



República de Cuba
UNIVERSIDAD DE CIEFUEGOS.
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**Evaluación de un manejo conservacionista del suelo en la Finca Sarduy del
Municipio Cumanayagua**

Autor: Odelbi GonzáleZ Rodríguez

Tutora: Lic. Consuelo E. Hernández Rodríguez

Categoría docente: Profesora asistente

Categoría Inv: Auxiliar

Cumanayagua ,2012.

Ano 54 de la Revolución

PENSAMIENTO

No hay tierra por rica que sea,
que no mejore con abono.
Ni alma que no se sazone con la vida.
Ni inteligencia que no crezca con el
cultivo y ejercicio...

José Martí.

AGRADECIMIENTOS

A la Revolución Cubana, que me ha formado y educado.

A mi tutora Consuelo E. Hernández Rodríguez, quien con su ayuda y paciencia ha hecho posible este trabajo.

A todos los trabajadores de la Finca Sarduy, sin dejar de mencionar a mi cotutor y esposa Vilma Rivero Díaz.

A los compañeros de mi centro de trabajo por su ayuda y preocupación.

A mi prima Edenys que siempre estuvo para escucharme y orientarme.

También a mis padres, hermanos y amigos por estar ahí cuando los he necesitado.

A todos mis compañeros de grupo, los que se gradúan.

Todo el mérito de mi trabajo sería en vano si no reconociera la dedicación de aquellos que de una forma u otra colaboraron en el mismo y que junto a mis desvelos supieron apoyarme incondicionalmente. De esta forma mis más humildes agradecimientos. A todos,

Muchas gracias.

DEDICATORIA

Si el esfuerzo personal y la ayuda de todos los colaboradores se transforman en un éxito, éste lo dedico a quienes sin lugar a dudas, merecen mis reconocimientos por haberme guiado con amor y dedicación por los caminos de la inquietud intelectual.

RESUMEN

Para contribuir a la preservación del recurso suelo en áreas agrícolas dedicadas a cultivos varios afectadas por erosión, se integraron medidas de conservación y mejoramiento en la Finca Sarduy perteneciente a la UBPC Tabloncito del municipio Cumanayagua. El trabajo de investigación incluyó el diagnóstico de la finca, confección y ejecución de medidas conservacionistas para los campos, así como la evaluación de su aplicación. La tecnología empleada integró labranza mínima, rotación de cultivos, barreras vivas y/o muertas, canales terrazas, siembra en contornos y la adición de materiales orgánicos y biofertilizantes. La implementación del manejo conservacionista del suelo utilizado incidió en el incremento del rendimiento de las cosechas de 12.8 - 19.3 ·%, en la disminución en los procesos erosivos con una retención de suelo máxima de 13.33 t.ha⁻¹, en el mantenimiento del pH en el suelo y en el incremento de los contenidos de fósforo asimilable y materia orgánica del suelo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. Introducción	1.
1.1. Antecedentes	1
1.2. Objetivo general	3
1.3. Objetivos específicos	3
1.4. Justificación del estudio	3
1.5. Problema de la investigación	3
1.6. Hipótesis de la investigación	3
2. Revisión bibliográfica	4
2.1 Recurso suelo	4
2.2 Concepto erosión	4
2.3 Tipos de erosión	4
2.4 Causas de la erosión	4
2.5 Agentes de la erosión	5
2.5.1 La lluvia	6
2.5.2 El viento	7
2.6 Factores que participan	7
2.6.1 Régimen climático	8
2.6.2 Relieve	8
2.6.3 Suelo	9
2.6.4 La vegetación	10
2.6.5 Actividad socioeconómica	10
2.7 Clases de erosion causadas por el agua	11
2.8 Efectos de la erosión hídrica	12
3 Materiales y métodos	13
3.1 Localización y contexto	13
3.2 Etapas de la investigación	13
3.3 Metodología aplicada	13
3.3.1 Determinación del grado de erosión y selección de las medidas de conservación y mejoramiento	13
3.3.2 Medición del control de la erosión	14

3.3.3 Selección de las medidas de conservación	15
3.3.4. Ejecución de las medidas de conservación	15
3.3.5 Croquis de campo de la finca	16
3.3.6 Medicion del rendimiento	16
3.3.7 Análisis estadísticos	17
4 Resultados y discusión	18
5 Conclusiones	30
6 Recomendaciones	31
7 Bibliografía	

INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

“El suelo, es uno de los recursos naturales más importantes con que cuenta la Humanidad, para su formación se requiere de un largo período de tiempo, pero el hombre con su explotación inadecuada puede degradarlo en poco tiempo. (Fuentes, 2003). Al respecto Bennett 1947, señala que la erosión constituye uno de los factores determinantes en el proceso de deterioro, pérdida de la fertilidad y degradación de gran parte de los suelos agrícolas del planeta.

Estudios realizados por (Kelley, 1983) indican que el descuido y el mal uso del recurso suelo por el hombre han provocado la ruina de países y de civilizaciones citando dentro de ellas el derrumbe de la civilización Maya en Guatemala por efecto de la erosión en torno al año 900 de nuestra era.

En Cuba, se presentan los principales mecanismos y modalidades erosivas reportados por la literatura internacional especializada y existe afectación por erosión fuerte a media en el 43.3 % de la superficie agrícola (Pérez, J.M. y col., 1992). En la provincia de Cienfuegos los principales factores limitantes muestran afectaciones por baja fertilización natural y drenaje deficiente en los ocho municipios que la componen, y por erosión en seis de ellos, siendo el municipio Cumanayagua el de mayor incidencia en este factor limitante con el 93.6 % de degradación por este concepto en su territorio. (MINAGRI, 1989)

Los estudios sobre la degradación del suelo por procesos erosivos en Cuba tuvo sus inicios en investigaciones realizadas por Radkov (1973) en la provincia de Pinar del Río. En la región central del país comenzó en la década del 80 con trabajos desarrollados por la Estación Experimental de Suelos “Escambray” (hoy UCTB Cienfuegos) , constatándose las causas antropogénicas en la aceleración de este proceso degradativo y además su incidencia desfavorable en propiedades físico-químicas del suelo y rendimientos agrícolas de las cosechas entre otras.(Arteaga y col. 1990 y Cancio y col. 1990).

Relacionado con el uso indiscriminado del suelo la FAO y PNUMA (1980) destacan que el valor irremplazable del suelo como medio de producción es un elemento admitido

generalmente, en cambio su vulnerabilidad al abuso, aunque se habla mucho de ella, solo la reconocen plenamente quizás, los especialistas de la materia.

La agricultura cubana enfrenta hoy el reto de satisfacer las necesidades alimentarias de la población de forma sostenible. Para lograr este empeño, es evidente que las principales líneas de trabajo deben estar en función de abordar temas relacionados con el proceso de degradación acelerada de los suelos, pues no prestarle la debida atención a los procesos que la ocasionan, pueden comprometer el futuro del país.

Concerniente al tema se afirma que las pérdidas de suelo por la erosión repercuten directamente en la agricultura al disminuir los rendimientos de los cultivos y los recursos hídricos, pero también se ven afectados otros sectores de la economía y el medio ambiente en su conjunto debido a factores como las inundaciones o la acumulación de sedimentos en los ríos, presas y puertos (Altieri, 1995; Durán, 1998; Rosset, 1999 y Vandeermer, 2001).

No obstante, resulta oportuno consignar que uno de los problemas en la actualidad más compleja y difícil de encontrar solución adecuada, es el uso racional y óptimo de los suelos en los trópicos húmedos, sin que se hayan alcanzado hasta el presente, resultados definitorios o concluyentes que permitan diagnosticar el uso y manejo más ajustado en conformidad con los ambientes biofísicos que caracterizan a cada ecosistema (Febles y col., 2007).

Bautista 2004 enfatizan en que el suelo no ha recibido de la sociedad la atención que merece, a pesar de su importancia para la vida, ya que su degradación es una seria amenaza para el futuro de la humanidad, afirmación que enfatiza que se hace necesario satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Uno de los retos consiste en detener los procesos que aceleran la degradación de los suelos por erosión de los sistemas convencionales de producción, con el uso de medidas agronómicas y/o mecánicas para su control, pues el suelo no debe ser visto solamente como el sostén donde tiene lugar el crecimiento actual de las plantas sin pensar en su cuidado y protección para futuras generaciones.

El incremento de la producción de alimentos tendrá que ir acompañado con la adopción de tecnologías conservacionistas que protejan la tierra, el mismo tiempo que permitan la

restauración de ecosistemas de suelos degradados por el intensivo uso agrícola e industrial (Lal 2000).

La regionalización de trabajos que incluyan una tecnología para el correcto manejo del suelo afectado por erosión, cobra gran importancia, ya que este fenómeno existe a nivel mundial, acentuándose en los trópicos húmedos donde se localiza el archipiélago cubano (Sheng, 1990; Riverol, 1999).

En la Finca Sarduy, perteneciente a la UBPC Tabloncito no se han realizado con anterioridad proyectos sobre el manejo conservacionista del recurso natural suelo, solo se realizan actividades agronómicas de forma empírica.

Reflexionando sobre estos antecedentes, el presente trabajo se propone cumplir con los siguientes objetivos:

1.2 Objetivo general

Contribuir a disminuir el deterioro ambiental con énfasis en el recurso suelo en la Finca Sarduy del municipio Cumanayagua.

1.3 Objetivos específicos

- Diagnosticar la finca para el desarrollo de un manejo conservacionista del suelo.
- Diseñar una finca demostrativa en conservación y mejoramiento del suelo con un incremento del 15 -20% del rendimiento de los cultivos.
- Evaluar las pérdidas del suelo por erosión hídrica en campos seleccionados.

1.4 Justificación del estudio

La base de este trabajo radica en el deterioro progresivo de la capacidad productiva de los suelos de la finca “Sarduy” y la necesidad de su mitigación.

1.5 Problema de la investigación

Degradación acelerada de los suelos por erosión hídrica en áreas de la Finca Sarduy, municipio Cumanayagua.

1.6 Hipótesis de la investigación

Un manejo conservacionista del suelo influye de manera favorable en la preservación y mejoramiento del suelo en áreas de cultivos varios.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 El recurso suelo

Para Urquiza, M. y col., (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.

