



En opción al Título de Ingeniero Agrónomo



Título: Diseño de un programa de Conservación y Mejoramiento de Suelos para la CCS "Manuel Ascunse Domenech" del municipio Cienfuegos.

Autora: Téc. Suleidy Macia Peña

Tutor: MSc. Mario Fuentes Galalrdo

Cienfuegos 18 de Junio de2012

Índice

Contenido	Pág.
Introducción.....	1
Capítulo 1. Revisión Bibliográfica.....	5
1.1 El suelo como recurso natural.....	5
1.2 Principales características físicas y químicas de los suelos.....	6
1.3 Factores limitantes de la productividad de los suelos.....	7
1.4 Clasificación agroproductiva de los suelos.....	9
1.5 Sistema de medidas de Conservación y Mejoramiento de suelos.....	11
1.6 Degradación de los suelos y su manejo Agro Ecológico.....	18
1.7 Problemas Ambientales.....	22
Capítulo 2. Materiales y Métodos.....	25
2.1 Contexto de la Investigación.....	25
2.2 Métodos de la Investigación Científica Utilizadas.....	26
2.3 Etapas de la Investigación.....	28
2.4 Metodología aplicada.....	28
2.5 Selección de las medidas de Conservación y Mejoramiento.....	34
Capítulo 3. Resultados y Discusión.....	35
3.1 Caracterización de la CCS.....	35
3.2 Conversión de la II clasificación Genética a la nueva versión de clasificación de los suelos.....	37
3.3 Diagnóstico de los factores limitantes del rendimiento.....	38
3.4 Comportamiento de los índices físicos y químicos.....	43
3.5 Clasificación Agroproductiva de las parcelas.....	48
3.6 Medidas de Conservación y Mejoramiento de Suelos.....	54
Conclusiones.....	57
Recomendaciones.....	58
Bibliografía	59
Anexos	

Resumen

Con el objetivo de diseñar una propuesta de manejo y conservación de suelos con el empleo de técnicas agroecológicas en función de las características de la CCS; se actualiza el comportamiento de los factores limitantes del rendimiento agrícola con mayor incidencia y se realiza la clasificación agro productiva de los suelos, recomendando las medidas de conservación y mejoramiento en función de su manejo; la investigación se desarrolla entre los meses de noviembre del 2011 a mayo de 2012 en áreas de frutales y cultivos varios de la CCS “Manuel Ascunce Domenech”, ubicada en la zona de “Lagunillas” del municipio Cienfuegos. Se aplican diferentes métodos analíticos de laboratorio, lo que permitió diagnosticar los factores limitantes con mayor incidencia. En el análisis estadístico de los resultados fue utilizado el paquete SSPS (se evalúan los estadígrafos Coeficiente de Variación y Desviación Estandar). El trabajo arriba a las conclusiones que entre las parcelas hay diferencias significativamente en las características físicas y químicas y que para los cultivos estudiados las que mostraron mejor comportamiento agroproductivo fueron: seis a diez, con categoría I y II. Teniendo en cuenta la problemática existente en cada una de estas parcelas, se realiza el diseño del manejo de la conservación y mejoramiento de los suelos en la CCS para lograr mejores resultados productivos y contribuir a contrarrestar los efectos de los procesos degradativos.

Palabras claves: agroecológicas, agroproductiva, conservación, diagnosticar, limitantes, manejo, suelos.

Introducción

El suelo, es uno de los recursos naturales más importantes con que cuenta la humanidad y está considerado como uno de los elementos del ambiente más afectado por el uso y manejo deficiente, 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.

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

“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 riego ineficientes. 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, nos han llevado a esta situación”. (Tamayo, 2005).

Considerando lo ya analizado, es significativo tener en cuenta lo expuesto por este autor: “El suelo muere lentamente; siglos de aplicación de prácticas no amigables con la tierra y de tecnologías agresivas de laboreo, obligan a los cubanos de hoy a mitigar, detener y empezar a recuperar nuestra degradada superficie agrícola”.

“La sostenibilidad de la agricultura es una necesidad del mundo contemporáneo y se ha convertido en una de las premisas para el bienestar de amplios sectores de la población en países en desarrollo”. (Reiche, 1998; Altieri, 2001).

Al decir de Altieri (2001), “El concepto de agricultura sustentable es una respuesta relativamente reciente a la declinación en la calidad de la base de los recursos naturales asociada a la agricultura moderna. El concepto de sustentabilidad a dado lugar a mucha discusión y ha promovido la necesidad de proponer ajustes mayores en la agricultura convencional para hacerla ambiental, social y económicamente más viable y compatible”.

Con el objetivo de aplicar conceptos sustentados sobre bases científicas respecto al uso y manejo del suelo en Cuba, se crea en 1965 el Instituto de Suelos (INS) del MINAGRI, permitiendo generalizar un conjunto de medidas de conservación y mejoramiento del mismo, aplicable a condiciones locales como las presentes en la unidad de producción objeto de estudio.

Tamayo (2005) expresa “Los recursos naturales en la región se encuentran sometidos a una presión y un aprovechamiento cada vez mas intensivo. Es una consecuencia de la explotación irracional por intereses mercantilistas, la fragilidad de los suelos, el alto crecimiento demográfico y las necesidades básicas, la escasez de recursos de los agricultores y el limitado apoyo institucional. Tampoco se puede olvidar que es a partir de las últimas décadas que la humanidad ha tomado conciencia del problema y Cuba por suerte posee las herramientas y la voluntad política para contrarrestar esta tendencia. Nuestra política para mitigar la degradación, detenerla y luego recuperar él recursos se sustenta en el Programa Nacional de Conservación y Mejoramiento de Suelos”.

El Programa de Conservación y Mejoramiento de Suelos es de carácter nacional, engloba a toda la actividad de preservación, recuperación, rehabilitación y mejoramiento de este recurso del país mediante el uso de tecnologías sostenibles. En la agricultura cubana se han llevado a la práctica generalizada numerosas medidas integrales 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”.

La provincia de Cienfuegos dispone de las capacidades y condiciones creadas para incrementar la utilización de las bondades que brinda este programa para así contribuir al incremento de la productividad, conservando y mejorando los recursos naturales suelo, agua y bosques, disminuyendo las emisiones contaminantes hacia el medio que se originan en los procesos productivos agropecuarios.

En las condiciones locales de la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) “Manuel Ascunce” se ha aplicado de forma parcial los criterios antes expuestos, pero no siempre se hace utilización de los suelos en función de su aptitud, ni se acciona adecuadamente sobre los factores limitantes del rendimiento agrícola presentes en los mismos; siendo necesario particularizar el sistema de manejo en cada parcela de la unidad en función del comportamiento de las características físicas y químicas del suelo.

La investigación se realiza en la CCS “Manuel Ascunce” de la localidad de Lagunillas, áreas que anteriormente pertenecían a la empresa de Cultivos Varios del MINAG en el municipio Cienfuegos y que aun hoy, bajo esta nueva estructura, tienen papel importante en garantizar el Programa Alimentario del territorio, lo que no será posible en las actuales condiciones de suelo presente en la misma, dado su deterioro por intensa explotación con un mal uso y manejo.

Con la misma se contribuye a proporcionar una propuesta a corto plazo para el manejo sostenible de la tierra a través del desarrollo de capacidades a nivel del sistema productivo, y además, para lograr la transversalización de esfuerzos en el sector agropecuario territorial que compartan la responsabilidad de un manejo sostenible de este recurso.

Se proporcionarán las medidas necesarias a implementar para contrarrestar los efectos de la degradación de los recursos naturales de la unidad productiva, así como, para la toma de conciencia que garantice un cambio de mentalidad y accionar, logrando un incremento en el uso racional y eficiente de los mismos.

La meta a largo plazo es contribuir a promover la adopción de iniciativas de manejo sostenible de la tierra en la comunidad, que contribuyan a incrementar la salud,

estabilidad, integridad, funciones y servicios del ecosistema, mientras se mejoran al mismo tiempo los medios de vida sostenible.

El diagnóstico realizado en la unidad productiva arrojó varios problemas en relación con el recurso suelos, determinándose como problema fundamental:

Problema:

Intensa degradación de los suelos provocado por factores naturales y antrópicos con incidencia negativa en los rendimientos de los cultivos y el incremento de la carga contaminante en la CCS.

Hipótesis:

Si a partir de la identificación de los problemas degradativos se diseña y aplica un programa de conservación y mejoramiento de los suelos sobre bases agroecológicas, se contribuirá a su protección, el incremento de los rendimientos agrícolas y a la disminución de la carga contaminante generada en la CCS.

Objetivo General

Diseñar un programa de conservación y mejoramiento de suelos con enfoque Agroecológico que posibilite la protección de este recurso e incida en el incremento de los rendimientos y la disminución de la contaminación en la unidad productiva.

Objetivos Específicos

- Identificar los factores limitantes con mayor incidencia en la degradación del suelo.
- Diseñar el programa de conservación y mejoramiento de suelos por área productiva de la unidad con las medidas agroecológicas a implementar.

1. Antecedentes y estado actual de la temática

1.1 El suelo como recurso natural.

“El interés por el suelo surgió desde el momento de su labranza y el desarrollo de los cultivos, es decir, desde que el hombre se ocupó de la agricultura, cultivando suelos distintos que él conocía y diferenciaba en mejores y peores” (Cairo, 1980).

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

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

Para Hernández *et al.* (1999), “la génesis del suelo representa el conjunto de diferentes fenómenos químicos, físicos y biológicos que ocurren en él y determinan una u otra composición y propiedades de la masa de éste”. Quienes además citando a Dokuchaev, (1989) expresan “el conocimiento de los suelos es el medio de dominarlos y dirigirlos con objetivos aplicados a la agricultura, la silvicultura, la higiene y el mejoramiento”.

Urquiza *et al.* (2011) citando a Pieri *et al.* (1995) expresan que “como soporte de todos los ecosistemas terrestres, se considera al suelo y su calidad como uno de los mejores indicadores de la degradación de la tierra. El suelo integra una variedad de procesos como la de soporte de la vegetación natural y cultivada, el flujo de agua en la superficie o la infiltración, reservorio de nutrientes, carbono y biodiversidad, entre otros. Por ello, la degradación del suelo ha llegado a ser, en sí misma, un indicador de la degradación de la tierra. Los indicadores para analizar el estado de los suelos son también los más robustos y mejor sistematizados actualmente”.

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

1.2 Principales características físicas y químicas de los suelos.

Características físicas:

Las constantes físicas fundamentales son necesarias para conocer las características físicas del suelo, la Dirección General de Suelos y Fertilizantes., (1984) entre ellas destaca:

Densidad Aparente (DA): “Se determina solamente en una calicata representativa de cada suelo estudiado en una finca, resulta especialmente necesario para calcular las cantidades de elementos presentes en Kg. /ha⁻¹ y, además, para cálculos de agua y fertilizantes, esta también es necesaria para calcular la porosidad”.

Capacidad de Campo (CC): "Puede determinarse en el campo directamente, la densidad aparente y la capacidad de campo están estrechamente relacionadas con el nivel de fijación de agua y la textura del suelo."

Limite Superior de Plasticidad (LSP): "Este índice resulta de menor valor que la humedad higroscópica (hy) para evaluar la calidad de un suelo, ya que hay mayor imprecisión y variabilidad en los resultados. Los suelos muy poco plásticos y poco plásticos se pueden laborar con un amplio margen de contenido de humedad; los primeros sufren menos compactación por la maquinaria y se adaptan a la generalidad de las especies agrícolas”.

Características químicas:

Acidez del suelo: “En muchos suelos tropicales está ligada al aluminio cambiante, aunque puede estar ligado además al proceso de gleyzación. El grado de acidez del suelo se mide

por pH del suelo, que en general debe ser como óptimo entre 6 y 7. (Hernández, 2005). El pH 5,5 constituye un importante punto de transición en los suelos en cuanto a la asimilabilidad o solubilidad de los componentes del terreno, algunos nutrientes, como el hierro, manganeso, y boro aumentan su solubilidad por debajo de este rango, pero son mucho menos solubles a nivel superior”.

Para este autor el Fósforo Asimilable (P_2O_5): “aparece en el suelo en muy diversas formas, tanto orgánicas como minerales, juega un papel fundamental en la nutrición de las plantas y en la nutrición de los animales que se alimentan de pastos producidos en suelos deficientes. La forma y grado de solubilidad del fósforo están íntimamente asociados al pH, por lo que éste debe considerarse al efectuar una recomendación fosfórica”.

Mientras que el Potasio Asimilable (K_2O): “formas potásicas insolubles se convierten lentamente en asimilables, por efecto de los agentes atmosféricos, pero todo sucede tan lentamente que a menudo se requiere fertilización potásica. La eficacia del abono potásico aumenta con el contenido de cal del suelo, ya que el calcio reduce los espacios interlaminares de las arcillas o impide la fijación interna del potasio”.

1.3 Factores limitantes de la productividad de los suelos.

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

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

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

Otros índices señalados por este autor lo son:

Textura: “influye también en la productividad del suelo. Los suelos de textura arenosa y franco arenosa generalmente son más pobre, tienen poca retención de humedad y su fertilidad está limitada”.

