

PROGRAMA DE ACCIONES Y ALTERNATIVAS DE MEJORAS PARA MITIGAR LA EROSIÓN EN LA COOPERATIVA DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA “MÁRTIRES DE BARBADOS”**PROGRAM OF ACTIONS AND IMPROVEMENT ALTERNATIVES TO MITIGATE EROSION IN THE MÁRTIRES DE BARBADOS AGRICULTURAL PRODUCTION COOPERATIVE**

Olimpia Nilda Rajadel Acosta¹

E-mail: nrajadel@ucf.edu.cu

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2322-1362>

Nelson Arsenio Castro Perdomo¹

E-mail: ncastro@ucf.edu.cu

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6939-9473>

¹ Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Rajadel Acosta, O. N., Castro Perdomo, N.A. (2021). Programa de acciones y alternativas de mejoras para mitigar la erosión en la Cooperativa de Producción Agropecuaria “Mártires de Barbados”. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 49-56.

RESUMEN

En la Cooperativa de Producción Agropecuaria “Mártires de Barbados”, se realizó una investigación no experimental con el objetivo de estructurar un programa de acciones y alternativas de mejoras que mitiguen la erosión en dicha cooperativa, partiendo de los factores que condicionan pérdidas en este recurso. En el diseño de investigación se emplearon métodos teóricos y prácticos, entre los que destacan revisión documental, encuestas, entrevistas, trabajo en grupo como el taller de sensibilización y mediciones de campo, con el fin de analizar el comportamiento de variables climáticas que inciden de forma directa en las pérdidas de suelo por erosión hídrica fundamentalmente. Como resultados fundamentales se identificaron las afectaciones de los procesos erosivos que muestran los suelos de uso agrícola en la cooperativa objeto de estudio, se seleccionaron las variables que se consideran asociadas a la erosividad (fuerzas activas) y erodabilidad (fuerzas resistentes) del suelo, así como, los factores de variación relacionados con el relieve, el uso y el manejo del suelo para evaluar la pérdida de suelo y se identificaron las principales acciones y alternativas de mejoras que mitiguen la erosión y garanticen la sostenibilidad productiva de suelos de la cooperativa. Como principal conclusión destaca que, el Programa de acciones y alternativas de mejoras para mitigar la erosión de suelos elaborado para la cooperativa objeto de estudio, es adecuado a los propósitos para los que se propone y su implementación lo convertirá en herramienta eficaz para el manejo del suelo, de cultivo y el clima, con énfasis en la erosión hídrica.

Palabras clave:

Acciones y alternativas de mejoras erosión, erosividad, erodabilidad, conservación del suelo, degradación del suelo, producción sostenible.

ABSTRACT

In the “Mártires de Barbados” Agricultural Production Cooperative, a non-experimental investigation was carried out with the objective of structuring a program of actions and improvement alternatives that mitigate the erosion in said cooperative, based on the factors that condition losses in this resource. In the research design, theoretical and practical methods were used, among which documentary review, surveys, interviews, group work such as the awareness workshop and field measurements stand out, in order to analyze the behavior of climatic variables that influence directly in soil losses due to water erosion fundamentally. In the Agricultural Production Cooperative “Mártires de Barbados”, a non-experimental research was carried out with the objective of structuring a program of actions and improvement alternatives to mitigate erosion in this cooperative, starting from the factors that condition losses in this resource. The research design used theoretical and practical methods including documentary review, surveys, interviews, group work such as the awareness-raising workshop and field measurements, in order to analyze the behavior of climatic variables that directly affect soil losses due mainly to water erosion. The main results were the identification of the erosive processes affecting agricultural soils in the cooperative under study, the selection of variables considered to be associated with soil erosivity (active forces) and erodibility (resistant forces), as well as the variation factors related to relief, soil use and management to evaluate soil loss, and the identification of the main actions and improvement alternatives to mitigate erosion and guarantee the productive sustainability of the cooperative's soils. The main conclusion is that the Program of actions and improvement alternatives to mitigate soil erosion developed for the cooperative under study is adequate for the purposes for which it is proposed and its implementation will make it an effective tool for soil, crop and climate management, with emphasis on water erosion.

Keywords:

Actions and alternatives of erosion improvement, erosivity, erodability, soil conservation, soil degradation, sustainable production.

