medio Ambiente*. La Habana, Cuba: CIEN.

CITMA (2011) Experiencias exitosas en la conservación de la Diversidad biológica. *Complemento del IV Reporte Nacional de la República de Cuba a la COP*. Resúmenes de experiencias exitosas de instituciones cubanas, nacionales y territoriales, que trabajan la Conservación y Manejo de la Diversidad Biológica: principales resultados obtenidos y líneas principales de trabajo. Recuperado de http://www.cbd.int/doc/world/cu/cu-nr-04-es.pdf.

Condron, L., & 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.

Cuellar, I. (2003). *Caña de Azúcar Paradigma de Sostenibilidad*. La Habana, Cuba: Instituto de Investigación de la Caña de Azúcar.

Delgado, R. (2006) El manejo del suelo y la agricultura ecológica. *Agricultura Orgánica, 9 (1)*.

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. Recuperado de /Documents and Settings/esc200113.CSD/Escritorio/INTA- Instituto de Suelos Noticias. Htm Año Internacional del Agua Dulce.

Do Prado, L. y Da Veiga, M. (2004). Erosión y pérdida de fertilidad del suelo. Relación entre erosión y pérdida de fertilidad del suelo. Recuperado de *http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url/_file=/docrep/f2351506.htm*.

FAO. (2007). *Erosión eólica y medidas para combatirla en los suelos agrícolas*. Roma, Italia: FAO.

FAO. (2009). *Agricultura orgánica y biodiversidad*. Recuperado de http://www.fao.org/docrep/005/y4137s/y4137s06.htm.

FAO. (2009). *Guía para la descripción de Suelos*. Roma, Italia: FAO.

Febles, J. M. (2006). *La erosión de los suelos*. *Factores que la provocan bajo las condiciones de las cuencas hidrográficas.* Tomo I: Pedología, 356-385.

Fernández, G. (2015). *Son productivos los suelos en Cuba.* Recuperado de *oncubamagazine.com/ciencia/son-productivos-los-suelos-en-cuba/* facebooktwittergoogle +email. 8 mayo, 2015 7.

Font L, Calero B, Muñiz O, Chaveli P, Del Castillo A, Mendoza L, Curbelo R, Montero R. & Valenciano M. (2014). Estimación de la calidad del suelo: criterios físicos, químicos y biológicos. *Agrotecnia de Cuba, (37)*, 13-22.

Funes, M., Hernández, A. Bello, R., & Álvarez, A. (2008). Fertilidad del suelo a largo plazo en sistemas biointensivos. *LEISA .Revista agroecológica, (35)*, 9-11.

Frías, L. (2015). *Degradación de suelos amenaza para el mundo*. Ley No. 81 del Medio Ambiente, *Gaceta oficial de la república de Cuba* La Habana, XCV, *(7)*, p. 47.

García, Y., Wendy Ramírez y Saray Sánchez (2012) Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. *Pastos y Forrajes*, *35 (2),* 138.

Gallopin, G. (2002). Indicadores de desarrollo sostenible: Marco conceptual y metodológico, *Seminario Indicadores de desarrollo Sostenible para la república Argentina.* Recuperado de *http://www. Medioambiente.gv.ar* (Consultado el 18 de febrero de 2003).

Gomero, L., y Vázquez, H. (2004). *Bases conceptuales y programáticas para el manejo ecológico del suelo*. Recuperado de *http://www.cledperu.orq/bae/bae71/b71b.htm*. (Consultado: 15 de noviembre del 2015).

Hernández et al. (1995). Manual para la Cartografía Detallada y Evaluación Integral de los Suelos. La Habana, Cuba: *Instituto de Suelos*, 64.

Hernández et al. (1999). Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. La Habana, Cuba: *Instituto de Suelos*, 62.

Hernández, A. (2005). Curso de Edafología, Universidad de Nayarit, noviembre de 2005.

Hernández, A. et al. (2008). *Conservación del recurso suelo para una agricultura sostenible*. La Habana, Cuba: Academia de Ciencias.