“Importante factor a tener en cuenta lo es la baja capacidad de retención de humedad y sus agentes causales que son una consecuencia de los factores siguientes:

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

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

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

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

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

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

Además plantea que “la vegetación natural Influye en:

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

Drenaje: “Es un factor fundamental para la mayoría de los cultivos agrícolas y es considerado desde el punto de vista del suelo la componente que resulta de la suma drenaje interno + drenaje superficial. El problema fundamental de la falta de drenaje es la escasez de oxígeno para las raíces de las plantas”.

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

“La erosión del suelo se está acelerando en todos los continentes y esta degradando 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 5 y 7 millones de tierras cultivables” (Encarta, 2007).

1. 4 Clasificación agroproductiva de los suelos.

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

Según Balmaceda *et al.* (2009) “La clasificación agro productiva constituye en la actualidad uno de los procedimientos más importantes dentro del campo de la agricultura, muy particularmente dentro del contexto de la edafología como ciencia”.

Añadiendo “se inscribe dentro de la evaluación de tierras, término que en su más amplia acepción conviene a todas las actividades relacionadas con el establecimiento de algún sistema valorativo de los suelos, pudiendo incluso profundizarse y llegar a la evaluación económica que comprende la selección de alternativas de uso, cálculo de insumos tales como fertilizantes, horas – máquinas, volumen de agua para riego, etc.”.

Para Mesa *et al.* (1992) “desde el momento en que se evalúan las posibilidades de plantar o no determinada especie se lleva a cabo una actividad evaluativa, aún sin base científica; partiendo de este punto de vista desde remotos tiempos de la colonia, como proceso natural empírico los agricultores fueron acomodando sus cultivos a los suelos más adecuados; proceso que se acentúa desde los primeros años de la República Neocolonial”.

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

Los autores Alfonso, C. y Monedero, M. (2004) expresaron que “El 76,8 % de los suelos agrícolas de Cuba están categorizados como poco y muy poco productivos y más de 2 millones de hectáreas están afectadas por diferentes procesos de degradación. Si no se toma conciencia del problema, seguirán creciendo las áreas con tendencia a la desertificación que en la actualidad ya alcanza el 14 % del territorio Nacional”.

“Tres cuartas partes de la superficie agrícola de Cuba están afectada por diferentes procesos de degradación que limitan el potencial de rendimiento de los cultivos, tales como la erosión, mal drenaje, salinización, acidez, compactación, pérdida de la fertilidad

natural, bajo contenido de materia orgánica, baja retención de humedad, pedregosidad y rocosidad. En todos, el hombre ha tenido participación activa. A esta situación crítica se le añade que los pronósticos indican una tendencia a los aumentos de los niveles de degradación y su intensidad en los últimos próximos 15 años si no se toman las medidas que frenen esas condiciones para la rehabilitación de las áreas afectadas”.(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”.

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

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

1.5 Sistema de medidas de Conservación y Mejoramiento de suelos.

“El suelo considerado como uno de los recursos naturales más preciados del planeta se encuentra en verdadero peligro, y con él la seguridad alimentaria de una población tan creciente y necesitada” (Urquiza, 2011).

Para esta autora “la degradación de los suelos es una manifestación que producen los Cambios Globales, definidos por el “Programa Internacional Geosfera Biosfera”, como aquellos vinculados con los cambios en el uso y en la cobertura de la tierra, en la diversidad biológica, en la composición de la atmósfera y en el clima. La degradación del suelo es el resultado de una relación no armónica entre este y el agua, donde el factor antrópico desempeña un papel determinante. El exponente más extremo de ésa

degradación, es llamado “desertificación”. La desertificación definida por la convención Internacional de lucha contra la desertificación y la sequía, como “la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultante de factores tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas”, cobra anualmente miles de Km² de tierra que antes fueron productivas. Es considerada como la gran “úlceras” que fulmina nuestro planeta”.

Di Giacomo, R. (2003) define que “La conservación de los suelos, es un paquete científico – tecnológico – estratégico para que en el mundo no se pierdan anualmente los millones de hectáreas de tierra agrícola, como consecuencia de la agricultura moderna. Entre las tasas de Dinámica Económica, más rápida y la de Restauración de los Sistemas Naturales, más lenta, aparece la conservación, para establecer la brecha. La conservación no solo requiere la aplicación de tecnología adecuada, sino que necesita un marco legislativo, socio económico, político, de organización y asociación empresarial”.

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

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

“El país está afectado por la desertificación en 14 % de su territorio (1580 996 ha), 14.1 % afectado por la salinidad; 23.9 % por la erosión; en 14.5 % actúan ambos factores a la vez;

el 7.7 % presenta degradación de la cubierta vegetal y con drenaje deficiente existen 40 000 Km² aproximadamente, equivalentes al 37 % del territorio nacional. Esto significa que de 0,60 Ha que corresponde a cada habitante, está afectada, en distintos grados, por los factores degradativos señalados”. (Treto, Eolia, *et al*, 2001).

Tomando en consideración esta situación, elevar la conciencia pública en relación con la protección, conservación y mejoramiento de los suelos es una de las tareas de primer orden que ha asumido nuestro país como parte de la estrategia que ha trazado en función de proteger nuestro Medio Ambiente.

En correspondencia con lo anterior, el Instituto de Suelos, ha ido trabajando a partir del año 2003 en la implementación de un plan emergente de producción de abonos orgánicos y el programa nacional de mejoramiento y conservación de los suelos (PNMCS), en los que se definen las acciones encaminadas a la aplicación de técnicas de agricultura sostenible, restauración de suelos degradados, aprovechamiento de residuales como mejoradores de las áreas afectadas, actualización de los inventarios de suelos afectados por procesos de desertificación y sequía priorizando las cuencas de interés provincial y nacional, realización sistemática del monitoreo de la fertilidad de los suelos, así como el control y la eliminación de prácticas nocivas al medio ambiente durante la producción agrícola.

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

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

Medidas de Conservación.

Agrinfor, (2004) las agrupa de la manera siguiente:

Medidas Temporales:

- “Preparación de suelos en contorno: se trazan las líneas guías con el caballete, luego se ubican estacas de pequeñas dimensiones, las que posteriormente serán rectificadas con el fin de dejarlas a contorno, todas las labores se realizan siguiendo esas líneas con el arado criollo y la tracción animal, una vez trazadas las líneas guías se tira el primer surco por debajo o por arriba de esta hasta completar todo el área”.
- “Siembra en contorno: plantar siguiendo la curva a nivel o una aproximación de esta. Para ello se deben trazar las líneas guías maestras en función de la pendiente mas larga, guardando una distancia básica para que se puedan establecer los surcos, las líneas no deben estar excesivamente distanciadas para de esta forma evitar que aparezcan cuñas en el trazado, a mayor pendiente las líneas deben estar mas cercas”.
- “Siembra transversal al sentido de la mayor pendiente: 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: 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 cuando son construidas con piedras y se denominan medidas transitorias cuando se construyen con restos orgánicos, las barreras muertas se deben colocar convenientemente, según sean mayores los movimientos de agua de lluvia”.
- “Arrope: Puede catalogarse como barrera muerta, se realiza colocando restos de la chapea, poda y otras labores culturales alrededor de los troncos en las hileras de frutales, cacao u otras especies, por lo que se realiza un considerable aporte de materia orgánica a las plantaciones, evita erosión, y a su vez posibilita la infiltración del agua en los suelos”.

Medidas de Mejoramiento.

- “Aplicación de Humus de Lombriz: fertilizante bio-orgánico producido por la digestión de sustancias orgánicas en la descomposición por la lombriz. Posee óptima actividad fitohormonal que en condiciones favorables 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: abono orgánico que se obtiene a través de un proceso natural mediante la transformación de residuos orgánicos sólidos, dicho proceso es aeróbico, con acción de los microorganismos, y se producen bajo la influencia de oxígeno y condiciones adecuadas de temperatura, humedad, pH, etc.”.
- “Aplicación de Biofertilizantes: agrupan todos los organismos vivos capaces de brindar algún beneficio a las plantas, ejemplos: Micorrizas: son simbiosis entre hongos y raíces de plantas superiores donde la planta suministra carbohidratos al hongo y este a su vez contribuye a la absorción de agua y nutrientes; Azotobacter: Son bacterias que poseen un complejo enzimático capaz de reducir el Nitrógeno del

aire a amonio para ser asimilado por las plantas; Fosforina: Son bacterias del género bacillus que tienen la cualidad de producir ácidos orgánicos, enzimas y otras sustancias capaces de solubilizar el fósforo del suelo y ponerlo a disposición de la planta”.

- “Uso de Abonos Verdes: 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” (Diez ,1996).

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 .ha⁻¹ en sitios con arvenses a 4,5 t.ha⁻¹ en sitios sin él”.

“En Venezuela se aprovechan los pequeños y grandes predios utilizando la sombra de (Guamo) *Inga vera* Willd. con densidades de 300 árboles.ha⁻¹, donde se llegaron a incorporar 91 Kg. de nitrógeno.año⁻¹; sin embargo, las concentraciones de 2,48 mg.kg⁻¹ de fósforo, consideradas como bajas, las asocian a la acidez de estos suelos (pH en H₂O de 4,53)”. (Mogollón *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 cuando los suelos están provistos de una buena cobertura vegetal, pero ésta aumenta rápidamente en los suelos con menos de 70% de cobertura vegetal.”

“La combinación de prácticas de manejo de residuos que propician la conservación de suelo y el agua a través de la diversificación de los cultivos y las opciones de intensificación resulta en una mejora de la producción y la rentabilidad de la finca. La biodiversidad sobre y bajo terreno estimula lo que permite un mayor nivel de control biológico de las malas hierbas plagas y enfermedades” (Pulleman *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, mostrando a mantener el nivel de nitratos”.

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

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

1. 6 Degradación de los Suelos y su manejo Agro Ecológico.

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

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

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

Do Prado y Da Veiga (2004) afirman que “la degradación del suelo a consecuencia de la erosión afecta la fertilidad de este y en última instancia la producción de los cultivos, al arrastrar sus partículas más finas y más reactivas (arcilla y materia orgánica) y dejar las partículas más gruesas, pesadas y menos reactivas; esto disminuye la concentración de nutrimentos y en consecuencia su capacidad de sostener una agricultura productiva, principalmente en el área de desarrollo radicular de la planta”.

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

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

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

Socorro *et al.* (2004) definen que “un agroecosistema es el que el mismo constituye un complejo formado por la comunidad biótica (incluyendo el cultivo y la cría animal) y el hábitat, los cuales están en constante interacción y equilibrio dinámico”. Y prosiguen diciendo que cada región tiene una configuración única de agroecosistemas que son el resultado de las variaciones locales en el clima, el suelo, las relaciones económicas, la estructura social y la historia, donde los términos agroecosistema, sistema agrícola y sistema agrario han sido utilizados para describir las actividades agrícolas realizadas por grupos de personas”.

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”.

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

Aburto (2002) expresa que “con el fin de lograr una utilización óptima de las tierras, es importante evaluar los recursos de tierras de los países en función de su idoneidad a diferentes niveles de insumos para distintos tipos de aprovechamiento, incluida la agricultura, el pastoreo y la silvicultura, las decisiones sobre el uso y la ordenación de las

tierras y de sus recursos deberían favorecer el beneficio a largo plazo más bien que las conveniencias a corto plazo, que pueden dar lugar a la explotación, la degradación y la posible destrucción de los recursos de los suelos”.

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

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

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

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

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

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

1.7 Problemas Ambientales.

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

Citando a Leff (2000), continúa manifestando la autora: “El concepto de medio ambiente implica así, más allá de un balance entre crecimiento económico y conservación de la naturaleza, la posibilidad de movilizar el potencial eco tecnológico, la creatividad cultural y la participación social para construir estilos diversos de un desarrollo sustentable, igualitario, descentralizado y autogestionario, capaz de satisfacer las necesidades básicas de las poblaciones, respetando su diversidad cultural y calidad de vida”.

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

debido a la degradación de los suelos que limita su productividad. (Ministerio de Ciencia y Tecnología y Medio Ambiente, 1999).

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

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

“La gravedad de los problemas ambientales inserta a los científicos en una dinámica social que necesita replantear su perspectiva de desarrollo. Surge entonces, la demanda explícita de reelaborar el papel de la ciencia ante la situación de deterioro, en la necesidad de reivindicar la tradición ecológica y los aportes que pueden ofrecer análisis críticos a la protección de este medio en notable depauperación”. (Nodarse. 2006).

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

1.7 Ley 81 del Medio Ambiente.

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

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

Abordando el 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 OMS, el PNUMA, etc., han llamado la atención sobre poner fin a la catástrofe que se nos avecina. Los crecientes gastos en proyectos de descontaminación, de enfermedades, de reforestación, etc., no bastan si todos no estamos concientes del problema, fundamentalmente los estados y gobiernos que tienen los mecanismos a través de los cuales controlar la situación evidente a que estamos abocados".

2. Materiales y Método

2.1 Contexto de la Investigación

Programa Nacional de Conservación y Mejoramiento de suelos.

El inapropiado e intensivo uso y manejo del recurso suelo y la valoración del Estado Cubano acerca de la importancia de su protección para el desarrollo social, han hecho posible la concepción de un programa de conservación y mejoramiento de suelos; para ello han sido asignados los recursos financieros necesarios y se dispone de la capacidad técnica requerida. La conformación de este programa involucra la participación de dirigentes, investigadores, especialistas, técnicos y productores.

Este programa se ha venido aplicando en todo el país, su nivel de ejecución en cuanto a las medidas antierosivas y de mejoramiento, responden a los propósitos de prevención y recuperación de las tierras afectadas, así como, al beneficio integral de las áreas.