INTRODUCCIÓN

Uno de los recursos fundamentales en la producción agrícola, lo es el suelo, el que realiza funciones ecosistémicas esenciales, proporcionando bienes y servicios ambientales tales como alimento, fibra, producción de combustibles, secuestro de carbono, regulación del agua y provisión de hábitat a seres vivos (Velásquez, 2017). Es un cuerpo natural formado por elementos y compuestos de naturaleza mineral y orgánica y, además, por organismos vivos, considerado dinámico, por su gran variación y es el resultado de la interacción del clima y los organismos vivos sobre la roca madre, condicionado por la topografía, transformación en la cual el tiempo juega un papel esencial y sirve entre otras cosas, como medio para el crecimiento de las plantas (Ríos, et al., 2015). Autores como Fernández (2018), lo define como un componente fundamental en los ecosistemas terrestres para la nutrición de plantas, animales y el propio ser humano, por lo que resulta indispensable su conservación y manejo, de lo cual depende la sostenibilidad y seguridad alimentaria.

Como recurso, se encuentra sometido a una creciente presión medioambiental que conduce a su degradación, provocada principalmente por la actividad humana ligada a usos agrícolas, forestales o mineros, los que no siempre aplican las adecuadas medidas de conservación (Cartes, 2016). Otras actividades como: industriales; minería; o el turismo, también son responsables de dicha degradación, tanto por el movimiento de suelos, la ocupación de espacios naturales, el aporte de residuos, el uso desmedido de los paisajes, o hasta por la urbanización creciente; todas estas actividades están dañando la capacidad del suelo para continuar prestando la amplia gama de funciones fundamentales, mencionadas anteriormente (Pérez & Merino, 2015).

Es necesario tener en cuenta, que los servicios ecosistémicos son cruciales en el desarrollo económico y en el bienestar social, por tanto, punto de análisis obligado para el establecimiento de procesos de planificación agrícola, sobre todo en países subdesarrollados, sin embargo, representa un asunto ignorado a lo largo de los años, condicionando así, se manifiesten y mantengan, los procesos de la degradación, aun cuando ello afecta a gran parte de la población (Vargas, 2010). El autor de esta investigación agrega que la interacción negativa de los citados procesos, castra los intentos de sostenibilidad en los procesos.

A su vez, es necesario tener en cuenta que la degradación como proceso, es compleja, derivada de factores naturales y humanos y que a consideración de Calonge (2019), se produce por la alteración de su equilibrio dinámico con el entorno. Cortes (2016), señala que este proceso se acrecentada por una falta

de manejo, contribuyendo a la pérdida de la capacidad productiva del suelo.

Una situación que llama la atención es que actualmente, los datos sobre degradación de suelos disponibles, son en su mayoría derivados de los levantamientos de suelos, que muchos datan de fines del siglo pasado, sin actualización desde entonces por diversas causas, entre ellas predominan lo económico y la forma poco entendible para los usuarios en que se presenta la información edáfica frecuentemente, constituyendo limitantes para su uso en la solución de problemas prácticos del sector agropecuario (Zink, 2011).

Sin embargo, los Sistemas Productivos Sostenibles como mecanismos de conservación, inciden en procesos de desarrollo local desde las parcelas, los territorios y las regiones. En Cuba, más del 40 % de los suelos muestran afectaciones por erosión, siendo la erosión potencial, según Martínez, et al. (2017), aproximadamente de un 56 %, cifra un tanto alarmante si se considera que, el primer signo de la reacción en cadena desatada por este factor, es la disminución del rendimiento agrícola y en las condiciones actuales, matizada por un aislamiento comercial impuesto por la pandemia generada por la covid-19, sumado a un recrudecimiento del Bloqueo Económico y Financiero impuesto a la isla por Estados Unidos, al alza de los precios de los alimentos y los efectos del cambio climático, obligan a su análisis en los diferentes sitios agroproductivos del país.

Las razones antes expresadas condijeron a plantearse la presente investigación cuyo objetivo es el de **estructurar un programa de acciones y alternativas de mejoras que mitiguen la erosión en dicha cooperativa, partiendo de los factores que condicionan pérdidas en este recurso.**

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación de tipo Explicativa, No experimental realizada durante el período de abril 2018 a abril 2020 en la CPA “Mártires de Barbados”, del municipio Cienfuegos, ubicada en el Consejo Popular Rancho Luna. Se desarrolló en tres fases de trabajo: (1) De campo; (2) De laboratorio y (3) Análisis de datos y procesamiento estadístico. Se emplearon métodos tanto teóricos como prácticos entre los que destacan; encuestas, entrevistas, análisis documental, observación directa, trabajo en grupo y mediciones de campo.