Hernández, A., Marisol Morales Díaz, Yenia Borges Benítez, Dania Vargas Bl Cabrera, J. A., Ascanio, M. O., Ríos Labrada, H., Funes Monzote, F. Bernal Fundora,

A., González Cañizares, P. J. (2014). *Degradación de las propiedades de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados de la "Llanura Roja de La Habana" por el cultivo continuado. Algunos resultados sobre su mejoramiento*. Mayabeque, Cuba: INCA.

Hernández, A. et al. (2015). Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. La Habana, Cuba: *Instituto de Suelos*, 64.

Hernández, E. (2005). *Caracterización de la Sostenibilidad de los Agroecosistemas del municipio Rodas*, *Cienfuegos*. (Tesis de maestría no publicada), Universidad Agraria de la Habana. La Habana, Cuba.

Hernández, C. et al., (2002). *Erosión hídrica en la región Escambray*. Efecto del establecimiento de medidas para su control. Cienfuegos, Cuba: Academia de ciencias.

Huepp, G. (2003). Impacto y Estrategia medio ambiental aplicada en la actividad agropecuaria de la provincia Santiago de Cuba. *Agricultura Orgánica;* 1 (9), 10.

Instituto de Suelos. (1988). *Clasificación Agro Productiva, según un método Inductivo Cuantitativo (Material Mecanografiado)*. La Habana, Cuba: MINAG, 22.

Instituto de Suelos. (2001). *Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos*. Ciudad de La Habana, Cuba: AGRINFOR, 25.

Instituto de Suelos. (2004). *Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelo*. La Habana, Cuba: AGRINFOR, 20.

Instituto de Suelos. (2010). *Instrucciones Metodológicas para el trabajo de Suelos en los Polígonos Demostrativos*. La Habana, Cuba: *Instituto de Suelos*, 35.

Lal, R. (2000). Soil management in the developing countries. *Soil Science*, *57*-72.

Leff, E. (2000). *Saber ambiental, siglo XXI.* México: Prentice-Hall.

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.

Mesa et al. (1992). *Características Edafológicas de Cuba según el mapa a escala 1: 50 000.* La Habana, Cuba: Científico – Técnica.

Mesa et al. (1993). Manual para la explotación del Sftware Agro-24 Versión 4.0 (Material mecanografiado). La Habana, Cuba: Instituto de Suelos.

MINAG. (1982). Manual de Interpretación de los Suelos. La Habana, Cuba: *Científico – Técnica*, 136.

MINAG (1994). *Decreto 179 "Protección, Uso y conservación de Suelos y Contravenciones*. La Habana, Cuba: Instituto de Suelos.

Mogollón, J., García, J., Miragaya, L., Sánchez, L., Cachón, M. & 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 & 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. Recuperado de: http://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/suplemento_2004/Montilla%20de%20Bravo%20et%20al.pdf. (Consultado: 18 de Septiembre del 2009).

Muñiz, O. (2014). *-**degradación-de-los-suelos**-**cubanos**-afecta-producto.* Recuperado de: www.acn.cu/.../3828*.*

Muñiz, O. (2015). P*or-revertir-la-degradación-de-los-suelos-en-cuba.* Recuperado de: www.granma.cu/**cuba**/.../*.*

Nodarse, N. (2006). Medio Ambiente y Educación Ambiental. En Delgado Díaz, C. J. (Ed.), Bioética y Medio Ambiente. (pp. 153 -155) Ciudad de La Habana, Cuba: Félix Varela.

Orellana, R. (2001) La conservación del suelo. Requisito fundamental para mantener la diversidad de plantas cultivadas. *Agricultura Orgánica* 7 *(1)*.

Palm, C.; Swift, M. & Barrios, I. (2001). Un enfoque integrado para el manejo biológico de los suelos. En INCA (Ed) *XV Congreso Latinoamericano y V Cubano de la Ciencia del Suelo*. La Habana, Cuba: INCA.

Ponce de León, D & Balmaceda, C. (2009). Evaluación de tierras con fines agrícolas. La Habana, Cuba: Científico -Técnica.

Pulleman, M., Hellin, J., Flores, V. D. & López, W. (2008). Calidad del Suelo y rentabilidad de una finca: una situación que todos ganan. *LEISA .Revista agroecológica. (35*), 13-16.