En nuestra provincia, los mayores niveles de ejecución de medidas se realizan en el periodo del 2001- 2011, en el que se alcanzaron los resultados que se muestran a continuación donde se invirtió más de \$ 1 500 000 MN.

- Cuatro áreas demostrativas en el Escambray con todas las medidas que requieren ejecutadas, que abarcan una extensión superior a las 20 ha.
- Las áreas del Ejército Juvenil del Trabajo están siendo selladas en su totalidad, mediante un programa con siembras en contornos, barreras vivas y muertas, cobertura viva y tranques, según situación.
- A través de la estación experimental de Suelos “Barajagua” se están elaborando esquemas de conservación de suelos en las áreas de Cultivos Varios de las UBPC, tanto de esta rama, como de la ganadera en el municipio Cumanayagua, así como para las nuevas áreas de fomento citrícola.
- Existe el programa de conservación de suelos de la UBPC Breñas, así como las CPA “13 de Marzo” y “Mártires de Cumanayagua”.

- La “UBPC Limones” de la empresa Agropecuaria Cienfuegos, actualmente con una finca de Cultivos Varios totalmente ejecutada (Guasimal) y otra en ejecución (Naranjito).

A pesar del desarrollo alcanzado en la provincia en cuanto a la implementación de los programas de conservación de suelo y las experiencias positivas logradas en esta materia, fundamentalmente por la Estación Experimental de suelos “Barajagua”, el comportamiento del mismo en el territorio no es homogéneo, las acciones se desarrollan básicamente en las unidades productivas dedicadas a los cultivos varios, algunas de la ganadería y productores privados así como en el ámbito forestal.

La investigación fue realizada en el período comprendido entre los meses de noviembre del 2011 a mayo de 2012 en áreas de frutales y cultivos varios de la CCS “Manuel Ascunce Domenech”, ubicada en la zona de “Lagunillas” en el municipio Cienfuegos.

2.2 Métodos de investigación científica utilizados:

- **Técnica de análisis documental:**

- Informe resumen y mapa de suelos del estudio 1: 25 000 del municipio Cienfuegos concluido en 1986, para conocer las características y propiedades de los suelo existentes en la CCS al realizarse el mismo y utilizar esa información como punto de partida.

- Primera aproximación de índices físicos y químicos y Metodología para la evaluación de los mismos de la dirección Nacional de esta actividad para realizar la evaluación de los resultados analíticos obtenidos en las parcelas estudiadas.

- **Observación:** nos permitió percibir visualmente características actuales de los suelos en el área de la unidad, para su interpretación y posterior aplicación a la investigación.

- **Modelación:** para el diseño del programa de mejoramiento y conservación de la unidad.

Método experimental:

Se utilizó el diseño completamente Aleatorio que consistió en el muestreo en puntos específicos (10 Parcelas), como muestra el Anexo 1, que al ser comparados con la información que brindó el perfil de tipos de suelos existentes en la unidad que fue consultado en el informe resumen y mapa de suelos del estudio 1: 25 000 del municipio Cienfuegos (Testigo), permitió establecer las diferencias en las propiedades edafológicas actuales originadas por los procesos degradativos que han incidido en las mismas y realizar el análisis comparativo; formándose cuatro grupos con una parcela representativa en cada uno de ellos se utilizó el método genético- geográfico mediante la comparación de las propiedades resultantes. En el perfil se describen las características morfológicas, según Manual Metodológico para la Cartografía Detallada y Evaluación Integral de los Suelos (Hernández *et al.*, 1995), así como, la caracterización físico-química del suelo.

Método Analítico:

- Estudio de los factores limitantes.
- Determinación analítica de las propiedades físico – químicas.

El estudio de los factores limitantes comenzó con la descripción visual de estos en el campo, al mismo tiempo, se efectuó la actualización de la caracterización aportada por el estudio de suelos a escala 1: 25 000 en las parcelas, tomándose el material necesario para efectuar los análisis de laboratorio para comprobar y afirmar las diferencias evidenciadas entre las mismas en los diagnósticos de campo realizados y así proponer las medidas necesarias para su correcta utilización y mejoramiento; con este proceder se cumplimenta lo expresado por los autores (Mesa *et al.*, 1992) cuando afirmaron “de esta forma, el estudio sobre la morfología de los suelos, es una de las principales ramas de la ciencia del suelo, inseparable del estudio de la composición y propiedades de estos y los procesos que los determinan, por eso la realización correcta de una descripción morfológica de los mismos, es una garantía del éxito de los estudios genéticos - productivos posteriores”.

Método estadístico.

Estadística descriptiva, prueba de hipótesis, análisis de varianza o prueba no paramétrica, utilizando uno u otro según el resultado obtenido para comparar las diferencias

significativas en el comportamiento de los factores limitantes y su incidencia en las parcelas. Se utilizó el programa estadístico SPSS versión 12.5 para Windows.

2.3 Etapas de la investigación.

Se estructuró siguiendo las siguientes fases:

- I. Recopilación de la información existente.
- II. Diagnóstico y actualización del comportamiento de los factores limitantes de rendimientos en las parcelas.
- III. Realización de análisis físicos y químicos en las diez parcelas seleccionadas.
- IV. Análisis estadístico de los resultados en las parcelas que mostraron diferenciación entre sí y con la tomada como testigo.
- V. Clasificación Agroproductiva de las parcelas en estudio.
- VI. Selección y propuesta de medidas de conservación y mejoramiento aplicables a cada parcela.

2.4 Metodología Aplicada.

Para el diagnóstico se hicieron recorridos a pie para la observación y actualización de la información aportada por el perfil de suelo analizado en la unidad con el estudio a escala 1: 25 000, que se considera como parcela Testigo; realizándose posteriormente el muestreo de las que evidenciaron poseer marcadas diferencias con éstas, obteniéndose el material necesario para efectuar los análisis de laboratorio.

Los suelos en cada parcela fueron descritos siguiendo el Manual para la Cartografía Detallada y Evaluación Integral de los Suelos (Hernández *et al.*, 1995), y se clasificó según la Segunda Clasificación Genética (CITMA, 1973) y la Nueva versión de clasificación de los suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 1999).

El estudio de factores limitantes del rendimiento se determinó visualmente y con el empleo de la barrena para medir la profundidad efectiva, así como el nivel para determinar la topografía, siendo objeto de estudio los que a continuación se relacionan:

Factores Limitantes:

- Pedregosidad
- Profundidad Efectiva
- Pendiente
- Erosión
- Acidez
- Fertilidad

El procedimiento seguido para realizar la conversión de la segunda clasificación de los suelos a la nueva versión de clasificación consistió en el análisis y procesamiento de la información obtenida del suelo, caracterizando los horizontes diagnósticos y principal con vistas a definir los diferentes niveles taxonómicos: Agrupamiento, Tipo y Subtipo y los horizontes normales del mismo y efectuar la clasificación según lo establecido por la nueva versión (Hernández *et al.*, 1999).

El horizonte principal se utilizó para determinar el agrupamiento del suelo, definiéndose con el horizonte B del perfil del suelo de la unidad, mediante los horizontes normales de diagnóstico se definió el tipo y subtipo del mismo. Este procedimiento permitió realizar la clasificación del suelo sobre la base de horizontes y características de diagnóstico, en relación con su génesis y evolución, lo que además de seguir los principios fundamentales de la escuela Genética introduce la línea objetiva de clasificación de suelo que a tomado aceptación normal en los últimos años.

Los resultados obtenidos fueron consultados y comparados con el realizado por (Hernández, 2007) en la finca “La Colmena”.

Determinaciones Analíticas.

Los análisis físicos – químico se realizaron en el Laboratorio de la estación experimental de suelos “Barajagua”, haciéndose las determinaciones analíticas que seguidamente se relacionan:

Análisis Físicos

Densidad Aparente: Determinada mediante la toma de muestra a 20 cm de profundidad con barrena de cilindro de volumen conocido, se extrae la muestra, el suelo saliente del cilindro se rebaja evitando compactar la misma, se tapa en ambos lados, se realiza el pesaje y se colocan en estufa a temperatura entre 105 -110 °C durante 24 horas, transcurrido este tiempo se sacan se deja refrescar y se vuelve a realizar el pesaje. El valor se obtiene dividiendo el peso de la muestra de suelo seco entre el volumen interior del cilindro:

$Da = \frac{PS}{Vc}$ donde:

Vc

Da (gr/cm^3) = Densidad Aparente

Ps = Peso suelo seco

Vc = Volumen cilindro

Porosidad: Se determina por cálculo en base a la densidad aparente y el peso específico del suelo según la formula: $P\% = \frac{Pe - Da}{Pe} \times 100$ donde:

Pe

$P\%$ = Porosidad total

Pe = Peso específico

Da = Densidad aparente

100 = Constante

Capacidad de campo: Para su determinación se aniega el área seleccionada, la superficie del suelo se protege un nylon u otro material para evitar evaporación y periódicamente se determina la humedad a través de muestras tomadas con barrenas que son pesadas, colocadas en estufa a temperatura entre 105 -110 °c durante 24 horas, transcurrido este tiempo se sacan se deja refrescar y se vuelve a realizar el pesaje, este último procedimiento se realiza durante dos o tres días, promediándose todas las muestras analizadas.

Elevación Capilar: Es la altura en mm, en una columna de suelo y pasado por un tamiz de 2 mm, asciende el agua en 5 horas, para mantener la columna de suelos se utilizan tubos de vidrios o plástico con diámetros de 1,8 a 2,2 cm.

Límite Superior de Plasticidad: Se determina por el método de Arasy, se define como la máxima cantidad de agua que puede admitir una muestra de suelo molida y tamizada.

Límite Inferior de Plasticidad: Es cuando un suelo por la pérdida de humedad se ha solidificado de forma tal que no puede moldearse para conservar una forma determinada, al contrario se rompe con el esfuerzo aplicado, de modo que la masa de suelo en ese punto ha perdido sus características plásticas.

Velocidad Infiltración: Las pruebas fueron determinadas con infiltrómetros circulares, utilizando un cilindro interno y otro exterior como amortiguador, ambos aforados, se entierran de forma uniforme de 10 a 15 m entre sí, se vierte agua en ambos a la misma vez y se procede a realizar las mediciones durante 8 horas.

Textura: Método de la pipeta, utilizando como dispersante pirofosfato de Sodio a 0,4 N, basado en la dependencia que existe en la velocidad de caída de las partículas y sus diámetros, y el método de Kachinski utilizando este mismo dispersante a 0,4 N, así como Acido Clorhídrico 0,2 N para la destrucción de los carbonatos, para la posterior determinación del contenido relativo de partículas mecánicas elementales de diferentes dimensiones en la suspensión del suelo.

Análisis Químico

Acidez (pH): Se utiliza como solvente el agua (pH H₂O) y el Cloruro de Potasio 1 N para el pH ClK, en una valoración de 1:2.5, determinando el valor en el potenciómetro.

Acidez Hidrolítica (Y₁): Se utiliza el método de Hissing, donde la solución extractiva es el acetato de calcio 1 N, pH 8,2 y la valoración con hidróxido de sodio 0,1 N.

Fósforo asimilable (P₂O₅): Se determina por el método Machiguin, está basado en la extracción de las sales de fósforo con carbonato de Amonio al 1%, con una relación Suelo-Solución al 1:20 y la consiguiente determinación en el fotocolorímetro.

Potasio asimilable (K₂O): Se determina por el método Machiguin, está basado en la extracción del potasio del suelo con una solución de Carbonato de Amonio al 1% en una relación Suelo-Solución 1:20, con la consiguiente determinación de la concentración del potasio en el fotómetro de Llama.

Capacidad de intercambio Catiónico (CIC): Es a través del tubo Schachtschadel, esta técnica consiste en la extracción de los cationes, se hace con Acetato de Amonio 1 N pH 8,5, luego se desplaza el amonio con Cl₂ Ca 0,5 N o acetato de calcio 0,5 N y se valora con E.D.T.A (Versenato), usando como indicador el Ericorama negro T.

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.

Análisis Estadístico.

Utilizado el paquete estadístico SSPS, aplicándose la técnica de la Estadística Inferencial de Prueba de Hipótesis para muestras relacionadas con un nivel de significación $p \leq 0,05$, según Dócima de Rangos Múltiples de Duncan, ello permitió determinar las diferencias significativas en el comportamiento de los mismos entre las parcelas seleccionadas. Los indicadores sometidos a este análisis fueron:

- Contenido de Materia Orgánica (M. O)

- Densidad aparente (D A)
- Porosidad
- Velocidad de infiltración (V I)
- Capacidad de Campo (C c)
- Elevación Capilar (E C)
- Límite Superior de Plasticidad (L S P)
- Límite Inferior de Plasticidad (L I P)
- Acidez
- Fósforo y Potasio asimilables
- Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

Clasificación agroproductiva.

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

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

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

- I Muy productivos: entre 70 – 100 % de Rendimiento Mínimo Potencial
- II Productivos: entre 50 – 70 % de Rendimiento Mínimo Potencial
- III Poco productivos: entre 30 – 50 % de Rendimiento Mínimo Potencial
- IV Muy poco productivos: Menos del 30 % de Rendimiento Mínimo Potencial

En el caso estudio que nos ocupa fueron analizados los cultivos: *Zea mays*, L. (maíz), *Lycopersicon esculentum*, Willd. (tomate), *Phaseolus vulgaris*, L. (fríjol), *Cucurbita máxima* Duch. (calabaza), *Ipomoea batatas*, L (boniato), *Musa paradisiaca*, L. (plátano vianda y fruta), *Manihot esculenta* Crantz (yuca), *Carica papaya*, L (fruta bomba), *Mangifera indica* (L) (mango) y *Psidium guajaba*, L (guayaba).