Se tomaron en cuenta, los reportes de actividades o atenciones culturales realizadas a los cultivos durante un periodo comprendido entre los años 2013 – 2018, con el objetivo de relacionar los procesos erosivos y su influencia en los resultados agrícolas, teniendo en consideración las prácticas agrícolas realizadas por cultivo y sus gastos; así como: la base de datos

climáticos del periodo 2013 – 2018 (valores medios anuales de las variables climáticas como, precipitaciones (mm/h), vientos (m/s), radiación solar y Humedad Relativa en %), con el fin de relacionar el comportamiento del clima, los resultados agrícolas obtenidos y la presencia de procesos erosivos, en este periodo. Además, se consultaron informes técnicos, estudios de suelos realizados en la CPA, así como informes de producción, resultados económicos y reportes de actividades o atenciones culturales realizadas a los cultivos durante un periodo comprendido entre los años 2013 – 2018, con el objetivo de relacionar los procesos erosivos, su influencia en los resultados agrícolas, teniendo en consideración las prácticas agrícolas realizadas por cultivo y sus gastos.

Se realizaron evaluaciones en campo y se determinaron las pérdidas agrícolas, tanto directas como indirectas y se emplearon las Herramientas Metodológicas contenidas del Manual de Procedimientos para la implementación del Manejo Sostenible de Tierras (Urquiza & Alemán, 2011).

Los datos aportados se procesaron estadísticamente (análisis de frecuencia) y mediante criterio de expertos finalmente se conformó el programa de acciones y alternativas de mejoras que mitiguen la erosión de suelos de la cooperativa objeto de estudio, validado teóricamente, siguiendo lo reportado por Martínez, et al. (2008), desde los criterios de pertinencia, coherencia y factibilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La investigación desarrollada en la Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) “Mártires de Barbados,” arrojó los resultados siguientes:

Resultados del diagnóstico de los factores que condicionan pérdidas en suelos de uso agrícola.

La revisión de informes técnicos y de estudios de suelos realizados en la CPA, permitió la caracterización de los factores físicos-geográficos existentes en el lugar, entre los que destacan:

-Suelos. Según el mapa básico elaborado por el Instituto de Suelos en Cuba (1989), con criterios de la Segunda Clasificación Genética de Suelos, a escala 1: 25 000, en la cooperativa existen los tipos de suelos: Aluvial (XXVI); Fersialítico Pardo Rojizo (VIII); Rendzina Roja (XIII) y Ferralítico Rojo (II), en orden de predominancia. Algunas de las principales características del tipo Aluvial, son: color pardo oscuro a pardo amarillento en profundidad, textura ligera llegando a arenosa, se desarrollan en pendiente con rangos de calificación llana a casi llana (1-3%); requieren de aportes de residuos orgánicos, fertilización química y de agua para la obtención de buenos resultados agrícolas. Por su profundidad (mayor de 45 cm), su textura y buen drenaje interno, son evaluados en categorías agroproductivas I y II, siendo considerados

aptos para la generalidad de los cultivos de interés agrícolas.

Este tipo de suelo, posee propiedades que justifican la presencia de procesos erosivos y su vulnerabilidad ante este, destacando por su importancia su textura ligera y el déficit de materia orgánica, acentuado más, debido a que, tradicionalmente, los suelos de esta cooperativa han sido cultivados de forma intensiva, sin que se realicen aportaciones de enmiendas orgánicas o el beneficio de medidas con criterios conservacionistas como rotación de cultivos, incorporación de abonos verdes, medidas antierosivas, etc, que tiendan a mantener o elevar este índice en el suelo. Similar resultado reporta Gálvez, et al. (2002), en suelos que al igual que los de la CPA objeto de estudio, se utilizan intensivamente sin aplicaciones sistemáticas de enmiendas orgánicas.