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

2.2 Concepto de erosión

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

2.3 Tipos de erosión

- Erosión geológica, normal o natural: Es aquella que ocurre como consecuencia solamente de las fuerzas de la naturaleza

- Erosión inducida o acelerada: Es aquella que se presenta cuando a la acción de los agentes naturales se agrega la acción del hombre. Este tipo de erosión es propiciado por el mal manejo del suelo y en términos generales es mas rápido que la geológica.

2.4 Causas de la erosión

En la causa de la erosión intervienen factores naturales en los que se incluyen las precipitaciones y el viento como fundamentales y factores antropogénicos en el que los

seres humanos con su acción sobre el suelo pueden acelerar el proceso de erosión pero a su vez mitigarlo.

Del análisis de las múltiples acepciones que ha recibido el término erosión del suelo, se evidencia que el desprendimiento de las partículas de tierra y su transporte necesitan una fuente de energía que puede ser el viento, la lluvia o el escurrimiento (Roose, 1981, Lal 2000).

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

2.5 Agentes de la erosión (naturales)

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

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

Como ejemplo tenemos la cuarteadura y descostramiento o exfoliación de las rocas por variaciones entre la temperatura del día y de la noche; esta variación solo afecta la superficie de las rocas, mientras que los cambios, debido alas variaciones lentas entre el verano y el invierno, tienen mayor impacto en la masa de las rocas.

- Los agentes biológicos: El proceso erosivo también esta influenciado por los organismos vivos en forma directa e indirecta. En forma directa por el pisoteo sobre las rocas o el suelo para disgregarlo y hacerlo más fácilmente transportable por el agua y el

viento; en forma indirecta, al comer parcial o totalmente la vegetación que lo protege, con lo que aumenta la susceptibilidad del suelo a la erosión. Caso típico del sobrepastoreo.

2.5.1 La lluvia

Todo transporte conlleva un gasto de energía. En el caso de la erosión real, es la energía de las gotas de lluvia las que desencadenan los procesos de destrucción de los agregados del suelo, con la formación de una película de golpeteo poco permeable y el surgimiento del escurrimiento superficial el cual asegura el transporte de las partículas desprendidas (Springer, 1976; Roose, 1977) entre otros.

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

Cuando una gota de lluvia hace impacto en el suelo, las partículas presentes en su superficie se esparcen , incrementándose el volumen de este desplazamiento o “splash” en razón directa con la velocidad con que se realice este impacto (Heyman, 1969 ; Huang y col. 1982) y al aplanamiento que experimentan en el extremo inferior durante su caída, lo cual aumenta la zona de impacto de esta en su proyección contra el suelo (Rochester y Burton, 1974; Aldurrach y Bradford, 1982); concluyeron que el potencial erosivo de una masa de agua precipitada en un intervalo de tiempo es función del tamaño, velocidad de la gota e intensidad de la lluvia .

Roose (1960) y Palmer (1963) coinciden en afirmar que la cantidad máxima de material de suelo desplazado por el impacto de las gotas de lluvia ocurre alrededor de 2 a 3 minutos después del comienzo de ésta, cuando la superficie del terreno está cubierta con una película de agua de espesor similar al diámetro de las gotas de lluvia .

En el análisis de la lluvia como causa primaria de la erosión de los suelos debe ser considerados como principales los parámetros pluviométricos siguientes: cantidad, intensidad, duración y frecuencia de las precipitaciones.

Lebrus (1933) y Hall (1949) han planteado que con frecuencia la cantidad de suelo erosionado no se corresponde con la cantidad de precipitaciones, situación que ha sido confirmada por las observaciones realizadas por Carter y col (1974), entre otros ha

establecido que la intensidad mínima de lluvia que puede causar erosión en los suelos tropicales es de 25 mm en 1 hora.

2.5.2 El Viento

Prácticamente todos los investigadores e instituciones especializadas Constantinesco (1976), U.S.D.A.(1980) etc., coinciden en que la erosión cólica es un fenómeno que ocurre generalmente en regiones planas y de pocas lluvias donde la vegetación natural crece escasamente, ofreciendo por tanto muy reducida protección del suelo y donde predominan además brisas o vientos de velocidad considerable.

El fenómeno no obstante puede manifestarse también en regiones húmedas en las cuales existen periodos prolongados de sequías.

En Cuba la erosión eólica contemporáneamente no constituye un problema fundamental ya que los suelos que pueden ser afectados mas seriamente son algunos de los ubicados en la zonas de sotavento del grupo de regiones montañosas del nordeste de Oriente; Valle central, llanura costera de Guantánamo y la premontaña de Guantánamo Cabo Cruz donde se produce un mínimo de las precipitaciones. El sector septentrional de la Isla de la Juventud y la llanura sur de Pinar del Río representan también otras subregiones que por sus características están expuestas a experimentar estos fenómenos (Febles, 1983)

2.6 Factores que participan.

Una vez iniciado el fenómeno de la erosión, éste puede acelerarse, disminuir o verse frenado completamente en un período de tiempo mas o menos largo en dependencia de la influencia conjunta de factores tales como: el régimen climático, la constitución geológica, relieve, tipo de suelo, vegetación, actividad socioeconómica y otros, de los cuales dependen en gran medida la degradación que experimentan los suelos en la superficie de la tierra por el temible flagelo de la erosión.

2.6.1 Régimen climático.

Este factor interviene con cierto número de sus elementos, Constantinesco (1976) señala que en las regiones templadas mayores de 35 grados, el peligro de erosión tiende a ser menor que en los trópicos, debido a que las lluvias son mas frecuentes, relativamente suaves y distribuídas a lo largo del año, lo cual ha sido corroborado por Tijomirov (1980). Lindsay y Gumba (1982) coinciden en que las condiciones tropicales,

el factor primordial e iniciador del proceso de la erosión hídrica en los suelos son las precipitaciones atmosféricas.

2.6.2 Relieve

Resulta un factor determinante en la erosión de los suelos. Si el clima es el factor generador de los procesos erosivos, el relieve es por excelencia el factor que los diferencian.

Se sabe que áreas vecinas bajo el mismo régimen climático pueden experimentar procesos erosivos de magnitud muy diferentes, condicionados por las peculiaridades geólogos-geomorfológicos que les caracterizan.

De ellos resultan, que al momento de interpretar el relieve, en relación con las pérdidas de los suelos producidas por la erosión deben ser considerados cuatro elementos fundamentales: inclinación o declive, longitud, forma y exposición de la pendiente.

En estudios realizados por Mechalov y col (1976) en San Diego de los Baños en la provincia de Pinar del Río, se determinó que con el aumento de pendiente en 4,5 veces el lavado del suelo se incremento 9 veces y la turbidez del agua en 45 veces.

La pendiente pues, esta estrechamente vinculada con las pérdidas de suelo, pudiéndose establecer que la erosión en surcos se produce hasta pendiente del 7% de inclinación, llegando a convertirse secuencialmente en cárcavas para valores mayores (Combeau, 1975).

No sólo la velocidad con que fluye el escurrimiento es una resultante del grado de pendiente, sino que lo es también de su longitud (Millar y Auntad, 1971).

Dangler 1976 y Shepashenko y col.(1984) confirman lo anterior, añadiendo que mientras mayor sea su longitud mayor será la cantidad de agua que caerá sobre ella y por tanto mayor la manifestación de los procesos erosivos. Sin embargo Lal 1957^a determino que en pendientes largas hay menos escurrimientos que sobre las cortas, sobre todo si se trata de suelos permeables.

2.6.3 Suelos.

La lluvia que llega al suelo, penetra en él, escurre o queda retenida en pequeñas depresiones de la superficie.

El impacto de las gotas de lluvias destruye los agregados del suelo y sus partículas, migrando éstas junto con el agua que se infiltra por los espacios porosos obstruyendo y

sellando la superficie del suelo 'formándose una costra superficial (Ellison y Slater, 1945). Esta costra a menudo consta de dos partes, una muy delgada (aproximadamente de 0,1 mm) en forma de estratos no porosos y una zona de hasta de 5,0mm de partículas finas lavadas. (Mc Intyre'1958 a). El suelo de la zona lavada es mas denso que el suelo subyacente (Lemus y Lutz, 1957). Las propiedades del suelo que tienen efecto sobre la erosión causada por el agua se agrupan de dos maneras: las que determinan la velocidad con que la lluvia penetra en el suelo y aquellas con las que el suelo resiste a la dispersión y erosión durante la lluvia y escurrimiento (Lindstrom y Bovoorhees, 1980).

Meyer y col (1980) y Young (1980) afirman que el tamaño, cantidad y distribución de las partículas que sean desprendidas de la superficie del suelo, dependen de la textura, estabilidad de los agregados y tipos de suelos.

En Cuba, Shepashenko y col. (1982), realizaron la evaluación de la resistencia antierosiva de los principales tipos genéticos de suelos mediante la evaluación de la profundidad del perfil, así como sus propiedades físicas y físico-químicas.

2.6.4 La vegetación

Las escorrentías y las pérdidas por erosión disminuyen considerablemente cuando los suelos están provistos de una buena cobertura vegetal, (Lal, 1975b, Barnett y col 1978) pero, esta aumenta rápidamente en los suelos con menos de 70% de cobertura vegetal (Copeland, 1965). La magnitud de suelo erosionado no se relaciona tanto con la escorrentías como con las proporciones reales de suelo desnudo, esto se debe a que el suelo arrastrado frecuentemente no arriba a los sectores inferiores de las pendientes ya que es interceptado por los sistemas radicales de la vegetación o por las grietas que forman sus raíces (Evans, 1984)

En los campos cultivados la erosión disminuye a medida que el cultivo se vuelve más denso, siendo esta disminución mas marcada cuando las plantas cubren mas del 30% de la superficie (Elwell y Stocking, 1976).Sin embargo Ilnér 1957 demostró experimentalmente que la erosión del suelo no solo depende de la cobertura vegetal, sino también de la dirección de los surcos o de la distribución de los surcos o de la distribución de sus filas en relación con la pendiente. De todos estos efectos, los mas

notables son los vinculados con el aumento de la infiltración y con la protección directa contra el impacto de las lluvias. (Andrade 1975; Adams y col 1978)

2.6.5 Actividad socioeconómica

La erosión de los suelos no es solamente un fenómeno físico, natural, sino también un problema social y económico. Fidel Castro 1983, planteo en el informe de la séptima cumbre de los países no alineados que el aumento acelerado de la población, unido al deterioro creciente de la fertilidad de los suelos y las pérdidas provocadas por la erosión, la desertificación y otras formas de degradación permiten asegurar dificultades para finales de siglos.