2.5 Selección de las medidas de Conservación y Mejoramiento:

Las medidas de conservación y mejoramiento que se proponen están en correspondencia con la problemática existente en cada una de las parcelas, para ello nos auxiliamos de las disposiciones vigentes establecidas en el Artículo 34 del Decreto 179, aprobado en marzo de 1973. (Anexo 2).

Teniendo en cuenta 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 y los principios establecidos en el procedimiento para lograr el Manejo sostenible de Tierras.

3. Resultados y Discusión

3.1 Caracterización de la CCS

Ubicada en la zona de Lagunillas, cercana al asentamiento “Caunao” en el municipio Cienfuegos, limitando por el norte con el poblado de la Sabana y áreas de la empresa Agropecuaria Espartaco, al sur con la carretera Cienfuegos - Cumanayagua y áreas del antiguo CAI Pepito Tey, al este con el río Caunao y áreas del mencionado CAI y al oeste con el Consejo Popular Caunao.

Esta unidad productiva posee un área total de 1 444.26 hectáreas, de ellas dedicadas a los cultivos varios 770.7 y 80.0 a los frutales. Las restantes tanto al ganado mayor como menor.

Características de los suelos

Según el estudio del Mapa 1: 25 000 del municipio de Cienfuegos, por la II Clasificación Genética de la Academia de Ciencias de Cuba (1973), en sus áreas se encontró un solo subtipo de suelos pero al realizar la actualización del mismo a escala 1:2 000 se apreció variabilidad en la especie y variedad, cuya clasificación se detalla seguidamente y puede apreciarse en el Anexo 3, donde se muestran dos contornos de suelo.

El proceso principal de formación del mismo es Sialitización en un medio rico en Carbonato de Calcio, manifestado por la presencia de este elemento en todo el perfil. Los factores de formación principal son: Clima y Material originario.

Se caracterizan por su color Pardo Oscuro Grisáceo o Pardo muy Oscuro, pasando a Pardo Amarillento o Pardo Oscuro Grisáceo.

Descripción:

XA 18₄ p³h²e⁴l⁴ 22 t₄

h x₄ w₃

- Pardo con Carbonatos Típico, sobre materiales carbonatados o no carbonatados, carbonatado; medianamente profundo, poco humificado, poco erosionado, carbonatado; textura loam arenosa, poca gravillosidad, pedregoso; 22 cm de profundidad efectiva y topografía ligeramente ondulada.

Presenta un valor de pH en Cloruro de Potasio de 7.0, evaluado como neutro, la capacidad de cambio catiónico (CCC) con 28.5 meq/100g de suelo se considera mediana y el valor de la capacidad de cambio de bases (V) mayor al 75 % con predominio del Calcio. El fósforo asimilable (P_2O_5) muestra comportamiento muy bajo (1.21 mg/100g), mientras el potasio asimilable (K_2O) con 37.6 mg/100g, es alto y la materia orgánica (M. O) se evalúa de baja con 1.82 %. El comportamiento de todos estos índices ponen en evidencia la ocurrencia en el suelo de la degradación Química, lo cuál debe ser tenido en consideración al momento del manejo de los cultivos de interés agrícola que se establezcan en el mismo.

Desde el punto de vista físico, la Elevación Capilar (E C) con un valor de 173.91 mm es mediana, el límite superior de plasticidad (LSP) con 43.59 ml se considera no plástico y ligeramente plástico (20.36 ml) el límite inferior (LIP), este último influenciado por el mineral arcilloso predominante que es del tipo 2:1, principalmente montmorillonita; índices que a pesar de su comportamiento no influyen negativamente en las condiciones de drenaje interno y externo por lo que son adecuados para el establecimiento de una amplia gama de cultivos.

XA 7₅ p²h³e⁴l¹ 56 t₄

d w₄

- Pardo con Carbonatos Típico, sobre caliza suave, carbonatado lavado; profundo, medianamente humificado, poco erosionado, muy lavado; textura arcilla loamosa, moderadamente pedregoso; 56 cm de profundidad efectiva y topografía ligeramente ondulada.

El valor de pH en Cloruro de Potasio de 5.8 es evaluado de ligeramente ácido, la capacidad de cambio catiónico (CCC) con 35.3 meq/100g de suelo es considerada alta y

el valor de la capacidad de cambio de bases (V) mayor al 80 % con predominio del Calcio. El fósforo asimilable (P_2O_5) muestra comportamiento mediano (3.92 mg/100g), mientras que el potasio asimilable (K_2O) con 41.05 mg/100g, es alto, la materia orgánica (M. O) con 3.15 % se considera mediana. El comportamiento de todos estos índices es adecuado al desarrollo de la generalidad de los cultivos de interés agrícola.

Desde el punto de vista físico, la Elevación Capilar (E C) con un valor de 165.15 mm es mediana, el límite superior de plasticidad (LSP) con 45.23 ml se considera no plástico, al igual que el límite inferior (LIP) con 18.20 ml, el mineral arcilloso predominante es del tipo 2:1, principalmente montmorrillonita; el comportamiento de los mismos no tiene influencia en las condiciones de drenaje interno, por lo que es adecuado para el establecimiento en los mismos de la generalidad de los cultivos.

Simbología

	Clave	Definición
Tipo	X	Pardo con Carbonatos
Subtipo	A	Típico
Género	7	Caliza suave
	18	Materiales transportados carbonatados o no carbonatados
Especie	7 ₄	Carbonatado
	7 ₅	Carbonatado lavado
	p ²	Profundo
	p ³	Medianamente profundo
	h ²	Humificado
	h ³	Medianamente humificado
	e ⁴	Poca Erosión
	l ⁴	Carbonatado
Variedad	l ¹	Muy lavado
	d	Arcilla Loamosa
	h	Loam arenosa
	X ₄	Poca Gravillosidad
	W ₃	Moderadamente Pedregoso
Profundidad efectiva	W ₄	Pedregoso
	22	Muy poco profundo
Pendiente	65	Medianamente Profundo
	t ₄	Ligeramente Ondulado

3.2 Conversión de la II clasificación Genética a la nueva versión de clasificación de los Suelos.

Según Mesa y col, (1992) “cuando se realiza una correlación entre clasificaciones de este recurso natural, en general se obtiene una aproximación entre las mismas, lo que resulta más preciso a medida que se conocen mejor las propiedades de los tipos y subtipos de suelo”.

El Agrupamiento a que pertenecen es Pardos Sialíticos, formados bajo el proceso de sialitización, representado por el horizonte principal siálico que presenta en la composición mineralógica de la fracción arcilla predominio de minerales del grupo de las esmectitas, con relación $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2 \text{O}_3$ mayor de 2,0. y el contenido de hierro libre no sobrepasa al 3%. (Hernández *et al.* 1999).

El tipo para este suelo es Pardo: De perfil ABC formado a partir de roca caliza, con un horizonte B Siálico, representativo del agrupamiento, mientras que el subtipo es Cálcico, con horizonte cálcico en C. (VI G₆). Estos resultados son coincidentes con los obtenidos por Hernández (2007) al correlacionar ambas clasificaciones en los suelos del área experimental “La Colmena”.

3.3 Diagnóstico de factores limitantes del rendimiento.

Como se ha evidenciado hasta aquí, sobre los suelos de la unidad han incidido varios procesos degradativos producto al uso de técnicas de cultivos incorrectas durante muchos años, tales como: **Degradación Química:** Pérdida de la materia orgánica y fertilidad por los efectos del proceso erosivo, así como tendencia a la basicidad por el empleo intensivo de productos agroquímicos, escasa e incorrecta rotación de cultivos, y el poco uso de medios biológicos. **Erosión:** Provocada por las lluvias y favorecida por las condiciones de pendiente, siembras y labores a favor de la pendiente; la no protección de fajas hidrorreguladoras con árboles, el laboreo intensivo sin incluir barbecho, entre otras. **Degradación biológica:** Se pone de manifiesto favorecida por la pérdida de la materia orgánica ya que disminuyen las especies y colonias de micro organismos propios de ese agro ecosistema.

La actualización del estudio a escala 1: 2 000 arrojó variabilidad en los indicadores evaluados entre las parcelas como muestran las tablas 1 y 2, donde aparecen los factores limitantes para el uso agrícola de cada una de ellas; en las mismas se aprecia que en sentido general, las condiciones locales y el efecto antrópico han provocado en los factores considerados como limitantes en el uso agrícola comportamiento diferenciado, no sólo entre las parcelas sino también con la tomada como testigo.

Tabla 1. Comportamiento de los factores limitantes en las parcelas según subtipo de suelos.

Parcelas	W	PE	t	e
1	2.8 % Pedregoso	22 cm Poco profundo	3.0 % Ligeramente Ondulado	20 % Media
2	2.5 % Pedregoso	24 cm Muy Poco profundo	6.0 % Ondulado	25 Media
3	0.07 % Moderada	21 cm Muy Poco profundo	4.0 % Ligeramente Ondulado	30 Media
4	0,1 % Moderada	30 cm Poco profundo	4,1 % Ondulado	20 Media
5	0,01 % Moderada	33 cm Poco profundo	5.0 % Ondulado	16 % Media
6	-	50 cm Poco profundo	2.0 % Casi llano	10 % Poca
7	-	53 cm Medianamente profundo	1.89 Casi llano	5 % Poca
8	-	42 cm Poco profundo	2,1 Ligeramente Ondulado	8 % Poca
9	-	55 cm Medianamente profundo	2.0 % Casi llano	5 % Poca
10	-	40 cm Profundo	1,7 % Casi llano	5 % Poca
Testigo	3.0 % Pedregoso	22 cm Muy Poco Profundo	4.0 % Ligeramente Ondulado	15 % Poca

Leyenda:

Pedregosidad (**w**), Profundidad efectiva (**PE**), Pendiente (**t**), erosión (**e**)

Tabla 1 (Continuación). Comportamiento de los factores limitantes en las parcelas.

Parcelas	pH	CCC	M.O
1	6.97 Neutro	29.0 Mediano	2,1% a Bajo
2	6,7 Neutro	27.9 Mediano	3.0 % c Bajo
3	6.5 Neutro	26.8 Mediano	2.5 % c Bajo
4	6.0 Ligeramente Acido	30 Alto	3.99 % b Media
5	5.7 Ligeramente Acido	32.1 Alto	4.15 % d Media
6	6.3 Neutro	35.1 Alto	3.3 % c Media
7	5.7 Ligeramente Acido	33.12 Alto	3.5 % c Media
8	5.7 Ligeramente Acido	28.6 Mediano	3,4 % bc Media
9	6.5 Neutro	26.68 Mediano	3.25 % c Bajo
10	5.9 Ligeramente Acido	25.7 Mediano	3, 22 % bc Media
Testigo	7.0 Neutro	28.5 Mediano	1.82 Bajo
E.S	-	-	0.15*
C.V	-	-	9.50 %

Leyenda: Acidez (pH), Capacidad de Cambio Catiónico (CCC), Materia Orgánica (M.O)

Medias con letras diferentes, difieren significativamente para $p \leq 0,05$, según Dócima de Rangos Múltiples de Duncan.

El comportamiento de la pedregosidad indica que las parcelas seis a diez no presentan afectaciones en este indicador, la tres, cuatro y cinco se caracterizan por ser moderadamente pedregoso según lo establecido en la metodología de evaluación de índices físicos y químicos de la dirección Nacional de Suelos del MINAGRIC, (1983), el cual considera que para esta categoría los valores deben oscilar entre 0.01 a 0.1 %. Por ultimo las parcelas uno y dos son catalogadas como pedregoso, mostrando valores que varían de 2.5 – 2.8 %, diferenciándose del resto de las parcelas, pero no de la testigo que fue evaluada en igual categoría con valor de 3.0 %, esta situación está dada por el afloramiento de las piedras hacia el horizonte superficial por las pérdidas de suelo

ocurridas por el proceso erosivo que ha afectado el área, así como el intenso laboreo a que han sido sometidas.

El indicador pedregosidad es de gran importancia para valorar la calidad agroproductiva de los suelos, por cuanto el mismo guarda estrecha relación con la factibilidad de la mecanización y con las posibilidades de que el sistema radical de las plantas puedan bosquejar y colonizar adecuadamente el suelo; teniendo en cuenta lo antes expuesto se puede inferir que la misma también influye en la resistencia de las plantas al acame, sobre todo cuando no existe una adecuada relación entre el sistema foliar y el radical y también cuando se presenta condiciones climáticas adversas producto de los excesos de lluvias y vientos.

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

La profundidad efectiva en sentido general muestra comportamiento muy variable, así puede apreciarse que en las parcelas uno a la cinco, donde aparecen las piedra, esta disminuye con relación al resto del área donde no está presente este elemento, mostrando valores que la califican de muy poco profundo a poco profundo (21 a 33 cm), no mostrando diferencias significativas con el Testigo, mientras que las restantes con 40 a 55 cm se consideran poco a medianamente profundos, mostrando todas ellas, diferencias entre sí y la parcela testigo; esta situación no solo está originada por los efectos de los procesos erosivos y la pedregosidad, si no además por el mal manejo en la labranza.