-Clima. Del análisis de los valores medios anuales de variables climáticas (base de datos periodo 2013 – 2018), se apreció que las precipitaciones es la variable que en la cooperativa ha mantenido una incidencia sostenida en el tiempo, según los registros de datos pluviométricos, (del Instituto de Recursos Hidráulicos y el pluviómetro instalado en la CPA), la intensidad de la tormenta (mm/hrs) y cantidad de agua caída (mm/30 min). La ocurrencia de periodos secos (procesos de sequía) con el consecuente déficit hídrico, han provocado que el manto freático se contamine con sales procedentes de la intrusión marina por su cercanía al litoral costero. En el periodo lluvioso, se evidenció la ocurrencia de tormentas locales severas (TLS), cuyas consecuencias provocaron inundaciones y arrastres de suelos, que dan lugar a que se observen efectos negativos de procesos intensivos de erosión hídrica, afectándose la producción agrícola, y pérdida de equipos (máquinas de riegos de pivote central instaladas). Estos resultados coinciden con los reportados en la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2017), donde se señala que una tormenta intensa, no sólo representa un alto impacto potencial de erosión, sino que también genera escorrentías que dan lugar a procesos erosivos como los apreciados en la Cooperativa estudiada.

-Uso de suelos. La revisión documental también aportó información acerca del uso actual de la superficie agrícola de la cooperativa estudiada (total 624 ha), con predominio de cultivos varios y ganadería, existiendo correspondencia con el encargo social que se le ha atribuido a dicha cooperativa, amparado en Resolución No. 1901 de fecha 29 de julio de 2005, emitida por el Ministerio de la Agricultura y que recientemente, fue ampliado indistintamente, por las Resoluciones 982 (8 de agosto de 2001) y la 673 (4 de noviembre de 2013), ambas emitidas por el Ministerio de la Agricultura, de la República de Cuba. Del intercambio con los productores, pudo conocerse que

los residuales de la ganadería, no son aprovechados como aporte de abono orgánico para la mejora de estos suelos.

Al relacionar el comportamiento de las variables del clima, con los resultados agrícolas obtenidos y la presencia de procesos erosivos, en los períodos donde se apreció comportamiento extremo de estas variables antes mencionadas, puede afirmarse que se cumple lo planteado por Morgan (2005), en lo relativo a que dentro de las variables influyentes en la tasa de erosión se encuentran: el clima, la vegetación, el tipo de suelo, el uso de la tierra y la velocidad del flujo, entre otros y se corrobora su influencia negativa en los resultados agrícolas obtenidos en el período de estudio.

Resultados del recorrido por áreas agrícolas: a partir de este paso, se reconoció e identificó que en las máquinas de riego No. 1 y 5, se muestran las áreas agrícolas de la cooperativa con mayores afectaciones por procesos erosivos, así como, son las que muestran mayor presencia de costras biológicas de suelo, lo que corrobora lo planteado por Bowker, et al. (2006), los cuales han reportado la presencia de CBS en la superficie de los suelos degradados, considerándolas como una herramienta efectiva para evitar la degradación y el avance de la desertificación de estos suelos donde se manifiestan. Además, se observó que, en estas máquinas, los procesos erosivos han incrementado la inestabilidad de los agregados y la propia cohesión del suelo, ya que se mantienen durante varios días sin cubierta vegetal para el desarrollo de las actividades o atenciones culturales encaminadas a la preparación de suelos y no han recibido aporte de residuales orgánicos, lo que incrementó el efecto negativo del impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo, disminuyendo su capacidad de infiltración y se incrementó la escorrentía, trayendo consigo la formación de surcos de erosión y en la máquina No 1, las inundaciones por el río Arimao condujeron a la formación de cárcavas de aproximadamente 0,50 m de profundidad y un ancho de 2,00 m.

Ante esta problemática, es preciso sugerir el establecimiento de prácticas conservacionistas y de rehabilitación de suelos, donde se ejecute la preparación de suelos sin remoción de este y manteniendo la vegetación o los restos de cosecha, debido a que dicha vegetación disminuye la erosión, en la medida que aumenta la estabilidad de los agregados del suelo y lo protege, así como, incrementa la capacidad de infiltración, frena los procesos de escorrentía, para lo anteriormente obtenido, se encontró coincidencia con lo planteado por García-Fayos (2004), en lo relativo a la necesidad de mantener la cubierta vegetal, además, de que las plantas tienen la capacidad de interceptar y redistribuir la precipitación, constituyendo un efectivo agente de resistencia del suelo frente a la erosión.

Otra propuesta de manejo de la erosión en el área de estudio, es llevar a cabo un plan de revegetación alrededor del río Arimao que bordea estas superficies agrícolas, teniendo en cuenta la dinámica del ecosistema y el uso de especies nativas del lugar, las que junto a otras especies, funcionarían como nodrizas, de modo que, se produzca el establecimiento del estrato herbáceo y se fomente así, la faja hidrorreguladora perdida con el paso de los años y el desarrollo de las actividades agrícolas casi hasta la misma ribera del río. Esta propuesta coincide con reportes de García-Fayos (2004), donde se comprobó que este tipo de medida puede contribuir a mitigar el impacto negativo que provocan al sistema agrícola, las pérdidas de suelo que, como desastre ambiental de origen natural, ocasionan tanto al suelo y como a los resultados agrícolas de los cultivos establecidos.