A escala mundial, las actividades humanas no agrícolas que aceleran el proceso de erosión son menos notorias (minería, construcción de caminos, carreteras, edificios y otros). Pero las actividades agrícolas que son de primordial importancia están muy generalizada y casi todas tienden a aumentar el peligro de la erosión (Garduño y col 1977).

2.7 Clases de erosión causadas por el agua.

La erosión causada por el agua se divide generalmente en tres tipos, las cuales pueden ocurrir simultáneamente sobre el mismo terreno. Estos tipos se denominan erosión laminar, erosión en surco y erosión en zanjonos.

La erosión laminar consiste en la remoción de capas delgadas o mas o menos uniforme de suelo sobre toda una área. Es la forma menos notable del temible flagelo y, por lo mismo la más peligrosa. A través de su acción comienza a tomarse de color mas claro el suelo superficial por efecto de la remoción del humus, y a reducirse la productividad de los terrenos en forma progresiva.

La erosión en surcos ocurre cuando por razón de pequeñas irregularidades en la pendiente del terreno, la escorrentía se encuentra en algunos sitios hasta adquirir volúmenes y velocidad suficiente para hacer cortes y formas canalículos que se destacan en el terreno.

La erosión en zanjonos o en cárcavas se presenta generalmente cuando hay una gran concentración de la escorrentía en determinadas zonas del terreno y se permite que año tras año vayan ampliándose los surcos formados por la acción de esas corrientes de gran volumen y velocidad.

2.8 Efectos de la erosión hídrica

Los daños ocasionados por la erosión son diversos. En las zonas erosionadas el suelo se empobrece, disminuye de espesor y en los casos extremos desaparece. El horizonte superior del suelo, el más rico en humus y elementos nutritivos, es el primero en ser arrastrado dejando, a la larga, desnudos los horizontes inferiores con propiedades físicas, químicas y microbiológicas menos favorables para el establecimiento de la vegetación (Wischmier y Smith, 1960).

La composición mecánica de los suelos es uno de los índices importantes que determinan los efectos de la erodabilidad de las tierras, un alto contenido de pequeñas partículas facilita una mayor escorrentía sólida ante velocidades insignificantes de la escorrentía superficial, las pequeñas partículas pasan con mayor facilidad al estado de suspensión en la corriente de agua y son arrastradas (Wischmier y Smith, 1978). De aquí la importancia que tiene la realización de un mínimo de labores en la preparación de las tierras para la siembra.

A nivel mundial (Orellana, R. 2001) se ha evidenciado que en los suelos erosionados el desarrollo de las plantas es inferior y el rendimiento decrece en la medida que se intensifica el proceso erosivo, por lo que el uso de acciones encaminadas a la conservación de los suelos cobra gran relevancia.

2.9 Sistemas de conservación de suelos

Las prácticas encaminadas a aumentar las resistencias o disminuir las fuerzas que intervienen en la erosión, se denominan, prácticas de conservación de suelos.

Con este propósito, a través de la historia, varias han sido las acciones que los seres humanos han utilizado y en dependencia del grado de complejidad o la temporalidad en los campos se han agrupado en agronómicas y mecánicas o también en temporales y permanentes.

Puede dividirse en culturales- agronómicas y mecánicas, según se trate de las modificaciones a los sistemas de cultivos, se utilicen la propia vegetación o se recurra a estructuras artificiales construídas mediante la remoción y disposición adecuada de porciones de suelos. A continuación se describen según MINAGRI, 2004:

Prácticas culturales y agronómicas

- Las principales prácticas de esta clase son:

- Distribución adecuada de los cultivos en la finca
- Laboreo mínimo del suelo
- Subsolación
- Siembra en contorno.
- Adición de materiales orgánicos y biofertilizantes
- Rotaciones de cultivos
- Coberturas vivas y muertas
- Abonos verdes
- Fajas buffer
- Barreras vivas y muertas (medida permanente)

Prácticas mecánicas (medidas permanentes)

- Canales de desviación
- Terrazas de absorción y de desagüe
- Terrazas individuales
- Represas para el control de cárcavas

Cuba posee las herramientas y voluntad política para contrarrestar los efectos de la erosión del suelo en el decreto 179 “Protección, uso y conservación de los suelos y contravenciones” y el Programa Nacional de Conservación y Mejoramiento de Suelos (PNCMS) que rectorea la actividad de preservación, rehabilitación y mejoramiento de este recurso natural mediante el uso de tecnologías sostenibles.

En la agricultura cubana se han llevado a la práctica medidas integrales de este tipo, pero aun no forman parte de importancia suprema en las tecnologías agropecuarias del sector privado ni estatal.

3. Materiales y métodos

3.1 Localización o contexto

El trabajo se desarrolló durante el año 2011 en áreas de la Finca Sarduy perteneciente a la UBPC Tabloncito de la Empresa pecuaria El Tablón. Limita al este con el Canal Cidra-Avilés, por el oeste y norte áreas de la vaquería 23 y por el sur camino interno Tabloncito-Cidra.

Posee suelo Pardo Grisáceo según nueva versión de clasificación de los suelos de Cuba (Hernández y col., 1999) con las siguientes características: suelo sobre corteza

de granodiorita, roca ígnea intermedia, medianamente profundo, medianamente erosionado, loam arenoso, poco granilloso, topografía ondulada con pendientes de 6-20 % en sus once campos actuales. Atiene un área total de 11.42 ha, dedicada a cultivos varios y hortalizas. Posee riego para el 40 % de los campos y tracción animal para las labores agrícolas. La fuerza de trabajo está constituida por 6 hombres y dos mujeres. La precipitación anual promedio es de 1524.7 mm, con un período poco lluvioso en los meses comprendidos entre noviembre-abril y un período lluvioso en mayo-octubre.

El uso del suelo previo a la constitución de la finca fue de cuarterones para el pastoreo de ganado vacuno con cargas de 3.8 UGM.ha⁻¹.

3.2 Etapas de la investigación:

Se estructuró siguiendo las siguientes fases:

- I. Diagnóstico de la finca.
- II. Confección de manejo antierosivo para los campos.
- III. Ejecución de la propuesta de manejo.
- IV. Evaluación

3.3 Metodología Aplicada:

3.3.1 Determinación del grado de erosión y selección de las medidas de conservación y mejoramiento.

Para la determinación de la magnitud de la erosión se utilizó el método descriptivo-comparativo mediante la técnica del perfil patrón descrita por Soca (1987). Para el resto de los factores limitantes la información se extrajo del mapa 1:25000 (MINAGRI (1989) y de los datos obtenidos del muestreo agroquímico de los campos. Dichas informaciones fueron corroboradas mediante recorridos de campo y criterios de trabajadores de la finca y de expertos en el tema.

Para los muestreos de suelo, se tomaron diez muestras al azar en los campos en forma de zigzag eludiendo montículos, depresiones, cercanías de caminos, etc.

Los análisis de las muestras fueron realizados en el Laboratorio de la Estación Experimental de Suelos y Fertilizantes de Barajagua, municipio Cumanayagua, provincia Cienfuegos, perteneciente al Ministerio de la Agricultura (MINAGRI).

La determinación de las formas móviles de fósforo se obtuvo por el método colorimétrico de Oniani, (NC-5119). El pH en cloruro de potasio (pH KCl), se determinó

por el método potenciométrico, con relación suelo - solución 1:2.5, según ISO 10390 (1999) y la materia orgánica por el método colorimétrico Walkley-Black (NC 52, 1999).

3.3.2 Medición del control de la erosión.

Para la medición de la efectividad de algunas de las prácticas utilizadas en el control de la erosión se midió la cantidad de suelo retenido en la parte superior de las medidas permanentes efectuadas por el método de transeptos propuesto por Anaya y col.1977, Hernández, C. 2008 y Urquiza N. y col. 2011 . En el procedimiento se tiene en cuenta el volumen de suelo depositado en m^3 , la densidad aparente en $t.m^3$ y el área protegida del campo en ha. La cantidad de suelo retenido se obtiene al realizar el siguiente cálculo:

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

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

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

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

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

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

$$V = I \bullet a \bullet h$$

Donde:

V –Volúmen de suelo depositado en la parte superior de la medida permanente en m^3

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

a — ancho que ocupa el sedimento depositado en metros

h — altura o profundidad del suelo depositado en metros

3.3.3 Selección de las medidas de Conservación y Mejoramiento:

Con los resultados agroquímicos y características de los campos en el que se tiene en cuenta los factores limitantes topografía, grado de erosión, uso del suelo, opinión de productores/as del área, disponibilidad de recursos en finca y disposiciones vigentes

establecidas en el Artículo 34 del Decreto 179 sobre uso y conservación del suelo, se confeccionó la propuesta de manejo conservacionista campo a campo.

3.3.4 Ejecución de las medidas de Conservación y Mejoramiento

Las medidas seleccionadas se ejecutaron de la siguiente forma:

- Laboreo mínimo: realizar la cantidad menor posible de labores en la preparación del suelo, que de forma general consistió en roturación con tracción animal o mecanizada, dos pases de gradas y surque.
- Siembra en contornos: en terrenos con pendientes inferiores a 5-6% se sembró en contornos con una inclinación de desagüe de 0.7-1 %. También se utilizó en los campos con trazado de barreras vivas, muertas y con canales terraza.
- Barreras muertas: trazado con nivel topográfico o caballete rústico y la posterior colocación de obstáculos recolectados en el mismo lugar (piedras, troncos, ramas, etc).
- Barreras vivas: trazado con nivel topográfico o caballete rústico y la posterior siembra a tres bolillos de plantas de Vetiver, King-Grass y piña.
- Canales terrazas: En campos con pendiente superiores a 5-6 %, trazado con nivel topográfico con una caída de 0.7-1% de desnivel y construcción del mismo con arado de discos.
- Aplicación de humus lombriz: Se aplicó a una dosis de 4 t.ha^{-1} localizada en el surco al momento de la siembra. En la finca se autoabastecen del producto por tener un área de lombricultura establecida.
- Elaboración y Aplicación de compost: En la finca se fabrica (a partir de la fermentación de restos de cosecha, podas de cercas mezclados con estiércol vacuno) y aplica en dosis de $8-10 \text{ t.ha}^{-1}$ localizado en el surco al momento de sembrar.
- Aplicación de Rhyzobium y azotofos: Producido en el laboratorio de la Estación Experimental Escambray y aplicado en el cultivo del Frijol el primero y el azotofos en el cultivo del maíz. La dosis utilizada fue de una bolsa de 750 g para un quintal de semilla inoculando la semilla antes de la siembra, para esto se le añade al producto agua descontaminada en horas frescas de la mañana y a la sombra, preparando una papilla a la que se añade la semilla mezclándola en una

manta para la posterior siembra.