La erosión apreciada en la zona está directamente relacionada con la topografía, observándose que en la medida que esta alcanza mayor por ciento, es más acentuada la pérdida de suelos en los horizontes superficiales como son los casos de las parcelas uno a cinco, no apreciándose marcada diferencia con el comportamiento de la parcela testigo y sí con el resto del área estudiada; esta situación pone en evidencia la necesidad de la aplicación de medidas tendientes a la conservación y mejoramiento de estas parcelas.

Con relación a los índices químicos encontramos que el pH en CLK (concentración de iones Hidrógeno) en las parcelas y uno a tres, seis y nueve muestra comportamiento Neutro, similar a la parcela testigo, mientras que en la cuatro, cinco, siete, ocho y diez es ligeramente ácido, con diferencias significativas en relación con el Testigo. La variabilidad del comportamiento de este índice está dada en la no observancia de un patrón homogéneo de fertilización para toda el área, así como, la utilización de implementos y técnicas agresivas en la preparación y manejo del suelo.

Los valores encontrados en toda el área se ajustan a lo establecido por estudios realizados donde se plantea que en los suelos carbonáticos y calcáreos los valores más frecuentes de pH en CLK se encuentran entre 5,9 y 7,1, siendo los mismos adecuados al normal desarrollo de la generalidad de los cultivos de interés agrícola.

El análisis del comportamiento de la Capacidad de Cambio Catiónico (CCC), evidencia el predominio en las áreas de la arcilla tipo 2:1 (Montmorrillonítica), que confiere al suelo alta fertilidad natural. Así observamos como las parcelas uno a tres y ocho a diez, no difieren de la testigo al ser evaluadas como mediana, mientras que las restantes sí lo hacen al evaluarse como Alta con valores entre 30 y 35.1.

La materia orgánica muestran valores calificados de bajo solamente en las parcelas uno a tres, no difiriendo de la testigo, mientras que las demás presentan contenidos medios entre 3.22 y 4.15 %, correspondiéndose ello con el comportamiento de la erosión. Teniendo en cuenta lo expuesto hasta aquí y la cercanía relativa entre las parcelas seleccionadas se puede inferir que han sido factores locales tales como:

- Pendiente
- Contenido de materia orgánica
- Erosión

Y factores antrópicos entre los que se encuentran:

- No aplicación de rotación de cultivos
- Utilización intensiva de sistema agresivo de laboreo al suelo
- No aplicación dentro de otros de medidas de conservación y mejoramiento de suelo.

Las causas fundamentales que pudieran explicar el hecho que de tratándose de un mismo

suelo existan condiciones que determinen diferencias notables en el comportamiento de los índices evaluados entre las parcelas.

Independientemente de la existencia de diferencias marcadas en las propiedades físicas y químicas entre las parcelas (tablas 1 y 2 y Figuras 1 a 4), a todas corresponde la misma clasificación de Suelos para el tipo y subtipo, lo que pone de manifiesto la certeza de (Hernández *et al.*, 1999) cuando expresaron "... Los horizontes principales son el reflejo de la interrelación de las condiciones de formación de los suelos, que dan lugar a procesos de formación, y se manifiestan en la morfología del perfil. De esta forma, el horizonte principal de diagnóstico es la expresión o producto final de las transformaciones y traslocaciones de las sustancias orgánicas y minerales (procesos de formación) que ocurren bajo diferentes condiciones (factores de formación); en otras palabras, es el reflejo de la génesis y evolución del suelo.

3.4 Comportamiento de los índices físicos y químicos.

En la tabla 2 se brinda la información relativa al comportamiento de las propiedades físicas del suelo en las cuatro parcelas que fueron seleccionadas para la actualización y profundización del estudio. Se aprecia que hubo diferencia significativa para un nivel de probabilidades del 5% para la mayoría de las propiedades estudiadas, no ocurriendo así para la Elevación Capilar (EC), el Límite Superior (LSP) e Inferior de Plasticidad (LIP).

Índices Físicos.

La Densidad Aparente presenta los valores más altos de este indicador en las parcelas uno y tres, pero no difieren entre sí y la testigo, si lo hacen marcadamente con el resto. Autores como (Bosch *et al.*, 2005) y (Hernández *et al.*, 2007) señalan que este indicador de las propiedades físicas es de vital importancia pues está íntimamente relacionado con la compactación del suelo, la porosidad total, la micro y macro porosidad, en general mientras más alta sea la densidad aparente más denso es el suelo, dificultándose con ello su manejo fitotécnico como es el caso de estas. En correspondencia con este comportamiento, la porosidad muestra diferencias significativas de las parcelas uno y tres, con el resto del área.

En lo que respecta a la Velocidad de Infiltración se apreció diferencias significativas de la parcela uno con el resto de las analizadas; mientras que en la Capacidad de Campo las diferencias se muestran entre las parcelas uno y seis que a su vez difieren de la tres y ocho, no siendo así entre estas dos últimas. Los valores mostrados por los índices físicos Elevación Capilar, Límite Superior e Inferior de Plasticidad, no muestran diferencias significativas, ello debido al tipo de arcilla predominante en la clase textural (Montmorrillonítica > 75 %).

En el comportamiento arrojado por los índices mecánicos del suelo (textura) vemos como la arena gruesa difiere en la parcela ocho de las demás, mientras que la fina en la tres y ocho hay diferencia significativa entre ellas y ambas con las restantes. El Limo grueso en la parcela ocho difiere de la tres y seis, mientras que el contenido de arcilla en la 2 difiere de la seis y la ocho, corroborando la clasificación de la clase textural Loam Arenoso (h), y Arcilla loamosa (d), respectivamente para los dos contornos de suelo.

Tabla 2 Variación de las características físicas del suelo en las parcelas objeto de estudio.

Indicador	UM	Parcela 1	Parcela 3	Parcela 6	Parcela 8	E.S	C.V
Da	gr/ cm ³	1,5 a	1,2 ab	0,8 c	0.9 c	0.09 *	7.8
Porosidad	%	45 a	43 ab	60 c	59 c	3.01 *	9.3
V. I	mm/hr	14 b	28 a	32 a	25 a	2.87 *	10.2
Cc	%	37 a	27 b	13 c	29 b	2.71 *	12.1
EC	mm	207.01	188.0	216.0	218.0	45.50 NS	14.5
LSP	%	41.6	47.6	43.8	45.0	2.92 NS	10.3
LIP	%	29.67	30.76	30.50	28.45	1.60 NS	11.1
Arena gruesa	%	10.02 b	15.94 b	10.06 b	35.21 a	3.5 *	14.3
Limo grueso	%	44.28 b	63.12 a	50.50 ab	44.92 b	3.8 *	13.9
Arcilla	%	22.75 a	19.36 ab	16.54 b	13.84 b	1.9 *	11.5
Arena fina	%	22.95 a	1.58 c	22.90 a	6.03 b	0.96 *	8.7

Leyenda: Densidad aparente (Da), Velocidad de infiltración (V. I), Capacidad de campo (Cc), Elevación Capilar (EC), Límite superior de plasticidad (LSP), Límite Inferior de plasticidad (LIP).

Medias con letras iguales no difieren significativamente para $p \leq 0.05$, según Dócima de Rangos Múltiples de Duncan.

Índices químicos.

En las figuras 1 a 4, se muestra el comportamiento de los indicadores químicos del suelo: Acidez (pH Clk), Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), así como contenidos asimilables de P_2O_5 y K_2O . En todos los indicadores hubo diferencia significativa entre las características químicas de las parcelas.

Como muestra la figura 1, el pH en cloruro de potasio solo muestra diferencia significativa de la parcela ocho con las restantes y el testigo, este indicador se clasifica como ligeramente ácido a neutro en todas las áreas estudiadas.

Lo anterior pudiera explicarse teniendo en cuenta que los suelos pardos con carbonato como su nombre lo indica se caracterizan por reaccionar positivamente al ácido clorhídrico al 10 % cuando se hace esta prueba, debido a la presencia de carbonato de calcio en los mismos. También se puede plantear que el efecto de las condiciones locales y las antrópicas no han sido tan marcados como para provocar cambios sustanciales en este indicador.

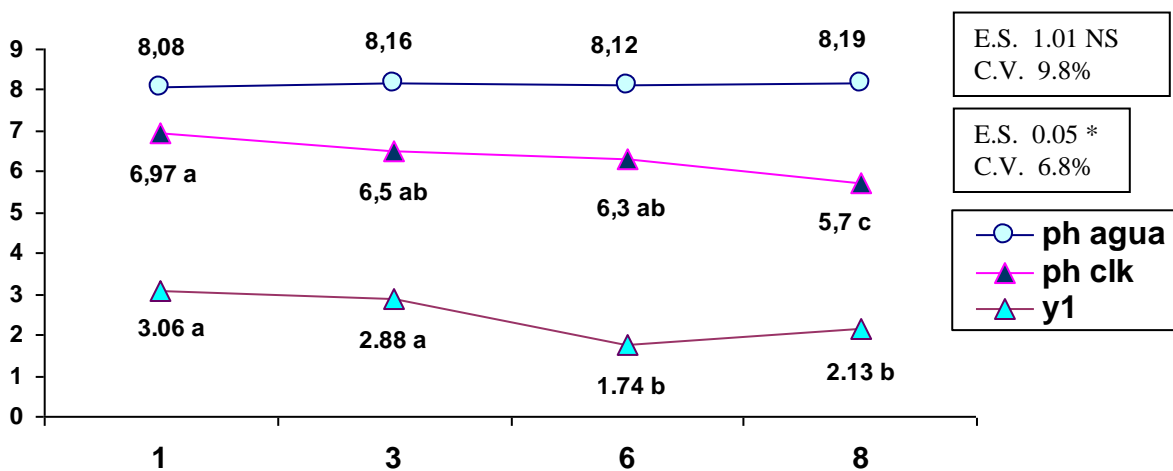


Figura 1 Comportamiento de la acidez.

Letras iguales no difieren significativamente para $p \leq 0.05$, según Dócima de Rangos Múltiples de Duncan.

En el pH H_2O no hubo diferencias significativas entre las parcelas estudiadas calificándose los mismos de ligera a medianamente alcalino, mientras que el otro componente de la

acidez del suelo (Y_1), se apreció diferencias significativas de las parcelas uno y tres con seis y ocho.

El comportamiento de este índice debe ser tenido muy en cuenta a la hora del establecimiento de los cultivos, ya que un mal manejo de la fertilización pudiera producir entorpecimiento en el proceso de nitrificación y aparecer fosfatos insolubles; además el hierro y el manganeso pueden oxidarse hasta el punto de que aparezca déficit en las plantas, criterios similares son manejados por el MINAGRI (1982).

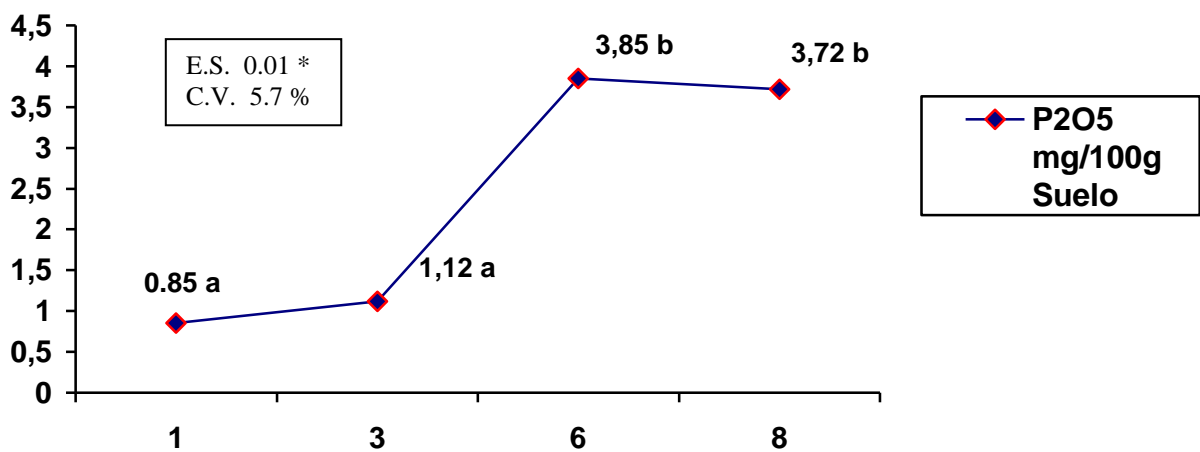


Figura 2. Comportamiento del Fósforo asimilable.

Letras iguales no difieren significativamente para $p \leq 0.05$, según Dócima de Rangos Múltiples de Duncan.

El fósforo asimilable (P_2O_5), que se muestra en la figura anterior, es un elemento de gran importancia para el normal desarrollo de la generalidad de los cultivos de interés agrícola, este muestra diferencias significativas en las parcelas uno y seis con respecto a la cuatro y ocho, calificándose los valores de las dos primeras de muy bajo y mediano de las restantes.