Resultados del intercambio con productores:

-Del taller desarrollado para sensibilizar a los productores con el tema de investigación, se encontró que se abordaron temas relativos a identificar el nivel de conocimientos acerca del proceso de erosión, fundamentalmente sobre su conceptualización, tipos de erosión, sus principales causas, medidas para mitigar su impacto negativo y la identificación de las principales áreas afectadas por este proceso de degradación en la cooperativa, obteniéndose como resultados que más del 70 por ciento de los participantes refirieron no tener conocimientos acerca de estos temas tratados.

-Encuesta a productores directos a la producción en la Cooperativa, la misma también aportó información sobre falta de conocimientos en el tema del manejo de la erosión de suelos y su incidencia en la producción agrícola.

Como se aprecia en los análisis anteriores, el déficit de conocimiento encontrado en esta cooperativa acerca del impacto ecológico y socioeconómico producido por la agricultura convencional, ha conducido a la aparición de grandes limitaciones que constituyen barreras para garantizar la seguridad alimentaria, especialmente de la población hacia la cual se destinan las producciones de la misma, ha provocado degradación fundamentalmente del suelo y ha constituido un factor responsable de la pérdida paulatina del conocimiento o saber campesino en el manejo de los diversos sistemas de producción. Por tal motivo, para alcanzar estos fines, es importante que se definan y ejecuten planes a corto, mediano y largo plazo, a partir del estado y condición del grado de degradación existente en la cooperativa, lo cual coincide con lo planteado por Alfonso y Monedero (2004) y con los reportes de Paneque, et al. (2002), quienes se refieren indistintamente acerca de la necesidad de que los diversos sectores sociales que se involucran en el manejo del suelo, deben tener conocimientos que le permitan participar en la definición y aplicación de

las políticas que se establezcan con relación a este recurso, para así, lograr una gestión agrícola socialmente consensuada.

Resultados del análisis de la incidencia de la erosión en los resultados productivos de la CPA. A partir del análisis del conocimiento existente entre los productores y decisores de la CPA, en lo relativo a:

-Relación pérdidas de suelos / resultados productivos alcanzados en la misma en los últimos cinco (5) años. En las figuras 1 y 2, se muestran evidencias de la tendencia a la disminución en el tiempo los rendimientos agrícolas, a pesar de que se han incrementado las áreas sembradas, este comportamiento es similar en otros cultivos, sólo se seleccionaron el plátano vianda y la fruta bomba por ser los de mayor demanda de la población.



Figuras 1. Producción y rendimientos agrícolas de cultivos fundamentales de establecidos en la CPA Mártires de Barbados, período 2013.



Figuras 2. Producción y rendimientos agrícolas de cultivos fundamentales de establecidos en la CPA Mártires de Barbados, período 2019.

En una buena medida, las causas que han provocado este comportamiento de los rendimientos para ambos períodos, está dado fundamentalmente, por la situación de degradación que actualmente tienen estos suelos, ocasionado tanto por factores naturales como antrópicos. Como vía para palear esta degradación y la detección de áreas críticas que deben ser estudiadas en mayor profundidad, se recomienda como imprescindible, la necesidad de reorientar las políticas que se llevan a cabo en la cooperativa, en función de la conservación y el manejo sostenible del recurso suelo; así como, implementar medidas de mitigación específicas, fundamentalmente a escala de máquina de riego.

- Manejo del proceso erosivo para mitigar su impacto en la gestión productiva. La variabilidad espacial del riesgo de erosión hídrica, observada fundamentalmente en las máquinas de riego más cercanas a la ribera del río, ha sido provocada en alguna medida por el factor topográfico, características del suelo como la textura, (que le imprimen una mayor susceptibilidad a la erosión y a la erosividad de las inundaciones); así como, la no aplicación de prácticas conservacionistas en el uso y manejo del suelo para el control de la erosión, lo que hace que de acuerdo al comportamiento anual de las variables climáticas, fundamentalmente las precipitaciones, se incrementen cada vez más las pérdidas de suelo, variando desde valores pequeños por la presencia

de erosión real o actual dada por pérdida de vegetación por el cambio de uso de suelo o por mantener el suelo sin cubierta por periodos de tiempo prolongados mientras se realizan acciones de preparación, hasta valores altos, al producirse enormes pérdidas de suelo debido a procesos naturales como las frecuentes inundaciones del río Arimao.