3.3.5 Croquis de campo de la finca

Se realizó recorrido por toda la finca para un análisis visual, medir las pendientes de cada campo con nivel topográfico o caballete rústico y conocer sus direcciones de escurrimiento, anotar puntos de referencia, nombre de los campos. Con dichos datos se confeccionó un croquis manual que recoge localización de los campos en la finca, sus nombres, sentido de las pendientes, puntos de referencia fundamentales y las medidas de conservación permanentes propuestas.

3.3.6 Medición de rendimientos

Para determinar el rendimiento de los diferentes cultivos se tomaron diez mediciones al azar en los campos, abarcando un área determinada en dependencia del marco de siembra:

- Frijol. (0.45x0.25m). Se pesaron los granos cosechados al azar en 4.44 m lineales en el surco, que equivale a un área evaluada de 2 m²
- Yuca. (0.90x0.70 m) Se pesaron los tubérculos cosechados al azar en 3 metros lineales, que equivale a 3 m².
- Tomate (1.40 x 0.20 m) Se marcaron con estacas diez áreas al azar, para garantizar que en cada cosecha se pesaran los frutos del área evaluable inicial. Abarcaron dos surcos de 2.0 m lineales, que corresponde a 5.6 m².
- Maíz (0.90 x0.40). Se pesaron los granos de las mazorcas cosechadas al azar en 3.33 m lineales en el surco, que equivale a un área evaluada de 3 m².
- Boniato (0.90 x 0.25) Se pesaron los tubérculos cosechados al azar en 3.33 m lineales en el surco, que equivale a un área evaluada de 3 m².
- Pimiento (0.60 x 0.25m) Se marcaron con estacas diez áreas al azar para garantizar que en cada cosecha se pesaran los frutos del área evaluable inicial. Abarcaron dos surcos de 1.5 metros lineales, que corresponde a 3.0 m²
- Calabaza (1.8x1.8 m).Se tomó un marco metálico de 3x3 m y se midieron los rendimientos en diez áreas al azar de 9m².

En el presente trabajo se analiza el comportamiento de la ejecución de una tecnología conservacionista en cuatro campos durante el año 2011: La Ceiba, El Mango, El Jagüey y La Yúa.

La rotación de cultivos utilizada en los campos bajo estudio fue la siguiente:

Campo La Ceiba. Tomate - Maíz. El tomate fue variedad cambel y el maíz híbrido HT 66,

Campo El Mango. Frijol- Pimiento. El frijol fue variedad ICA pijao y el pimiento california wonder.

Campo Jagüey--. Yuca, variedad señorita.

Campo La Yua. Calabaza -Boniato. La calabaza fue variedad RG-253 y el boniato 78-354.

Los factores objeto de estudio se relacionan a continuación:

- Rendimiento de las cosechas
- Propiedades químicas del suelo (pH, P_2O_5 y MO)
- Control de la erosión

3.3.7 Análisis estadísticos.

Los resultados obtenidos de los análisis químicos de suelo y rendimientos de los cultivos se sometieron a ANOVA completamente aleatorizado con programa STATGRAPHICS Centurion XV Versión 15.2.05, para un nivel de confianza de 99 % (significación $p < 0.01$). Se compararon el tratamiento control (sin medidas conservacionistas o de mejoramiento) con la variante donde se ejecutó un manejo conservacionista. Los estadígrafos que se utilizaron fueron la media aritmética, el coeficiente de variabilidad y el error estándar.

Para la valoración de los rendimientos de forma general, no se midió el efecto de una sola medida sobre los cultivos, sino que el rendimiento es la resultante de la aplicación de la integración de varias medidas para cada área evaluada en un tiempo limitado de un año.

4. Resultados y discusión

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 proteger y mejorar la calidad de este recurso natural. Gomero y Vázquez (2004) expresan que en la degradación acelerada de los suelos por la acción de los seres humanos, interviene la degradación física donde las partículas

son salpicadas y transportadas por la acción del agua de lluvia, mientras que la degradación química reduce la capacidad de nutrir las necesidades de las plantas.

Nombre del campo	Área ha	% de pendientes	Factor limitante principal	Tecnología conservacionista propuesta.
------------------	---------	-----------------	----------------------------	--

Es así que el trabajo inicial en la finca Sarduy consistió en realizar un diagnóstico del estado actual de sus campos para de acuerdo a la topografía, información del mapa 1: 25 000, análisis de muestras de suelo realizadas, régimen pluviométrico, tipo y uso del suelo, recursos de mecanización agrícola, decreto 179 y opinión de los productores, planificar el trabajo a ejecutar.

De esta forma se obtuvo (Tabla 1) que dentro de los factores limitantes del rendimiento agrícola fundamentales se encuentran la fertilidad natural, la pendiente del terreno, la erosión hídrica y la acidez.

La fertilidad natural catalogada de pobre debido a que el suelo es Pardo Grisáceo, no evolucionado totalmente en su formación y que ha sido sometido a explotación intensiva sin tener en cuenta su protección y mejoramiento; pendiente del terreno ondulada con valores de 3-14 % acorde a la topografía accidentada propia del municipio Cumanayagua que se sitúa en la falda del macizo Guamuhaya y erosión con grado medio ya que ha perdido el 47.4 % su horizonte genético más fértil. (el horizonte A posee un promedio de 10 cm de espesor y el perfil patrón del suelo Pardo Grisáceo es de 19 cm)

La degradación por erosión está asociada a factores naturales como la topografía, régimen pluviométrico elevado de 1200 – 2000 milímetros, concentrados fundamentalmente en el período mayo a octubre y a la baja resistencia antierosiva de los suelos Pardos Grisáceos según clasificación de Shepashenko y col. (1983). A esto se suma la acción antrópica, quienes aceleran el proceso de erosión geológica o natural al no tener en cuenta de forma general, un manejo de las tierras que incluya prácticas de protección y de mejoramiento.

El Jagüey	0.8	6-8	Erosión, fertilidad natural, pendiente, acidez	Laboreo mínimo, siembra de barreras vivas, siembra en contorno, adición de materiales orgánicos, siembra de abonos verdes.
El Eucalipto	2	6-8	Erosión, fertilidad natural. pendiente , acidez.	Laboreo mínimo, siembra de barreras vivas, siembra en contorno, adición de materiales orgánicos, incorporación de restos de cosecha.
King grass	1	5-6	Erosión, fertilidad natural.. pendiente, acidez	Laboreo mínimo, siembra en contorno, adición de materiales orgánicos, incorporación de restos de cosecha.
Fruta bomba	.66	3-4	Erosión, fertilidad natural.. pendiente, acidez	Laboreo mínimo, siembra en contorno, adición de materiales orgánicos, incorporación de restos de cosecha.
El limón	1.25	8-10	Erosión, fertilidad natural.. pendiente, acidez	Laboreo mínimo, construcción de canal de terrazas con barreras vivas, siembra en contorno, adición de materiales orgánicos, incorporación de restos de cosecha.
La yua	2	3-5	Erosión, fertilidad natural.. pendiente, acidez	Laboreo mínimo, siembra de barreras vivas, siembra en contorno, adición de materiales orgánicos, incorporación de restos de cosecha.
El algarrobo	0.62	4-6	Erosión, fertilidad natural.. pendiente, acidez	Laboreo mínimo, siembra de barreras vivas, siembra en contorno, adición de materiales orgánicos, siembra de abonos verdes.

Tabla 1. Algunos resultados del diagnóstico de la Finca Sarduy y manejo.

Nombre del campo	Área ha	% de pendientes	Factor limitante principal	Tecnología conservacionista propuesta.
El mango	2	6-8	Erosión, fertilidad natural.. pendiente, acidez	Laboreo mínimo, construcción de canal terrazas, montaje de un área de lombricultura y compost, siembra de barreras vivas, siembra en contorno, adición de materiales orgánicos.
La ceiba	2	12-14	Erosión, fertilidad natural. pendiente, acidez	Laboreo mínimo, construcción de canales terrazas con barreras vivas, rotación de cultivo, incorporación de restos de cosechas, adición de materiales orgánicos.
La guácima	1.16	4-6	Erosión, fertilidad natural.. pendiente, acidez	Laboreo mínimo, siembra en contorno, adición de materiales orgánicos, incorporación de restos de cosechas.
El aguacate	0.42	3-5	Erosión, fertilidad natural.. pendiente, acidez	Laboreo mínimo, siembra en contorno, adición de materiales orgánicos, incorporación de restos de cosechas, siembra de abonos verdes.
Total Área	11.42			

Los parámetros químicos del suelo evaluados según Mesa y col. 1984 reportan que el ph es medianamente ácido, el contenido de fósforo asimilable medio y la materia orgánica baja. (Tabla 2)

Es de destacar, que al comparar dichos parámetros con el perfil tomado en 1980 para la confección del mapa 1:25 000 en los cuatro campos seleccionados para la realización del trabajo se observan valores superiores en el contenido de P_2O_5 debido a las aplicaciones de fertilización mineral que se realizaban en las áreas de pastoreo (antecedente de la finca) y que de forma esporádica se realizaba después de pertenecer a cultivos varios.