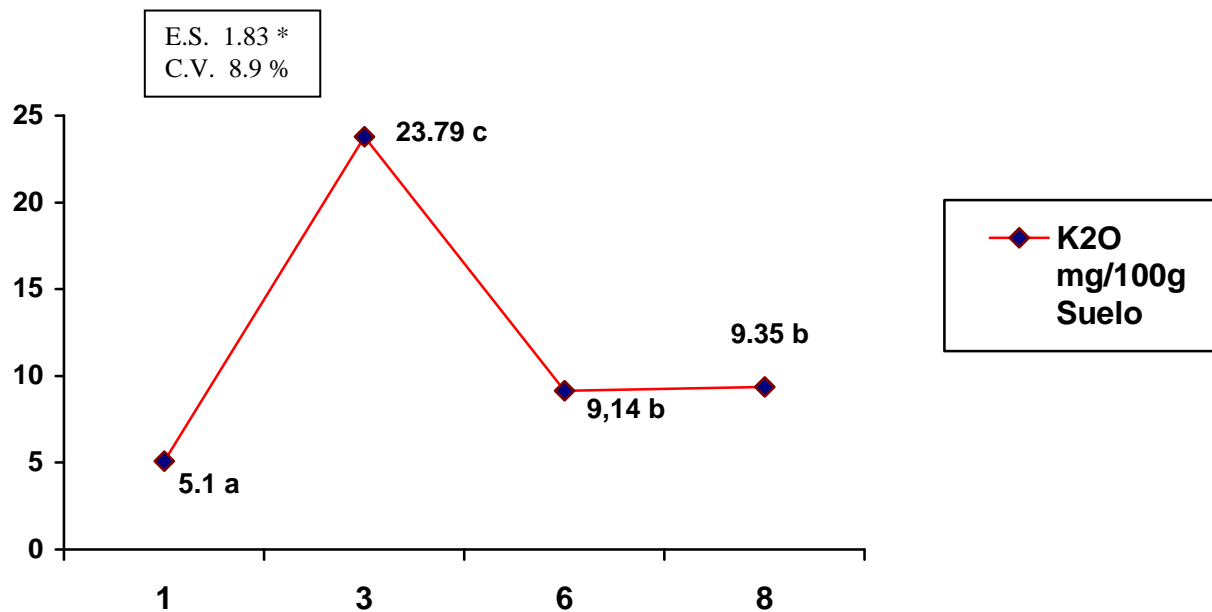


Figura 3. Comportamiento del Potasio asimilable.

Letras iguales no difieren significativamente para $p \leq 0.05$, según Dócima de Rangos Múltiples de Duncan.

Otro de los elementos importantes para el normal desarrollo de los cultivos es el potasio asimilable (K_2O), figura 3, cuyo comportamiento es evaluado de muy bajo en las parcelas uno, seis y ocho, aunque hay diferencias significativas entre la primera de ellas con las otras dos así como entre todas estas con la parcela tres con un valor calificado como mediano.

El comportamiento de ambos índices pone una vez más en evidencia la necesidad de que en el manejo de los suelos de la finca se tenga presente la ejecución de medidas de mejoramiento que contribuyan a revertir esta situación ya que como planteó (Gross, 2001) “en suelos deficitarios de fósforo, el reforzamiento de abono fosfatado o una alternativa capaz de suplirlo es indispensable tanto para incrementar la producción como la riqueza de esta en fósforo”.

La capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), estrechamente vinculada al tipo de arcilla predominante en el suelo (montmorillonítica > 75%), se comporta de mediana a alta,

aunque las parcelas uno y tres difieren significativamente de la seis como se observa en la figura siguiente.

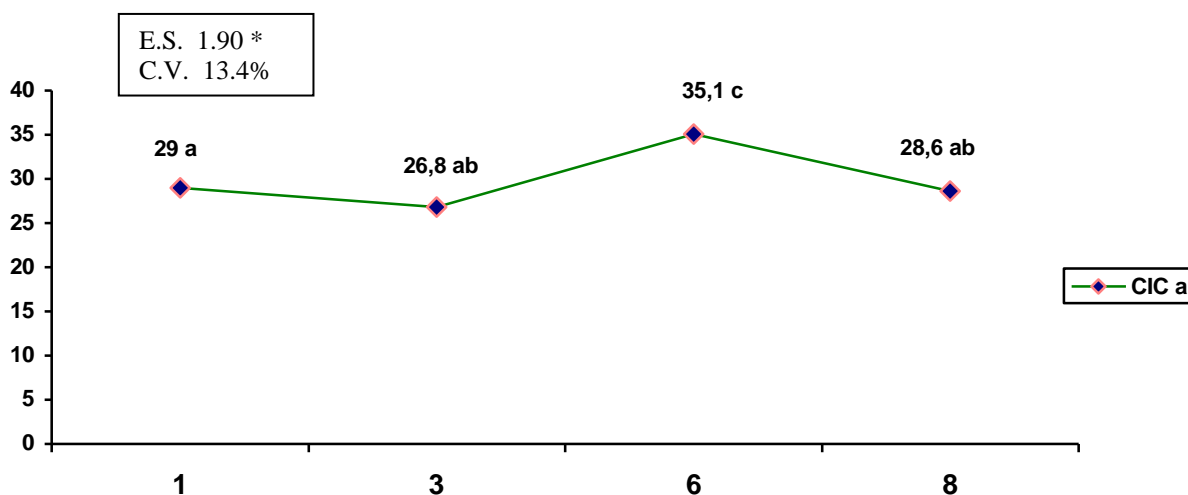


Figura 4. Comportamiento de la Capacidad de Intercambio Catiónico.

Letras iguales no difieren significativamente para $p \leq 0.05$, según Dócima de Rangos Múltiples de Duncan.

Los resultados mostrados hasta aquí no muestran marcada diferencia con los obtenidos por (Trelles, 2000) y (Avello, 2008) en suelo de igual clasificación en áreas de la empresa Hortícola Cienfuegos y finca forestal “La Campana” respectivamente.

3.5 Clasificación Agroproductiva de las parcelas

La clasificación agroproductiva, constituye una herramienta disponible e importante para la toma de decisiones, permitiendo realizar un uso más amplio de las medidas de manejo para cada tipo de suelo, ejemplo de esto, puede ser el manejo de los fertilizantes y abonos orgánicos establecido con la puesta en marcha del Servicio Agroquímico para cada cultivo (SAQ), propiciando el uso eficiente de los fertilizantes por cultivos y para cada tipo de suelo.

La categorización Agro productiva de las parcelas estudiadas se muestra en las figuras que se presentan a continuación.

Como puede apreciarse, en sentido general los cultivos analizados no muestran comportamiento homogéneo ya que la Categoría Agroproductiva (C. A) y por ende el Rendimiento Mínimo Potencial (RMP), son desiguales entre ellas, dado el heterogéneo comportamiento en la incidencia de los factores limitantes que las están afectando, donde destacan la profundidad efectiva (PE), índice de vital importancia para el normal desarrollo de los mismos, tanto por el papel que desempeñan en la adsorción de nutrientes y agua en las capas inferiores del suelo como en lo relacionado con el anclaje; la topografía o pendiente (t) y la erosión (e), por el papel que desempeñan en la incidencia de los procesos erosivos y su repercusión sobre la fertilidad.

Categorización Agro Productiva Cultivo Maíz (t.ha⁻¹)

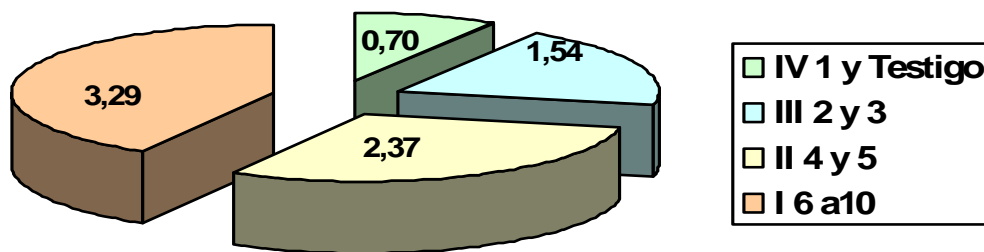


Figura 5. Categoría Agroproductiva y Rendimiento Mínimo Potencial.

El mejor comportamiento se alcanza en las parcelas cuatro a diez, evaluadas con categorías I y II, donde pueden alcanzarse rendimientos mínimos potenciales en el cultivo entre 2.37 y 3.29 t.ha⁻¹. Situación que se repite en forma análoga con los cultivos frijol y tomate, donde los rendimientos posibles a alcanzar en el primero de ellos oscilan entre 1.92 y 2.47 t.ha⁻¹, mientras que en el tomate son de 17.85 a 24.72 t.ha⁻¹, como se aprecia en las figuras que se muestra seguidamente.

Teniendo en consideración esta situación el establecimiento de los mismos debe realizarse en las parcelas evaluadas con categoría agroproductiva I y II donde se obtienen los mejores rendimientos. No se justifican los gastos en semilla, fertilizante y otros

insumos en las áreas con C. A III y IV donde solo se obtendría menos del 30 % o entre el 30 y 50 % del potencial de rendimiento de estas especies.

Categorización Agro Productiva Cultivo Frijol (t.ha⁻¹)

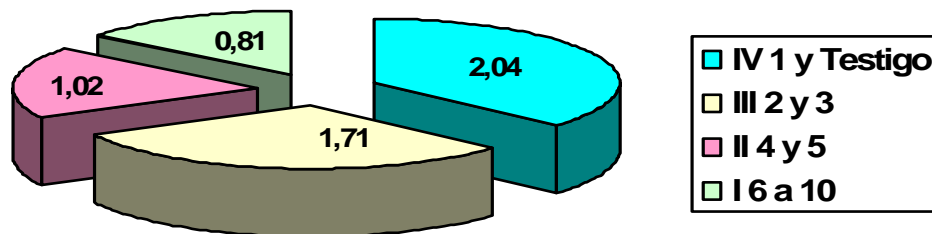


Figura 6. Categoría Agroproductiva y Rendimiento Mínimo Potencial.

Categorización Agro Productiva Cultivo Tomate (t.ha⁻¹)

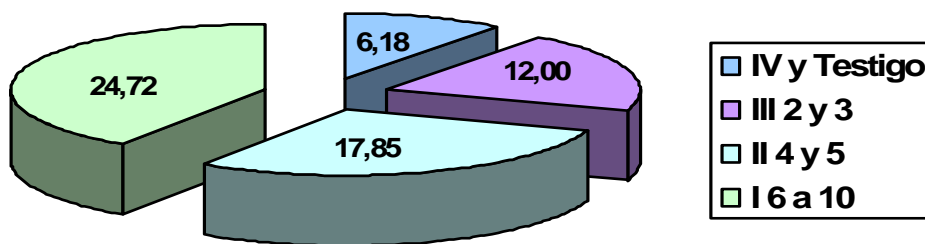


Figura 7. Categoría Agroproductiva y Rendimiento Mínimo Potencial.

En los cultivos calabaza y boniato el comportamiento mostrado por las parcelas difiere de lo analizado hasta aquí; en el caso de la calabaza, todas las parcelas se evalúan con

Categoría II, con 10.71 t.ha^{-1} de rendimiento. El comportamiento del boniato se muestra en la figura 10, observándose como las parcelas testigo, uno y tres se evalúan con categoría II con 15.28 t.ha^{-1} de rendimiento y las restantes con I y un rendimiento de 21.11 t.ha^{-1} , por lo que es recomendable el establecimiento de ambos en todas las parcelas.

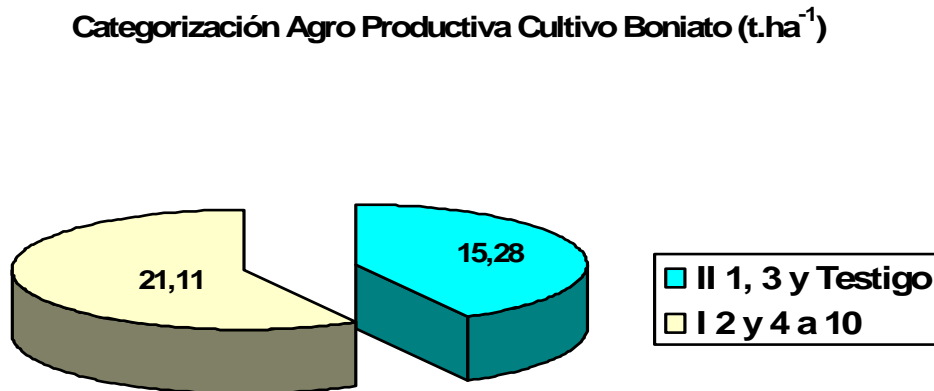


Figura 8 Categoría Agroproductiva y Rendimiento Mínimo Potencial.

Al analizar el cultivo del plátano, tanto vianda como fruta, vemos como las parcelas testigo y uno a tres muestran categoría IV con un rendimiento de 13.90 t.ha^{-1} , mientras que las número cuatro y cinco se evalúan como III con 23.17 t.ha^{-1} de rendimiento, mientras que la ocho y diez con un rendimiento de 32.45 t.ha^{-1} son catalogadas como II y como I las parcelas seis, siete y nueve que muestran rendimiento de 42.92 t.ha^{-1} ; ello pone en evidencia la conveniencia de solo realizar el establecimiento de este cultivo en las parcelas seis a la diez.

A diferencia de este comportamiento se aprecia el del cultivo yuca (figura 10), donde únicamente las parcelas siete y nueve alcanzan categoría I y la seis, ocho y diez, se evalúan como II; no recomendándose su establecimiento en las restantes.