Estos resultados conllevan a establecer como propuesta, realizar estudios de control de erosión más profundos, que garanticen el establecimiento de un plan de restauración, que debe incluir, obras estructurales, destacando la corrección de cárcavas, consolidación de faja hidrorreguladora, entre otras. En cuanto al manejo del suelo frente a la erosión (fundamentalmente a escala de máquina de riego), se propone desarrollar un uso racional del área de cultivo, precisando la necesidad de estabilizar áreas de inundación con piedras y/o vegetación, establecer franjas de vegetación nativa, cultivar especies herbáceas entre la vegetación establecida como franjas y respetar los cauces naturales de drenaje superficial, entre otras.

Finalmente, se orienta a la dirección de la cooperativa, la necesidad de integrar los servicios ecosistémicos en sus políticas de desarrollo agrícola, ya que la evaluación de los mismos, constituye una valiosa herramienta para el ordenamiento productivo de la superficie agrícola y permite una planificación de los distintos usos de suelo, apoyada en criterios de sostenibilidad.

Acciones y alternativas de mejoras que se proponen para la sostenibilidad productiva de suelos de la Cooperativa de Producción Agropecuaria "Mártires de Barbados"

Para fundamentar las acciones que se derivan del presente estudio se observaron los aspectos que se detallan a continuación:

a. Disminución de la escorrentía del suelo, manteniendo su mayor cobertura, para que se logre mejoras en su capacidad de infiltración del agua.

En lo planteado existe coincidencia con reportes de González, et al. (2016), referidos a que la capacidad que tiene un suelo de permitir el paso de agua se ve afectado solo si se mantiene un sistema de labranza por varios años que permitan el cambio en la estructura del suelo a través de un número excesivo de labores o preparación del terreno. Por lo antes expuesto este factor es seleccionado como asociado a la erosión hídrica superficial.

b. Incrementar la presencia de morfoespecies componentes de costras biológicas de suelos (CBS) identificadas en las máquinas de riego estudiadas. Para tal fin se precisan nuevas investigaciones con el apoyo de la biotecnología para lograr a través de la incorporación de inóculos de estas

morfoespecies en suelos de uso agrícola, para este caso particular, se observó que, al aumentar el grado de desarrollo de la costra, la resistencia disminuyó y también la erosión, por incrementarse sobre la superficie del suelo, el porcentaje de cobertura de las costras dominadas por líquenes.

c. Desarrollar estudios más detallados acerca de las propiedades físicas del suelo y su relación con el Índice de Cobertura (IC).

En la evaluación visual efectuada sobre el comportamiento de la lámina de infiltración en suelos con cobertura de cultivos, se evidenciaron efectos de interacción entre tiempos y usos, corroborándose que los usos afectan esta variable de forma diferente en ciertos periodos de tiempo, es decir, en dependencia de la fase del cultivo y su grado de desarrollo. Por lo que puede afirmarse que, el análisis del historial de uso de suelo, sirve como indicador para predecir el comportamiento de la erosión durante eventos de lluvia, lo cual coincide con reportes de Bonel et al. (2005) que afirmó que el uso de suelo bosque, mejora su capacidad para almacenar y retener las partículas de suelo y el agua, debido al aporte constante de la materia orgánica.

d. Realizar estudios anualmente que faciliten el estimado de la pérdida de suelo por erosión laminar y en surcos, a través de la interacción de los factores clima (precipitaciones), tipo de suelo y topografía con el impacto del uso y manejo del suelo.

Puede afirmarse que al comparar las tasas de erosión real en el lugar / las tasas de erosión potencial (dada por las características propias del suelo, intensificadas en condiciones de suelo desnudo), es posible recomendar el establecimiento de medidas o prácticas conservacionistas para el control de la erosión en la cooperativa, coincidiendo con los estudios con fines exploratorios y comparativos realizados por Orúe (2007).