Se aprecia una degradación física del suelo en la tendencia a intensificar la acidificación, lógica por el deterioro a que ha sido sometido el suelo (FAO, 2007) y una disminución considerable del contenido de materia orgánica, que a criterio de Hipólito (2000), es de suma importancia pues la misma forma parte del ciclo del nitrógeno, del

azufre y del fósforo, contribuye a la asimilación de nutrientes, mejora la estructura y la retención de agua del suelo, y da soporte a todo un mundo de microorganismos cuya actividad resulta beneficiosa para el cultivo.

Tabla 2. Parámetros agroquímicos de la finca Sarduy comparados con el muestreo de suelo realizado en 1080.

Nombre del campo	pH (KCl) U	P₂O₅ inicial mg.100g⁻¹	MO inicial %
Jaguey	4.69	13.40	1.95
Yua	4.53	10.10	1.89
Ceiba	4.52	11.67	1.86
Mango	4.54	10.97	1.88
Datos mapa 1:25 000	5.0	1.03	2.11

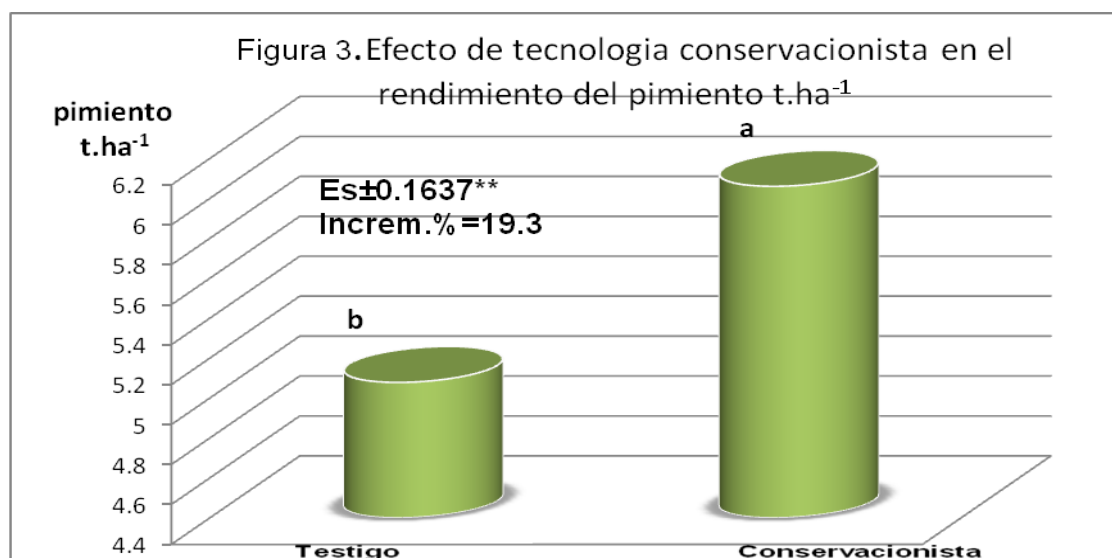
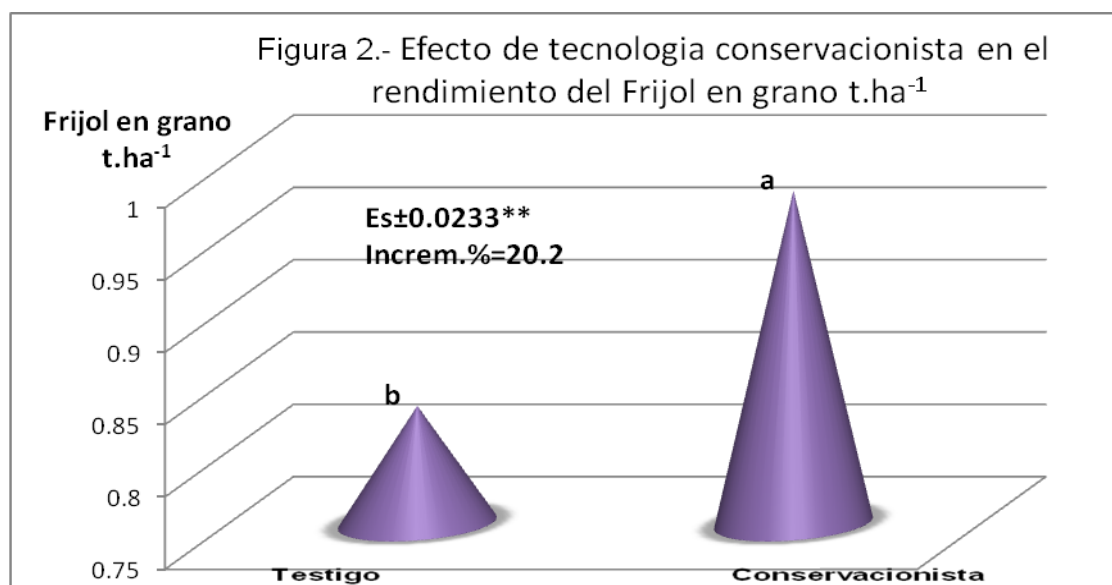
Estos resultados denotan que son necesarias la realización de prácticas de manejo adecuadas para este recurso natural y las mismas se encuentran respaldadas por el Programa Nacional de Conservación de suelos de Cuba (MINAGRI, 2001)

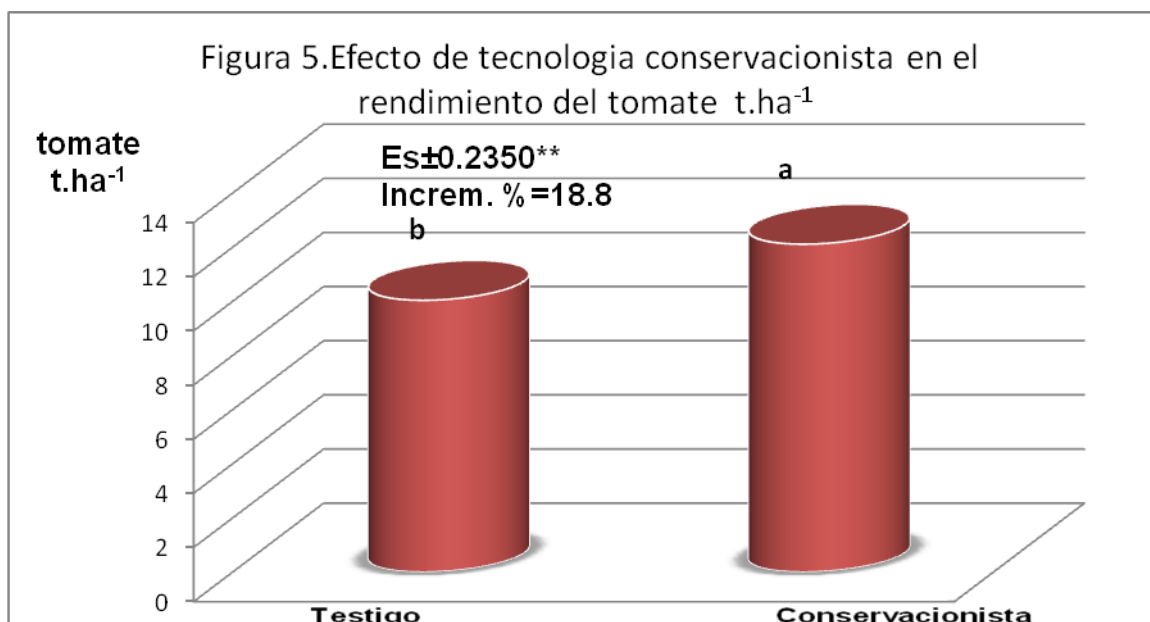
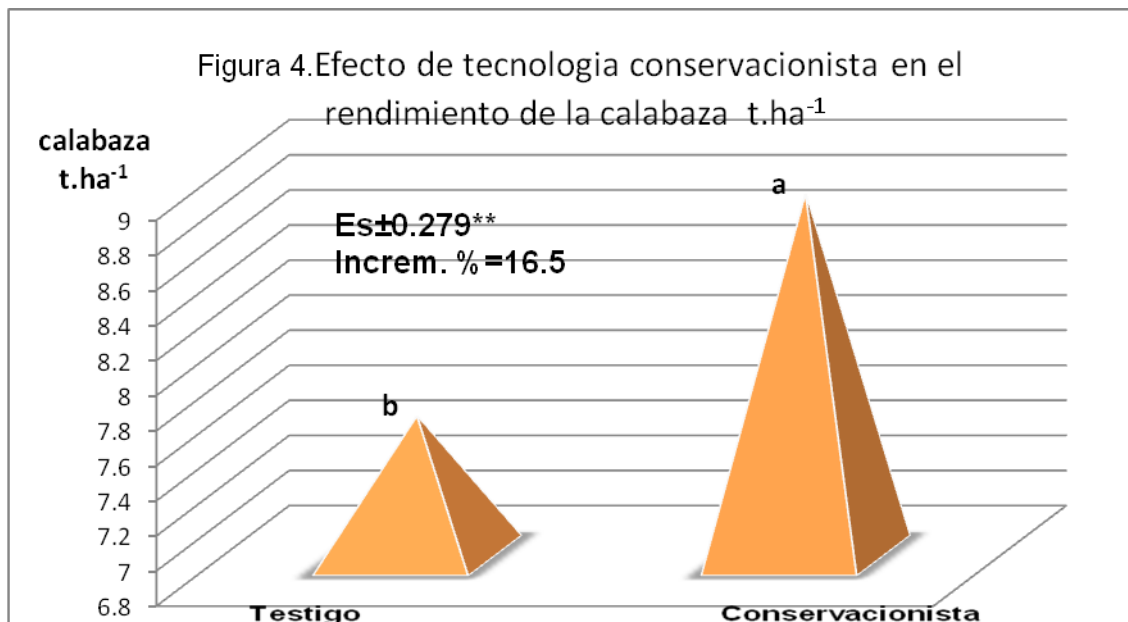
En base al diagnóstico realizado de las áreas, se propuso de conjunto con los propietarios, la tecnología de conservación y/ o mejoramiento a utilizar en cada campo, la que se describe en la Tabla 1. En las medidas se incluyen una mezcla de labores agrotécnicas con labores mecánicas sencillas, y la mayoría de ellas basadas en resultados obtenidos en investigaciones de la Estación Experimental Escambray (Arteaga y col. 1990, Arteaga y col. 1999, Cancio y col. 1990, Hernández y col. 2002) y que estuvieran al alcance de los recursos de la finca pues no se llevaron a efecto la totalidad de las medidas necesarias.