Categorización Agro Productiva Cultivo Plátano (t.ha⁻¹)

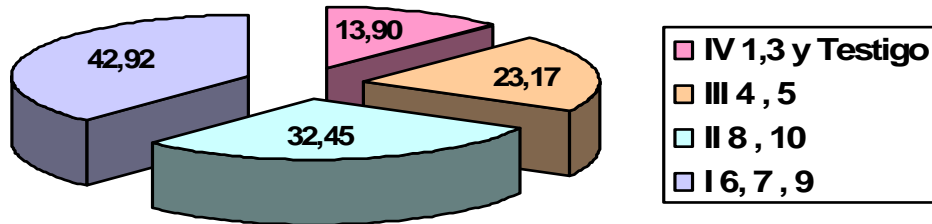


Figura 9 Categoría Agroproductiva y Rendimiento Mínimo Potencial.

Categorización Agro Productiva Cultivo Yuca (t.ha⁻¹)

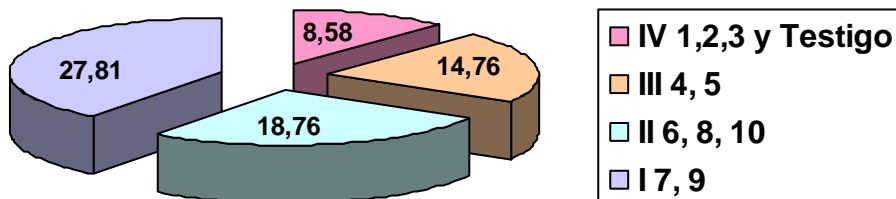


Figura No. 10 Categoría Agroproductiva y Rendimiento Mínimo Potencial.

El comportamiento de los cultivos fruta bomba, mango y guayaba es muy similar en las parcelas, en la figura siguiente se aprecia como las parcelas testigo y uno a tres en estos cultivos muestran categoría III, siendo los rendimientos de la fruta bomba de 10.30 t.ha⁻¹, los del mango de 2.06 t.ha⁻¹ y la guayaba 3.29 t.ha⁻¹; por su parte las parcelas cuatro, cinco y diez con rendimientos del orden de 22.32 t.ha⁻¹ para la fruta bomba, 3.43 t.ha⁻¹ para el mango y 5.49 t.ha⁻¹ para la guayaba, se evalúan con categoría II y finalmente con

categoría I las parcelas seis a nueve, cuyos rendimientos son 24.72 t.ha⁻¹ para la fruta bomba, 5.15 t.ha⁻¹ para el mango y 7.69 t.ha⁻¹ para la guayaba.

Como en los cultivos anteriores, no se recomienda el uso de las parcelas evaluadas con categoría III para el establecimiento de estos cultivos.

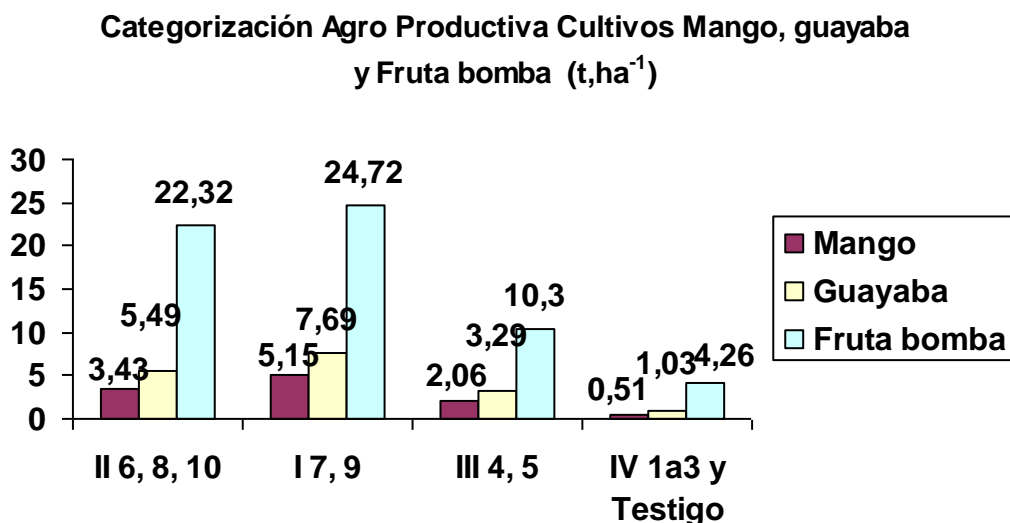


Figura 11. Categoría Agroproductiva y Rendimiento Mínimo Potencial.

En la figura se evidencia que el mejor comportamiento para la generalidad de los cultivos que son de interés para la finca se alcanza en las parcelas seis a diez, que son categorizadas como I y II, donde es posible obtener los rendimientos más altos siempre y cuando se de cumplimiento a las exigencias agrotécnicas establecidas para cada uno de estos cultivos.

Álvarez y Fuentes, (2003) expresan que “como resultado del estudio de los suelos a escala 1: 25 000, según criterios de la II Clasificación Genética de Suelo de la Academia de Ciencias de Cuba, el 88 % de estos en la Provincia de Cienfuegos se califican como poco y muy poco productivos. Entre los factores degradantes de los mismos, los de mayor relevancia son la erosión, baja fertilidad natural, y baja retención de humedad”, estando a tono con lo expresado por él Instituto Nacional de Suelos, (1988) cuando afirmó: “La Clasificación Agro productiva constituye en la actualidad uno de los procedimientos más importantes dentro del campo de la agricultura, muy particularmente dentro del contexto de la edafología como ciencia”.

El comportamiento agroproductivo en los cultivos analizados en estos suelos, es similar al obtenido en condiciones similares por (Trelles, 2003) y (Avello, 2008) al realizarse el estudio integral del área de autoconsumo de la delegación Provincial del MINAGRI y la “Caracterización físico y química de los suelos de la finca “La Campana” en Cienfuegos a fin de aplicar en los mismos un sistema de conservación y mejoramiento”.

3.6 Medidas de conservación y mejoramiento de suelos.

Uno de los problemas más serios que se presenta en la CCS y de la cual no están exentos ni la provincia, ni el país, es el relativo a las dificultades para aplicar conscientemente un adecuado sistema de conservación y mejoramiento del suelo, por cuanto es necesario tener muy presente los criterios expresados por Tamayo, (2005). “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 riego 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, nos han llevado a esta situación”. Quien además señaló “en la agricultura cubana se han llevado a la práctica generalizadas medidas integrales de la agricultura sostenible, 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 de los Suelos “Protección, uso y conservación de los suelos y contravenciones” (Anexo 2).

Del análisis de ésta situación se deriva que ante tal mosaico de condiciones agroecológicas, debe corresponderse también un mosaico de soluciones tecnológicas para el manejo de los suelos y que cualquier generalización debe estar respaldada por criterios científicos – técnicos bien fundamentados además de los aspectos económicos y sociales, acciones que deberán observarse, incluso dentro de un mismo agrupamiento de suelo. Es por ello que el diseño de programa de conservación y mejoramiento de suelos por parcelas de la unidad con las medidas agroecológicas a implementar que se propone

se hace teniendo en cuenta el comportamiento de la incidencia de los factores limitantes analizados hasta aquí y la caracterización general del área de la entidad.

Como se muestra en el mismo, no es factible mantener el uso actual que se da a las áreas, ya que el mismo no siempre está en correspondencia con la aptitud y potencialidad productiva del suelo, como es el caso de las parcelas testigo y uno a tres que posee las peores condiciones para las producciones de cultivos varios, con excepción del boniato y calabaza, siempre y cuando se tenga presente las sugerencias que se especifican.

El manejo de estas áreas guarda relación con el recomendado por (Avello, 2008) al estudiar la finca “La Campana” con características físico – químicas similares a las encontradas en la que fue objeto de nuestro estudio. Además está a tono con lo expuesto por (Treto, Eolia *et al*, 2001) “Hoy día existe el consenso en definir que el conjunto de alternativas dirigidas a buscar un mejoramiento del recurso suelo deben ser biológicas, social y económicamente ajustable a las realidades de los campesinos. En este sentido los abonos verdes han recobrado importancia debido a su posibilidad de producir in situ la materia orgánica, constituyendo una buena estrategia para ser consideradas en programas de manejo y conservación de suelos al nivel campesino”.

La implementación de esta propuesta es de gran importancia para la unidad porque posibilita el incremento sostenido en el rendimiento de los cultivos que en ella se establecen, además al reciclarse un volumen considerable de los desechos agrícolas que se generan para emplearse como fertilización orgánica y en el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo, puede abaratare el costo del proceso productivo al necesitar la adquisición de menor cantidad de fertilizantes químicos.

Acciones generales a ejecutar

1. En todos los casos hacer una aplicación de Humus de lombriz al año a razón de 4 ton/ha⁻¹.
2. Las plantaciones de frutales deben ejecutarse con una mezcla de M.O en el sustrato no menor del 30%. El Humus de Lombriz para estas plantaciones solo se utilizará para fertilizaciones de mantenimiento, o sea, una vez por año, a razón de 2 Kg. por planta durante los dos primeros y de 5 Kg. a partir de esa edad en la plantación.

3. En el caso de las cercas vivas que tengan un sentido transversal al escurrimiento de la zona, usar una especie de planta capaz de frenar la velocidad del agua y provocar su asolvamiento, actuando como un filtro, como son la Piña de Ratón (*Bromelia pinguin*), el Cardon (*Euphorbia nivulia*), Galán (*Cestrum daphnoide*), Galán de Noche (*Cestrum nocturnus*) entre otras.
4. Incrementar la práctica del intercalamiento de cultivos en las áreas de Cultivos Varios y en las de frutales cuando se trate de fomento (inicio de nuevas plantaciones).
5. Ejecutar acciones de desobstaculización en las parcelas con calificación de moderadamente pedregoso o pedregoso, ubicando estos materiales en las líneas guías como barreras muertas.

Propuesta de Medidas de Conservación y Mejoramiento aplicable a cada Parcela

Parcela	Factores Limitantes	Medidas de Conservación y Mejoramiento
Todas	Fertilidad, ligera compactación y Contenido de Materia Orgánica	Aplicación de Materia Orgánica, restos de cosecha, abonos verdes, humus de lombriz u otros enmendantes orgánicos para incrementar fertilidad y mejorar propiedades físicas del suelo
1, 2, 3, 4, 5, 8	Pendiente ligeramente ondulada a ondulada.	Implementación de un programa de Conservación de suelos que incluya: Barreras muertas. Barreras vivas. Siembra transversal a la mayor pendiente o curvas de nivel.
1, 2, 3, 4, 5	Erosión mediana	Rotación de cultivos. Incorporación de restos de cosecha. Incorporación de abonos verdes. Laboreo Mínimo reduciendo al máximo el uso de grada de disco.
1, 2, 3, 4, 5, 10	Profundidad efectiva muy poco a poco profundo	Incorporación de materia orgánica.
1, 2, 3, 4, 5 y Testigo	Al ser las de peor comportamiento agroproductivo, cambiar el uso actual de la Testigo, 1, 2 y 3, en lugar de guayaba y mango, dedicarlas a la calabaza en rotación con el boniato y así obtener mayores rendimientos. Introducir en la rotación especies sorgo y millo para su incorporación como abonos verdes, ello también puede aplicarse al resto de las parcelas.	

Conclusiones

- Se aprecia alta variabilidad en las cualidades del terreno, demostrado por la marcada diferencia entre las parcelas en características como pendiente, pedregosidad, profundidad efectiva y erosión.
- En general, se presentan como factores limitantes del rendimiento la pedregosidad, profundidad efectiva, y variabilidad en los contenidos de materia orgánica.
- Las parcelas estudiadas difieren significativamente en las características físicas y químicas objeto de estudio, aun cuando pertenecen al mismo suelo, lo cual indica el efecto de condiciones locales particulares en cada una y el efecto antrópico.
- Para los cultivos estudiados las parcelas que muestran mejor comportamiento agroproductivo son 6, 7, 8, 9 y 10 evaluándose con categoría I y II en dependencia de las exigencias del cultivo.

Recomendaciones

- Implementar en cada parcela el programa de medidas de conservación y mejoramiento del suelo propuesto.
- Hacer cambio de uso de suelos en las parcelas uno a cuatro, dándole destino según la agroproductividad.

Bibliografía

Aburto, F. (2002). Carta Mundial de los Suelos. Disponible en:

<http://agronomia.uchile.cl/webcursos/cmd/Felipe%20Aburto/TECNOLOGIA%20DE%20SU%20ELOS%20Carta%20Mundial%20de%20los%20suelos.htm>.

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

Alfonso, C. A y Monederos, M. (2004). *“Uso, Manejo y Conservación de los suelos*.

Alonso, I. y Carrobello, C. (2002). *Una mirada hacia abajo*.

Altieri, M.A. (2001). *Principios y estrategias desde las perspectivas cubanas. Transformando el campo cubano. Avances de la Agricultura Sostenible. Cuba. ISBN-959-246-032-9*.

Álvarez, R. J. (2000). *Tesis en opción al grado científico de doctor en Ciencias Agrícolas. Santa Clara*.

Álvarez, Hazel y Fuentes, M. (2003). (2003). *Comportamiento de la Sostenibilidad y sus impactos en la Agricultura Cienfueguera en Programa Resúmenes V Encuentro de Agricultura Orgánica*.

Astier, M. (2002). *Hacia la recuperación de la vida en el suelo*.