De este análisis se derivaron como propuesta de medidas o alternativas las siguientes:

1. Mantener la cobertura vegetal, evitando el empleo de máquinas y equipos de preparación de suelos que eliminan esta cobertura y pulvericen el suelo.
2. Sistematizar el análisis del historial de uso de suelo, ya que sirve como indicador para predecir el comportamiento de la erosión del suelo durante eventos de lluvia.
3. Detección de áreas críticas para implementar medidas de mitigación específicas a menor escala.
4. Finalmente, todos los análisis antes referidos permitieron elaborar el programa que se propone como principal resultado de esta investigación y que se expone a continuación, el contenido de la propuesta se muestra en la Figura 3.

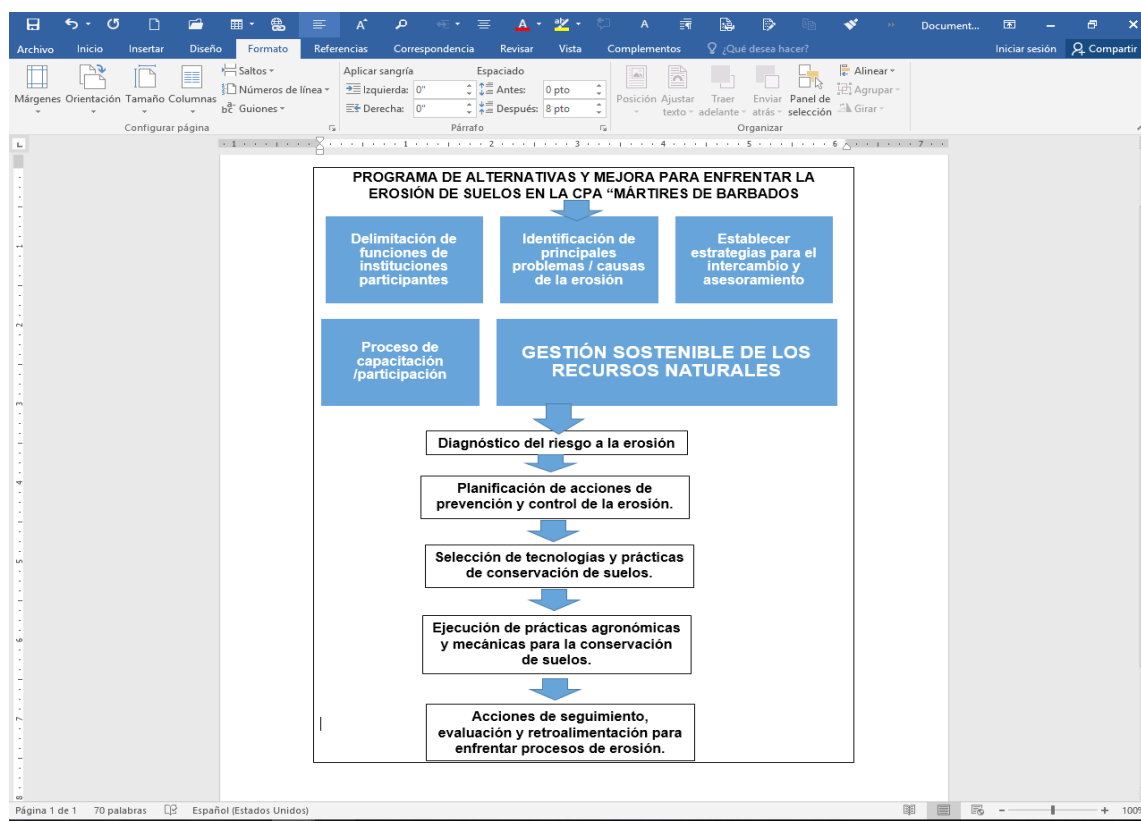


Figura 3. Representación gráfica de la estructuración de los componentes del programa de alternativas y mejoras que se propone para enfrentar la erosión en la CPA “Mártires de barbados” del municipio Cienfuegos.

Su validación teórica fue realizada con el empleo del criterio de expertos se muestra y el análisis de estos criterios con el empleo de la prueba de Kruskal-Wallis aportó que, para las hipótesis H_0 y H_1 donde: H_0 : existe concordancia entre los expertos y H_1 : no existe concordancia entre los expertos. Se obtuvo como resultado que según los resultados de los estadísticos de contraste en H_0 , la Significación Asintótica mostró un valor de 0,978, demostrándose que existe interrelación entre los criterios considerados, por lo que no fue necesario evaluar H_1 . Además, con este análisis se reforzó la pertinencia de la propuesta de contenido diseñado para el programa. Del análisis de frecuencia efectuado para las actividades o medidas a incluir con la finalidad de incluir también en la planificación acciones de prevención y control de la erosión, se encontró que los valores de frecuencia acumulada relativa de los criterios emitidos por los expertos referentes a las categorías de muy adecuado y adecuado representan el 100 %, por lo que se consideró no necesario hacer otras valoraciones y se optó por considerar el contenido de propuesta de programa en la condición de “**adecuado**”, para las características y problemáticas existentes en la cooperativa objeto de estudio.