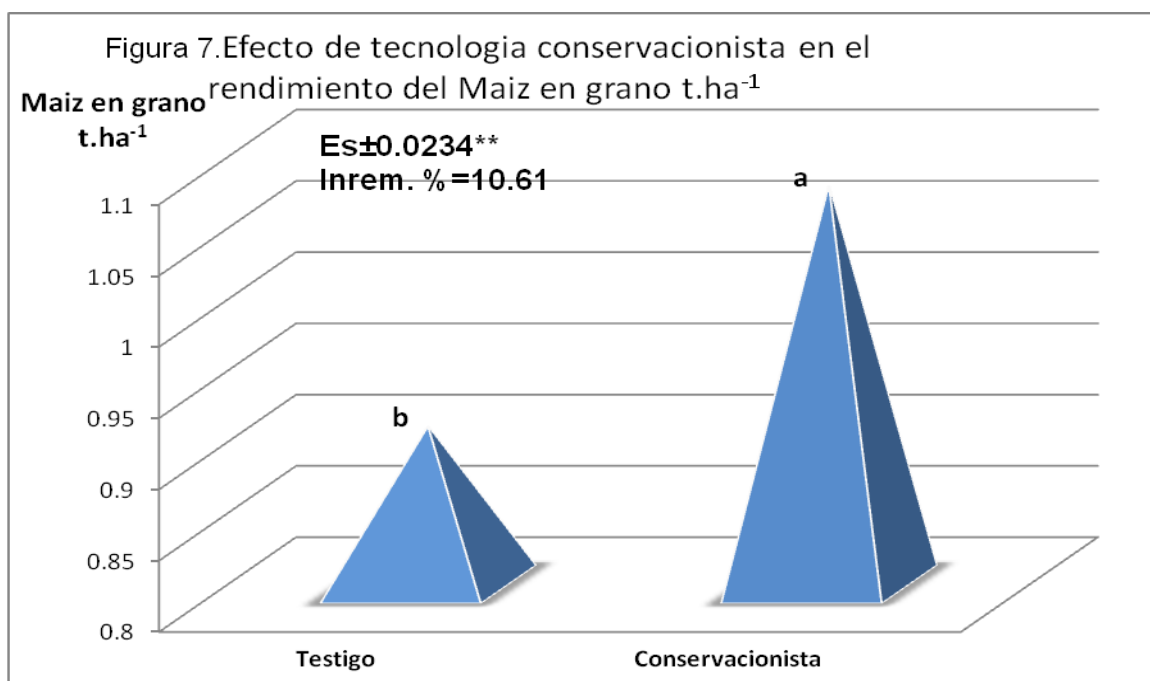
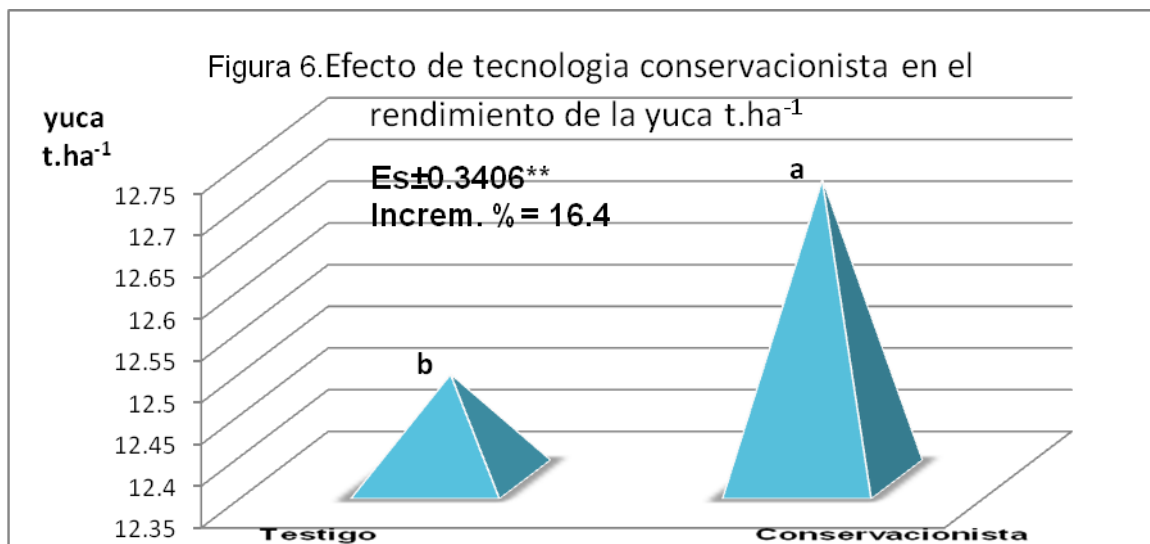
Con los datos del recorrido inicial se construyó un croquis de la finca en el que aparecen los datos fundamentales de los campos y las medidas permanentes de conservación (Fig. 1), lo que constituyó una importante herramienta de trabajo para la ejecución y seguimiento de las prácticas conservacionistas. .

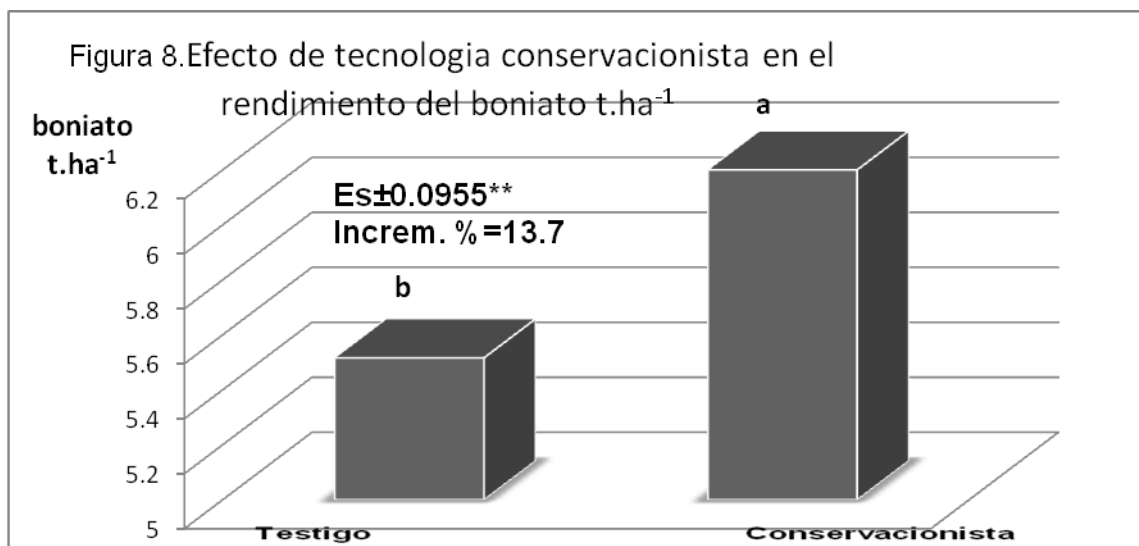
El efecto de la implementación de las tecnologías propuestas en el área de estudio sobre el rendimiento de los cultivos (Fig. 2-8) fue favorable apreciándose un incremento

promedio de 12.8-19.3 % con relación al rendimiento inicial finca.









El efecto beneficioso de la adición de humus de lombriz, estiércol vacuno descompuesto o compost unido al uso de medidas conservacionistas (canales terraza, barreras vivas, labranza mínima, siembra en contorno) se pudo constatar en los cuatro campos bajo estudio, pues en todos los cultivos de la finca se utilizaron indistintamente en las diferentes siembras.

El humus de lombriz se utilizó en las hortalizas, yuca y en el nido de las semillas de calabaza, el compost para el maíz y la materia orgánica proveniente de estiércol vacuno descompuesto, en el boniato.

Con relación al empleo de materiales orgánicos, Jaramillo (1992) afirma que el humus de lombriz es un abono muy eficaz, pues además de poseer todos los elementos nutritivos esenciales, contiene una flora bacteriana riquísima, que permite la recuperación de sustancias nutritivas retenidas en el terreno, la transformación de otras materias orgánicas y la eliminación de muchos elementos contaminantes.

Al respecto Ponce de León y Balmaseda (2009) afirman que la materia orgánica influye en la resistencia de los suelos a la erosión y es un elemento favorecedor en la composición tanto física, química como biológica del suelo, puede además formar un complejo con las arcillas, que reduce la capacidad de los agregados de humedecerse e impide que el agua destruya la estructura del suelo y de ahí la importancia de aplicarla, independientemente de su fuente, cuando existen suelos con bajos contenidos.

Es decir, que el empleo de un conjunto de medidas que incluyen una mezcla de prácticas conservacionistas y/o de mejoramiento y su influencia en el rendimiento de las cosechas se pudo apreciar en todos los cultivos evaluados.

La tecnología utilizada se basa en resultados obtenidos por Arteaga y col., (1990) y Cancio y col. (1990) en estudios realizados sobre procesos erosivos en la región central de Cuba y al aplicarlas en las áreas de la finca bajo estudio se corrobora que es factible su utilización.

Con relación al tema en esta zona edafoclimáticas del país se destacan investigaciones realizadas en la utilización de medidas agroproductivas para la conservación y mejoramiento de los suelos tabacaleros (Moskvishov et al. 1987, Cancio et al. 1990), para viandas, hortalizas y pastos (Arteaga et al. 1990), cuantificación de la erosión bajo diferentes usos de la tierra (Peña et al. 1988) y selección de cultivos como abono verde

entre otros (Cancio et al. 1985).