Avello, Lisbet. (2008). *Caracterización físico y química de los suelos de la Finca “La Campana” en Cienfuegos a fin de aplicar en los mismos un sistema de conservación y mejoramiento*.

Balmaceda, C; Ponde De León, D. (2009). *Evaluación de tierras con fines agrícolas*.

Bautista, A.; Etchevers, J.; del Castillo, R. F. y Gutiérrez, C. (2004). *La calidad del suelo y sus indicadores*.

Bragagnolo, N. (1995). *Manual integrado de prácticas conservacionistas*.

Brul, P., Deiters, T. y Van Elzakker, B. (1995). *Principios y práctica de la agricultura orgánica en el trópico*. San José, Costa Rica.

Bunch, R. (2008). *El manejo del suelo vivo*.

Cairo, P.; Quintero, G. (1980). *Suelos*. La Habana, Cuba.: Edit. Pueblo y Educación.

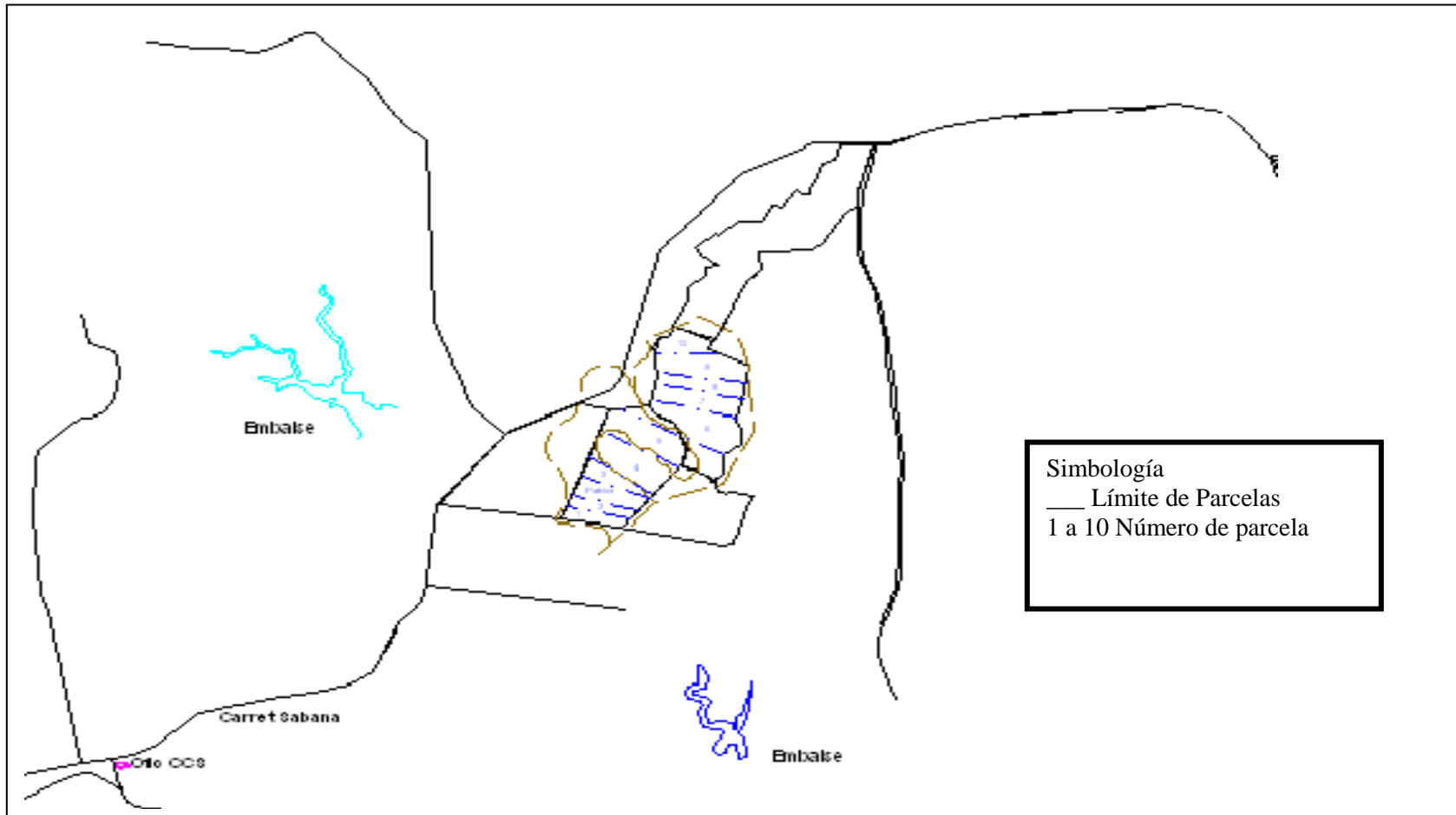
Célida Valdés. (2001). *La dimensión ética de la educación ambiental*.

- Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental (CIGEA). (2002). Situación Ambiental Cubana. Edit. CIEN. La Habana, Cuba. 54 p.
- CITMA. (2002). Estrategia Nacional de Medio Ambiente.
- CITMA. (1999). Estrategia Nacional Ambiental. Reimpresión.
- Condrón, L. y Cameron, K. (2000). *A comparison of soil and environmental quality under organic and conventional farming systems in New Zealand.*
- Cuellar I. (2003). *Caña de Azúcar Paradigma de Sostenibilidad.* Instituto de Investigación de la Caña de Azúcar.
- Delgado, C. (2006). *Bioética y Medio Ambiente.* Félix Varela, La Habana.
- Delgado, R. (. (2006). El manejo del suelo y la agricultura ecológica.
- 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.
- Díez Gómez, P. (1996). Las tecnologías agrarias y su incidencia en el medio natural.
- Dirección General de Suelos y Fertilizantes. (1984). *Metodología para evaluación de constantes físico químicas de los suelos (Material Mecanografiado).*
- Do Prado, L. y Da Veiga, M. (2004). Erosión y pérdida de fertilidad del suelo. Relación entre erosión y pérdida de fertilidad del suelo.
- FAO. (2009). Agricultura orgánica y biodiversidad.
- Febles, J. M. (2006). La erosión de los suelos. Factores que la provocan bajo las condiciones de las cuencas hidrográficas.
- Funes –Monzote, Hernández Alberto , Bello Rasiel y Alvarez Aurelio. (2008). Fertilidad del suelo a largo plazo en sistemas biointensivos.
- Gomero, L. y Vázquez, H. (2004). Bases conceptuales y programáticas para el manejo ecológico del suelo.
- Hernández et al. (1999). Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba.
- Hernández et al. (1995). Manual Metodológico para la Cartografía Detallada y Evaluación Integral de los Suelos. Instituto de Suelos.

- Hernández, A. (2007). Correlación II Clasificación genética de los suelos de La Colmena con la nueva versión de clasificación.
- Hernández, A. (2004). Impactos de los cambios globales en los suelos de las regiones secas.
- Hernández, E. (2005).). *Caracterización de la Sostenibilidad de los Agroecosistemas del municipio Rodas. Cienfuegos.*
- Huepp, Griselia. (2003). Impacto y Estrategia medio ambiental aplicada en la actividad agropecuaria de la provincia Santiago de Cuba.
- Instituto de Suelos. (2001). Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos.
- Instituto Nacional de Suelos. (1988). Clasificación Agro Productiva, según un método Inductivo Cuantitativo (Material Mecanografiado).
- Lal, R. (2000). Soil management in the developing countries.
- Leff, E. (2002). Saber ambiental, México.
- Leguía, H. Alessandria, E., Sánchez, J.V, Zamar J.L., Pietrarelli, L.y Arbono, M. (2008). Recuperación de suelos: prácticas agroecológicas en sistemas agrícolas extensivos de Córdoba, Argentina.
- López, G., Fuentes, E. y Vázquez, H. (1997). El mejoramiento de la agricultura mediante la biodegradación controlada de los residuos agroindustriales.
- Mesa et al. (1993). Manual para la explotación del Sftware Agro-24 Versión 4.0 (Material mecanografiado).
- Mesa et al. (1992).). Características Edafológicas de Cuba según el mapa a escala 1: 50 000.
- MINAGRIC. (1994). Decreto 179 “Protección, Uso y conservación de Suelos y Contravenciones.
- MINAGRIC. (1983). Guía de Evaluación de índices Físico – Químico para la confección del mapa de Suelo a escala 1: 25 000.
- MINAGRIC. (1982). Manual de Interpretación de los Suelos.
- Mogollón, J., García, J., Miragaya, L., Sánchez, L., Cachón, M. y Araujo, J. (2004). Nitrógeno potencialmente disponible en suelos cafetales bajo diferentes árboles de sombra.

- Nereyda Nodarse Valdés. (2006). “Medio Ambiente y Educación Ambiental 153 -155. Bioética y Medio Ambiente.
- Nery Urquiza Rodríguez et al. (2011). Compendio Manejo Sostenible de los Suelos disponible.
- Nery Urquiza Rodríguez. (2005). Agroproductividad de los Suelos.
- Niurka Trelles Abreus. (2003). Estudio integral área de Autoconsumo “Delegación Provincial MINAGRI”.
- Niurka Trelles Abreus. (2000). Estudio de Suelos en la empresa Hortícola Cienfuegos. (Material Mecanografiado).
- Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. (s.d.). .
- Palm, C.; Swift, M. y Barrios, I. (2001). Un enfoque integrado para el manejo biológico de los suelos.
- Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelo. Instituto de Suelos, (2004). *AGRINFOR. Ministerio de la Agricultura.*
- Pulleman, M., Hellin, J., Flores, V. D. y Lopez, W. (2008). Calidad del Suelo y rentabilidad de una finca: una situación que todos ganan.
- Reiche, C. (1998). Conceptos y marco general sobre indicadores de sostenibilidad.
- Riverol, M. (2007). Informe Instituto Nacional de Suelo.
- Rosa Orellana. (2001). La conservación del suelo. Requisito fundamental para mantener la diversidad de plantas cultivadas.
- Socorro, A., Padrón, R., Pretel, R., Parets, E. (2004).). *Modelo Alternativo para la Racionalidad Agrícola. Edición Especial para la Universalización de la Educación Superior.*
- Socorro, A. R. I. (. (1998). *Taller de proyectos Integrales de la Agricultura Alternativa. Proyectos de investigación en finca de producción.*
- Stella, M. (2009). Efecto de la siembra directa sobre la macrofauna del suelo.
- Tamayo, R. (2005). Suplemento Científico Técnico.
- Treto, Eolia y col. (2001). Avances en el Manejo de los Suelos y la Nutrición Orgánica.

Anexo 1 Mapa de parcelación de las áreas de la CCS



Anexo 2 Artículo 34 Decreto 179

“Protección, Uso y Conservación de los Suelos”.

CONTRAVENCIONES.

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

CONTRAVENDRA LAS REGULACIONES SOBRE LOS SUELOS EL QUE:

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

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

CULTIVOS EN HILERAS

Rangos de Pendientes (%)	Recomendaciones
2.0 – 6.0	Laboreo transversal a la pendiente, en pendientes uniformes y laboreo en contorno o curvas de nivel en laderas irregulares, en aquellos casos de terrenos arenosos, empleo de medidas agronómicas de conservación de suelos.
6.0 – 12.0	Laboreo en contorno o curvas de nivel y empleo imprescindible de medidas agronómicas de conservación de suelos, en terrenos arenosos concebir el empleo de prácticas mecánicas sencillas.
12.0 – 16.0	Laboreo en contorno o curva de nivel, simultáneamente con medidas agrotécnicas y el uso de prácticas mecánicas en cualquier tipo de suelo.
16.0 – 26.0	Solo se autoriza mediante el uso de técnicas de agrosilvicultura o mediante la construcción de bancales.

Medidas Culturales y Agronómicas

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

Prácticas Mecánicas

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

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

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

1. Desmontar área para el empleo agrícola y no usarla en un período mayor de 30 días.
2. Desmontar áreas para su empleo y no utilizarla con las medidas establecidas de acuerdo a la pendiente y el tipo de cultivo.
3. Desmontar en la franja de protección de embalses, riberas de ríos y causes naturales y artificiales, lo que se establece según las normas vigentes al respecto.
4. Al efectuar desmontes o desbroces los restos deben ser ubicados en cordones, transversal a la pendiente y en casos necesarios siguiendo la curva de nivel.
5. Realizar la preparación de suelo cuando el terreno no está en sazón o tempero.
6. En la preparación de suelo el terreno debe quedar mullido pues si se pulveriza, propicia la erosión.
7. Destruir cercas vivas que se ubiquen en medias laderas, sin haber previsto alguna medida para contener el escurrimiento superficial.
8. Emplear técnicas de riego, con un gasto de entrega superior a la capacidad de infiltración de los suelos.
9. Efectuar proyectos de sistemas de riego y drenaje que en su contenido no se tengan en cuenta la conservación de los suelos, tanto el ordenamiento de los campos como en la política de empleo de los cultivos.
10. Efectuar proyectos de obras viales que no contemple la preservación del medio ambiente y que en su diseño no se tenga en consideración medidas para la conservación de los suelos.
11. Efectuar proyectos de obras civiles e industriales, que no contemplen la rehabilitación de los suelos y medidas para
12. evitar contaminaciones y afectaciones al medio ambiente.
13. 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.
14. 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 2 Mapa de Subtipos de Suelos de la CCS