Quiroga, R. (2002). Indicadores de Sustentabilidad. Experiencia mundial y desafíos para América Latina, *Seminario Indicadores de desarrollo Sostenible*

república Argentina. Recuperado de *http://www. Medioambiente.gv.ar* (Consultado el 18 de febrero de 2003).

Ramírez, M. (2004). Indicadores de estado: factores biológicos que limitan la calidad agrícola de los suelos. (Ed.), *Primer Taller Nacional sobre indicadores de calidad de suelo*. Palmira, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Riverol, M. (2007). Informe Instituto Nacional de Suelo. La Habana, Cuba.

Rodríguez, G. (2013) Carta dirigida a los trabajadores del sistema de la agricultura. La Habana, Cuba: *Instituto de Suelos*, 2.

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, Cuba.

Soto, Y. (2014*). Evaluación de indicadores para el Manejo Sostenible de Tierras (MST) en la finca Vallo del municipio Cumanayagua*. (Tesis de ingeniería). Universidad Carlos R. Rodríguez. Cienfuegos, Cuba.

Suárez de Castro, F. (1980). *Conservación del suelo*. La Habana, Cuba: Instituto del libro.

Stella, M. (2009). *Efecto de la siembra directa sobre la macrofauna del suelo*. Recuperado 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.* Recuperado de http:/www.jrebelde.cubaweb.cu/secciones/en-red/marzo13-2005/el suelo.htm.

Tandrón, I. et al. (2005). *Relaciones entre propiedades físicas y químicas en suelos ferralíticos rojos de montaña bajo condiciones de experimento de abonos orgánicos y minerales naturales*. Recuperado de http://biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/ciencia/315.pdf. (Consultado: 20 de Agosto del 2009).

Treto, et al. (2001). *Avances en el Manejo de los Suelos y la Nutrición Orgánica*. La Habana, Cuba: ACTAF.

Urquiza, N. et al. (2002) *Compendio Manejo Sostenible de los Suelos*. Recuperado de http:/www.medioambiente.cu/deselac/downloads/Compendio%20Manejo%20 Sostenible%20de%20suelos.pdf.

Urquiza, N. (2005) *Agroproductividad de los Suelos.* Recuperado de ttp://www.google.com/search?q=cache:cg1pNj5ShicJ:www.medioambiente.cu/deselac/downloads/Compendio%2520Manejo%2520Sostenible%2520de%2520suelos.pdf.

Urquiza, N. et al., (2011). *Manejo sostenible de los suelos*. Recuperado de http://www.medioambiente cu deselac/downloads/compendio.

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

Vallejo, V. (2012). *Efecto del establecimiento de sistemas silvopastoriles sobre la comunidad microbiana edáfica (total y de bacterias oxidadoras de amonio) en la Reserva Natural: El Hatico-Valle. (*Tesis doctoral). Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Vallejo, V. (2013). Iimportancia y utilidad de la evaluación de la calidad de suelos mediante el componente microbiano: experiencias en sistemas silvopastoriles. *Colombia Forestal*. *16 (1),* 83 – 99.

Van Der Heijden (1999). The art of strategic conversation. Scenarios: New York, Estados Unidos: John Wiley and Sons.

Villavicencio, E. (2015). *Evaluación de la aplicación de medidas de mejoramiento y conservación de suelos en la finca "Naranjito" del municipio Cienfuegos*. (Tesis de ingeniería no publicada), Universidad Carlos R. Rodríguez, Cienfuegos, Cuba.

Zaffaroni, E. & J. Etchevers. (2000). *Evaluación de sustentabilidad en el uso del suelo, una propuesta metodológica,* Memorias del 30^0 Congreso nacional de las Ciencias del Suelo. Veracrus, México.

Anexos

Anexo 1. Mapa ubicación de las fincas de la UBPC

PROVINCIA CIENFUEGOS
UBPC VICTORIANO BRITO

Anexo 2. Mapa de Suelos y campificación

PROVINCIA CIENFUEGOS
UBPC VICTORIANO BRITO

Anexo 3. 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

- Coordinar una reunión con los miembros de la comunidad previamente seleccionados.

- Identificar el lugar adecuado para realizarla, como puede ser una de las oficinas de UBPC o el aula de capacitación existente en ella.