Al examinar los resultados analíticos del suelo al inicio y final del año de estudio (Tabla 3), observamos poca variación en los contenidos del pH y un incremento aunque no significativo en los contenidos de fósforo asimilable y materia orgánica. Solo se observaron diferencias estadísticas en fósforo asimilable y materia orgánica para el muestreo realizado en el campo Jagüey, lo que puede estar asociado a que la aplicación del material orgánico fue superior al resto de los campos (6 t-ha vs 4 t-ha)

Tabla 3. Influencia de las tecnologías conservacionistas y de mejoramiento utilizadas en algunas propiedades del suelo.

	pH (KCl) inicio	pH (KCl)final	CV (%)	Es
Jaguey	4.69	4.61	5.65	0.0586 NS
Yua	4.53	4.55	5.70	0.0578 NS
Ceiba	4.52	4.60	5.46	0.0556 NS
Mango	4.54	4.55	3.65	0.0371 NS
	P2O5 inicial mg.100 g	P2O5 final mg.100 g	CV (%)	Es
Jaguey	11.19 b	13.40 a	13.58	0.3734**
Yua	10.10 b	11.65 a	12.55	0.3053 **
Ceiba	11.67	12.18	10.93	0.2915 NS
Mango	10.97	11.25	9.92	0.2466 NS
	MO inicial %	MO final %	CV (%)	Es
Jaguey	1.76 b	1.95 a	7.94	0.0329**
Yua	1.89	1.89	7.93	0.0323 NS
Ceiba	1.86	1.86	10.33	0.0439 NS
Mango	1.82	1.88	7.83	0.0324 NS

Se ha planteado por varios autores que el estiércol vacuno en dosis de 25-30 t.ha⁻¹ incorpora una gran cantidad de fósforo que se va haciendo asimilable paulatinamente de aquí que su residualidad sea de dos a tres años (Hernández Consuelo y col, 1989 y Arteaga y col 1981), Dicha tendencia no fue apreciada en tres de los cuatro campos evaluados debido a que las cantidades del material orgánico utilizado fue en dosis bajas y además localizado en el surco.

Estos mismos autores comprobaron que aún utilizando aplicaciones de 30 t.ha⁻¹ de estiércol vacuno, el contenido de materia orgánica en el suelo tendía a valores semejantes al inicial y no a un incremento significativo.

En sentido general, los parámetros medidos que dan indicios de rehabilitación no son satisfactorios para el grado de deterioro del suelo en los campos de la finca, necesitan a toda costa del uso de materiales orgánicos como medida agronómica, pero no de forma localizada en los surcos, sino, aplicarlos en toda el área para ser incorporados como enmendantes y no solo como fuente de nutrientes como de forma usual se hace en las áreas agrícolas.

Es así que cobra vital importancia la ejecución de la totalidad de las medidas propuestas en base al diagnóstico inicial y la utilización sistemática de prácticas orgánicas en las áreas donde se realizan y comenzarlas en las que no se ejecutan, como una vía al alcance de los productores y productoras para mejorar y/o conservar el recurso natural suelo.

En la Tabla 4 observamos la efectividad de las medidas de conservación del suelo en cuatro campos de la finca en estudio. La aplicación de medidas permanentes unidas a medidas agronómicas han permitido retener desde 7.93-13.33 t. ha⁻¹, evitando así la pérdida del suelo por erosión y con ello de los nutrientes y materia orgánica. Estos datos alertan que la protección de los suelos es una necesidad imperiosa del ahora y que en la mayoría de las ocasiones por el apremio de cumplir planes quedan en un segundo plano. Hubo una mayor deposición de suelo en el campo La Ceiba debido a que posee una pendiente superior y los procesos erosivos guardan una estrecha relación con este elemento topográfico, se incrementa a medida que existe una mayor inclinación en los terrenos.

Al respecto Hernández Consuelo y col., (2002) señalan que el empleo de tecnologías conservacionista en diferentes condiciones edafoclimáticas y para diversos cultivos, atenuaron las pérdidas de suelo en 25-90% e incrementaron el rendimiento de las cosechas en 20-129% y que dichos estudios aportaron herramientas para el desarrollo de actitudes conservacionistas en el territorio de la región central de Cuba. Estos autores (Hernández Consuelo et al. 2008) señalan que a partir de 2004 se llevan a la práctica acompañados de capacitación con métodos participativos.

Tabla 4. Suelo Retenido en los campos que poseen canal terraza y barreras vivas.
(Procesamiento de datos en base a cálculos matemáticos (Anaya y col. 1977)

Finca	Área (ha)	Pendiente (%)	Tecnología conservacionista	Largo total (m)	Suelo retenido t.ha⁻¹
Campo La Yúa (BV Vetiver)	2	4 – 6	LM, BV, C	250	8.30
Campo El Mango (BV King Grass)	2	6 - 8	LM, BV, C	150	8.03
Campo Jagüey (BV Vetiver)	0.8	6 - 8	LM, BV, C	100	7.93
Campo La Ceiba (T)	2	12 - 14	LM, T, C	150	13.33

Conclusiones

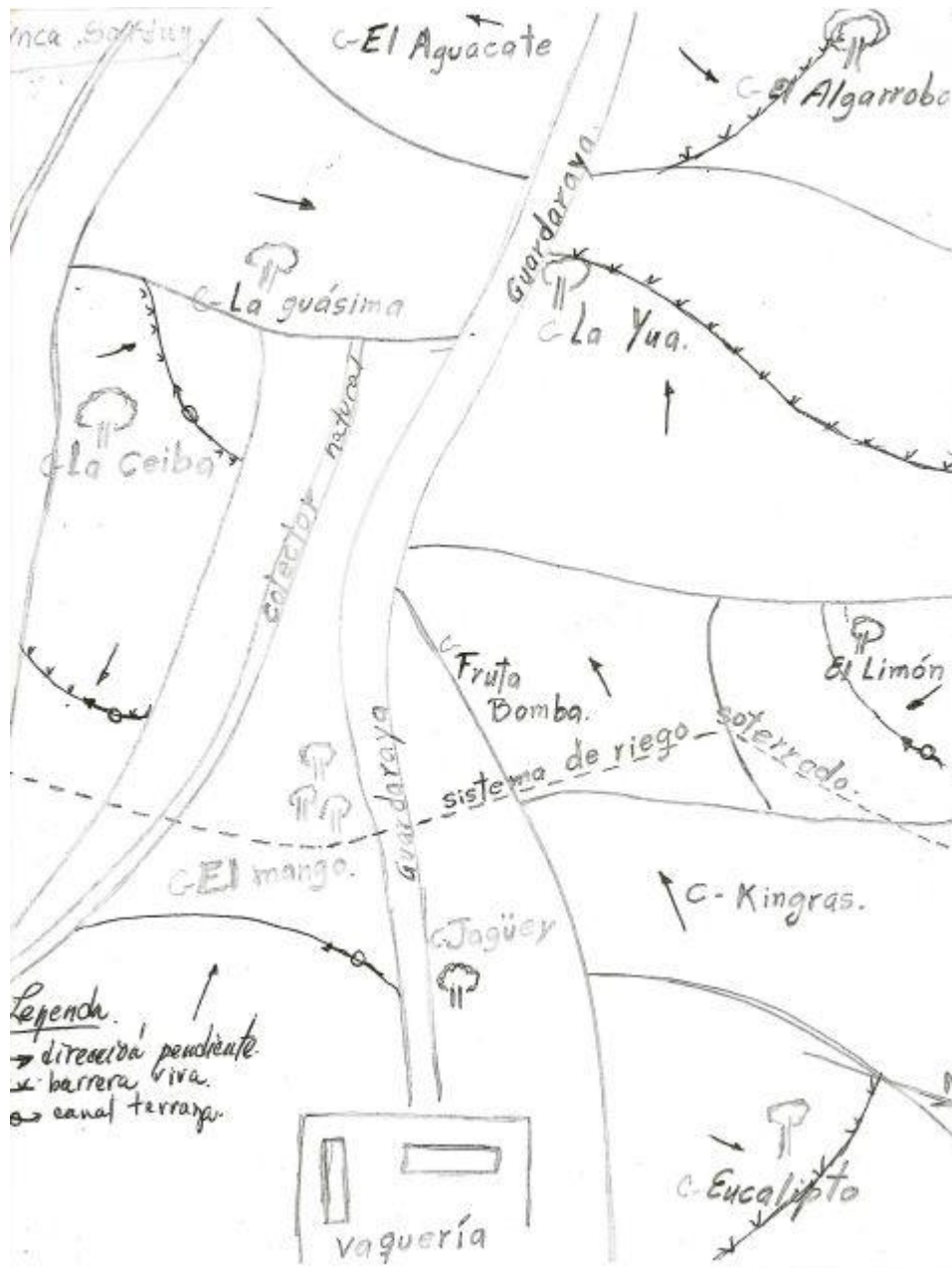
La implementación del manejo conservacionista del suelo utilizado en la Finca Sarduy incidió en:

- Incremento del rendimiento de las cosechas de 12.8 - 19.3 ·%
- Disminución en los procesos erosivos con una retención de suelo transportado por el escurrimiento superficial de 7.93-13.33 t.ha⁻¹.
- Mantenimiento de los contenidos del pH en el suelo y un incremento aunque no significativo en los contenidos de fósforo asimilable y materia orgánica.

Recomendaciones

Extender trabajos similares a otras unidades de producción con condiciones edáficas similares.