- Introducir a los participantes y explicar los objetivos de la reunión.

- 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 UBPC? MAPA
2. ¿Cuáles son, y dónde están, los tipos de usos de tierra (TUTs) más importantes, la vegetación (bosques, tierras de pastoreo) y los recursos hídricos (ríos, napas subterráneas, humedad en el suelo, etc.)?
3. ¿Cuáles son los principales tipos de usos que se le da a la tierra (TUTs)?

4. ¿Conoce los recursos de importancia para los medios de subsistencia y la producción de la comunidad?

5. ¿Son suficientes los obreros con que cuenta la unidad para realizar la actividades agrícolas?

6. ¿Es suficiente el equipamiento e implementos agrícolas para la realización de las labores agropecuarias?

7. ¿Cuáles son, y dónde están, las principales áreas con degradación de tierras (DT)? ¿Cuáles son las causas principales de esta DT?

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:

- Tipo de labranza, dirección y profundidad.
- Tracción: humana, animal, tractor (cantidad y estado).
- Labranza mínima o cero (y por cuantos años/temporadas).
- Cultivos: tipo, crecimiento, cosechas (mayores o menores a las expectativas).
- Uso de fertilizantes (y su efecto).
- Precipitaciones (recientes e históricas).
- ¿Se utilizan otras fuentes de agua aparte de la lluvia (ríos, arroyos, etc.)?
- ¿Existen problemas de disponibilidad de agua, inundaciones, calidad del agua?
- ¿Se presentan dificultades de acceso al agua?

Composición de la unidad familiar y base de recursos

- 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

- ¿Cuál es el nivel educativo de los miembros residentes y no residentes?
- ¿Qué habilidades, capacidades, conocimientos y experiencia tienen los diversos miembros?

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

Capital natural

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

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

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

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

Capital físico

- ¿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?

- ¿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.)?

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

Capital financiero

- ¿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)?

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

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

Capital social

- ¿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)?

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

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

Contexto de vulnerabilidad

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

- ¿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?

- ¿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?

- ¿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

- ¿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?

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

- ¿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)?

- ¿Qué leyes y regulaciones los afectan?

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

- ¿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.

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

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

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

Si ocurre DT y ha sido reconocida:

- ¿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.

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

- ¿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.

Anexo 4. Comportamiento climático municipio Cumanayagua

Años	**Conceptos**		
	Promedio Lluvia (mm)	**Temperatura media ^{0}c**	**Humedad relativa %**

2015	1200	24,0	87
2014	1185	24,2	85
2013	1459	25,4	86
2012	1364	25,0	87
2011	1400	24,7	86
2010	1410	25,5	84

Fuente: Datos climáticos de la provincia de Cienfuegos (ISMET, 2015)

Anexo 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.

Prácticas Mecánicas

1. Canales de Desviación.
2. Terrazas de absorción.
3. Terraza de desagüe.
4. Acequias de laderas.

5. Cobertura con residuos vegetales.
6. Plantas de coberturas.
7. Laboreo mínimo.

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 en el mismo sentido que la curva de nivel.
5. Realizar la preparación de suelo si 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 6. Evaluación del control de la erosión

Método de transeptos propuesto por (Hernández, 2008) y (Urquiza y col. 2011). En el procedimiento se tiene en cuenta el volumen de suelo depositado en m^3, la densidad aparente en $t.m^3$ y el área protegida del campo en ha. La cantidad de suelo retenido se obtiene al realizar el siguiente cálculo:

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

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

V- volumen del suelo depositado en la parte superior de la medida permanente en 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 fórmula:

V = l . a . h

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

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

Finca Eliecer

$$PS = \frac{524\ 160\ (m^3) * 1.2\ (t.\ m^3)}{208\ ha} = \mathbf{3,02\ t.h^{-1}}$$ **Vs= 200x104x2,52 = 524 160** m^3

Finca Vallo

$$PS = \frac{490\ 440\ (m^3) * 1.6\ (t.\ m^3)}{183\ ha} = \mathbf{4,29\ t.h^{-1}}$$ **Vs= 100x183x2,68 = 490 440** m^3

Anexo 7. 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 de 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, ya que no poseen sistemas de riego.