Fig .1 Croquis de la finca Sarduy



Bibliografía

- Adams, J.E. (1978). Influence of spacing of grain sorghum on ground cover, runoff and erosion. New York: Soil Sci.Am.Jour.
- Aires, Q.C. (1976). *La erosión del suelo y su control*. Madrid: Omega.
- Aldurragh, M. M. y Bradford, J. M. (1982). The mechanim of raindrop splash on soil surface. New York: *Soil Sci. Am.*
- Alejandro, M. y Romero, M. I. (2008). *Qué es la Educación Popular?* La Habana: *Caminos*.
- Altieri, M. A. (1995). *Una alternativa dentro del sistema*. Barcelona: *CERES*.
- Anaya, M. y Martínez, M. (1977). *Manual de Conservación del suelo y del agua*. México: Colegio de Posgraduados.
- Andrade.A. (1975). *La erosión, fondo de cultura económica*. México: colecc. test.
- Arteaga, O. y Cancio, T. (1990). "Conjunto de medidas agroproductivas como cultivo intercrosecha, aplicación de abonos verdes y coberturas que permitan disminuir la erosión del suelo y aumentar los rendimientos de los principales cultivos económicos en café, cítricos, viandas y pastos. La Habana: Academia de Ciencias.
- Ascanio, O. y Riverol, M. (1983). *Antecedentes históricos de la erosión como fenómeno de empobrecimiento de los suelos cubanos*, Reporte invest. La Habana: Academia de Ciencias.
- Barnett, A. P. (1978.). *La erosión del suelo y movimiento de sedimentos bajo cultivos en las llanuras del sur de Luisiana*. New York: *Soil Sci. Am.*
- Batista, A. (2004). *La Calidad del suelo y sus indicadores*. Ecosistemas <http://www.aeet.org/ecosistemas/revision2.htm>.
- Bennett, H.H. (1947). *Manual de conservación de suelos*. La Habana: Imprenta Nacional.
- Bloom, A. (1974). *La superficie de la tierra*. Barcelona: Omeha.
- Brunet. E, y. Moreno, E. (1999). *Estudio de los Biopreparados Rhizobium y fosforina en frijol*. Informe final. Barajagua: Archivo Estación Experimental Escambray.
- Cairo, P y Quintero, G. (1980). *Suelos*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Carter, C. E. (1974). *Raindrop characteristics in South Central United Stated*. New York: *Trans.Am. Agr. Eng.*

- Castro Ruz, F. (1983). *La Crisis Económica y Social del mundo, sus repercusiones en los países subdesarrollados, sus perspectivas sombrías y la necesidad de luchar si queremos sobrevivir*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Combeau, A. (1977). Erosión et conservation des sols (plus particulièrement en zones tropicales). *Paris: ORSTOM*.
- Copeland, O. L. (1965). Land use and ecological factors in relation to sediment yields. *Res.Serv.USDA, 970, 72-84*.
- Costantinesco, I. (1976). *Conservación de los suelos en países en vías de desarrollo*. Roma : FAO.
- Cuba. Ministerio de la Agricultura. (2004). Indicaciones prácticas de conservación de suelos para los agricultores. La Habana: Autor.
- _____. _____. (1989). Mapa básico de los suelos 1: 25 000 de la Provincia de Cienfuegos. La Habana: Autor.
- _____. _____. (2001). Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de suelos. La Habana: Autor.
- _____. _____. (1998). Recomendaciones agroquímicas. La Habana: Autor.
- Dangler, E. W. (1976). *Erosion of select Hawaii soil loss relationships for slopes up to 50%*. New York: Soil Sci. Am.
- Ellison, W.D. y Slater, C.S. (1945). *Factors that affect surface sealing and infiltration of exposed soil surface*. New York: Agr.Eng.
- Elwell, H.A and Stocking. M.A, (1976). Vegetal cover to estimate soil erosion hazard in Rhodesia. *Geoderma: London*.
- FAO. (2010). Agricultura orgánica y biodiversidad. <http://www.fao.org/docrep/005/>.
- _____. (2011). Consideraciones y limitaciones para el uso de indicadores en la agricultura sostenible y el desarrollo rural. <http://www.fao.org/docrep/004/>.
- _____. (1976). La erosión del suelo por el agua. Roma: Autor.
- _____. (2007). Erosión eólica y medidas para combatirlas en los suelos agrícolas. Roma: Autor.
- _____. (1980). Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma: PNUMA.
- Febles, J.M. (1983). Consideraciones histórico-naturales en la formación de los suelos

- en Cuba. La Habana: Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias.
- Garduño, M.A. (1977). *Manual de conservación de suelos y del agua*, (México: Colegio Post. Grad.
- Hall, A.D. (1949). The improvement of native agriculture in relation to the population and public health. Commonwealth Bureau. New York: Soil Sci.Tech.
- Hernández, A. (1990). Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana: Agrinfor.
- Hernández, C. (2002). Erosión hídrica en la región Escambray. Efecto del establecimiento de medidas para su control. Cienfuegos: Academia de Ciencias.
- _____, Arteaga, O. (1989). Efecto de la aplicación del estiércol vacuno sobre un suelo Pardo Grisáceo. La Habana: *Cienc. Téc. Agric. Suelos y Agroquímica*.
- _____. y León, G. (2008). Conservación del recurso suelo para una agricultura sostenible. La Habana: Academia de Ciencias.
- _____. y León, G. (2002). Erosión hídrica en la región Escambray. Efecto del establecimiento de medidas para su control. *En VII Seminario Científico – Técnico en saludo al XXX Aniversario de la Estación Experimental de Suelos “Escambray”*. (pp. 3-6). La Habana: MINAGRI.
- Heyman, F. (1969). High-speed impact between a liquid drop and solid surface. New York: Soil Sci.Tech.
- Hipólito, M. (2000). Acidificación del suelo: ¿Mito o Realidad? México: *LEISA*.
- Huang, C. (1982). A numerical study of raindrop impact phenomena. New York: Soil Sci.Tech.
- Humbertg, R. P. (1976). *Control de la erosión en la caña de azúcar*. New York: Soil Sci.Tech.
- ISO. 10390 (1999). Y la materia orgánica por el método colorimétrico. New York: Walkley-Black
- Jaramillo, A. (1992). “Agricultura Orgánica. Caracas: Riobamba
- _____. (1992). *Estudios Acción Social (CEAS)*. Caracas : Riobamba
- Lal, R. (2000). Soil management in the developing countries. Lagos: Ibadan. Tech.Bull.
- Lebrus, J. (1933). *Ournees d’Agronomie Colonial*. New York: Walkley-Black.
- Lemus, P. y Lutz, J. (1957). *Soil crusting and some factor affecting it*. New York: Proc.

soil. Am.

Lindsay, J.I. y Gumbs, F. A.(1982). *Erodability indices compared to measured values of select Trinidad*. New York: Soil.Sci. Soc.Am. Jour.

Limdstrom, M. J. y Voorhees, S. (1980). Planting. Wheel traffic effects on interrow runoff and infiltration. New York: Soil.Sci.Am. Jour.

Mechalov. V. A. (1976). Informe científico sobre las investigaciones hidrológicas forestales en San Diego de los Baños. Pinar del Río: Academia de Ciencias.

Mesa, A. y Colom, C. (1984). Manual de interpretación de los suelos. La Habana: Científico – Técnica.

Meyer, L. D. (1980). *Sediment size eroded from crop rerv sideslope*. New York: Soc. Agr. Eng.

Miller, D.E. y Aontad, L. S. (1971). *Como fue afectada la velocidad del agua en el surco, por incorporación de paja o del cultivo en surco*. New York: Soil. Sci. Am. Proc.

Moskvishov, Y. (1982). La lucha contra la erosión hídrica y la mejora de los suelos erosionados.” (Informe Final de Asesoría del Contrato 21848, solicitud 22-806-21. La Habana: Inst. de Suelos.

NC-ISO-10390. (1999). Calidad del suelo. Determinación de pH. La Habana: Científico Técnica.

Oficina Nacional de Normalización. (1999). Calidad del suelo. Análisis químico. Determinación del porcentaje de materia orgánica. Habana: Científico- Técnica.

Orellana, R. (2001). La conservación del suelo. Registro fundamental para mantener la diversidad de plantas cultivadas. La Habana: *Agricultura Orgánica*.

Palmer, R.S. (1963). *The influence of tain water layer on water drop impact forces*. New York: Int.Asoc:Sci. Hydr.

Peña V. F., G. (1988). La erosión, usos, efectos más generales del escurrimiento superficial. La Habana: Ciencias Agrícolas.

Ponce de León, D. y Balmaseda, C. (2009). *Evaluacion de tierras con fines agrícolas*. La Habana: Científico- técnica.

_____. (2003). El recurso suelo en el cultivo de la caña de azúcar. La Habana: Instituto de suelos. Departamento de riego y drenaje.

Oficina Nacional de Normalización. (1999). Calidad del suelo. Determinación de las

- formas móviles de fósforo y potasio. La Habana: Instituto de suelos. Departamento de riego y drenaje.
- Riverol, M. (1999). Procesos degradativos en los suelos. Manejo y conservación e influencia del clima. Mesa redonda. II. La Habana: MINAGRI.
- Rochester, M. C. y Burton, J. H. (1974). Surface pressure distribution during drop impingement. New York: Int. Assoc. Sci. Hydr.
- Romero, M. I. (2004). *Concepción y Metodología de la Educación popular*. La Habana: Caminos.
- Roose, E. (1977). *Erosión et ruissellement en Afrique de l'Ouest*. New York: Int. Assoc. Sci. Hydr.
- Rose, C. W. (1960). *Soil detachment caused by rainfall*. New York: Soil Sci.
- Rosset, P. M. (1999). *La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos y el enfoque agroecológico. Agroecología y Agricultura sostenible*. La Habana: Caminos.
- Sheng, T. C. (1990). Conservación de los Suelos para los pequeños agricultores en las zonas tropicales húmedas. Caracas: Riobamba.
- Shepaschenko, G. L. (1984). La erosión hídrica y los métodos de combatirla en los países en vías de desarrollo por clima tropical y subtropical. La Habana: Academia de Ciencias.
- _____, y Riverol, M. (1983). *Resistencia antierosiva de los principales suelos agrícolas de Cuba*. La Habana: Ciencias Agrícolas.
- Soca, C. (1987). *Diagnostico y características de los principales tipos de suelos erosionados de las regiones agrícolas de Cuba*. La Habana: Científico - Técnica.
- Suárez de Castro, F. (1980). Conservación del suelo. La Habana: Instituto del libro.
- Tijomirov, V. A. (1980). Informe científico-técnico productivo sobre las tareas de conservación de sus suelos. La Habana: Dep. Suelos Isla de la Juventud.
- United States Department Agriculture., "Nuestros bosques, un recurso natural a conservar. (1936). *Agr. Puerto Rico*, 3, 32-36.
- Urquiza, N. I. (2011). Manejo sostenible de los suelos. <http://www.medioambiente.cu/deselac/downloads/compendio>
- _____. (2011). *Manual de procedimientos. Manejo sostenible de tierras*. Caracas:

CIGEA.

Vandeermmer, J. (2001). Agroecosistema: La visión moderna en crisis, la alternativa evolucionando,” in (presented at the . IV Encuentro de Agricultura. ACTAF. La Habana: Academia de Ciencias.

Wischmier, W. y Smith, D. (1960). *A universal Soil-Loss equation to guide conservation farm planing*. New York: Int. Comg. Soil. Sci.

Wischmier, W. y Smith, D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses*.

Washington : Agr. U.S.D.A.