Este contenido, validado por los expertos, coincide con programas de este tipo encontrados en la literatura consultada ya que, de modo general, en reportes como los de Oñate y Valdivieso (2004) se considera como aspecto prioritario para el control de la erosión en suelos de uso agrícola, que los procesos erosivos no son de carácter local, así como, que deben ser tomados en consideración, los principios que rigen las cuencas hidrográficas, para la planificación que se establezca desde el punto de vista del manejo y conservación de suelo, donde para reducir pérdidas por erosión, no sólo se traten los problemas del suelo, sino también del agua, para controlar el escurrimiento superficial y reducir la erosión hídrica a pequeña escala.

CONCLUSIONES

El diagnóstico de la situación actual de las afectaciones de los procesos erosivos de los suelos de uso agrícola en la CPA, aportó que esta se encuentra bajo una gran presión antrópica y natural, que han provocado numerosas modificaciones en las propiedades del suelo, en la biodiversidad y en la dinámica natural del agua.

Entre las acciones y alternativas de mejoras identificadas para mitigar la erosión y elevar la sostenibilidad productiva de suelos de la Cooperativa destacan: mantener la cobertura vegetal con énfasis en la vegetación nativa como las costras biológicas de suelos, sistematizar el análisis del historial de uso de suelo y la detección

de áreas críticas para implementar medidas de mitigación específicas a menor escala.

El Programa de acciones y alternativas de mejoras para mitigar la erosión de suelos en la cooperativa elaborado, se encontró adecuado a los propósitos para los que se propone e incluye la planificación acciones de prevención y control de la erosión, así como, se consideran los principios que rigen las cuencas hidrográficas, desde el punto de vista del manejo y conservación de suelo y agua, para controlar el escurrimiento superficial y reducir la erosión hídrica a pequeña escala.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bonel, B. A., María Morrás, H. J., & Bisario, V. (2005). Modificaciones de la microestructura y la materia orgánica en un argiudol bajo distintas condiciones de cultivo y conservación. *Ciencia del Suelo* 23(1), 1-12.
- Bowker, M. A., Belnap, J., Davidson, D. W., & Goldstein, H. (2006). Correlates of biological soil crust abundance across a continuum of spatial scales: support for a hierarchical conceptual model. *Journal of Applied Ecology*, 43(1), 152-153.
- Calonge, M. (2019). La importancia del suelo. <https://www.ecoagricultor.com/la-importancia-del-suelo/>
- Cartes, G. (2016). Degradación de los Suelos Agrícolas y el SIRSD-S. <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2013/10/SueloAgricultura201310.pdf>
- Cuba. Instituto de Suelos. (1989). Segunda Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Ministerio de la Agricultura.
- Fernández, D. (2018). *Propuesta de acciones para mejorar la calidad del suelo en la finca «Guasimal», provincia de Cienfuegos*. (Trabajo de diploma). Universidad de Cienfuegos.
- Gálvez, V., Navarro, N., Otero, L., & Díaz, G. (2002). Determinación y solución de los factores limitantes para la obtención de rendimientos sostenibles de arroz en la UEBA Caribe. *Informe final*.
- García-Fayos, P. (2004). Interacciones entre la vegetación y la erosión hídrica. Ecología del mundo mediterránea en un mundo cambiante. Ministerio de Medio Ambiente.
- González, O., Bojórquez, J., Flores, F., Murray, R., & González, A. (2016). Riesgo de erosión hídrica y estimación de pérdida de suelo en paisajes geomorfológicos volcánicos en México. *Cultivos tropicales*, 37(2), 45-55.
- <http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/2934/1/manual%20manejo%20sostenible%20de%20tierra.pdf>
- Martínez, F., García, C., Gómez, L. A., Aguilar, Y., Martínez, R., Castellanos, N., & Riverol, M. (2017). Manejo sostenible de suelos en la agricultura cubana. *Agroecología*, 12(1), 25-38.
- Oñate, F., & Valdivieso, F. (2004). Metodología para la evaluación del riesgo de erosión hídrica en zonas áridas y su aplicación en el manejo y protección de proyectos hidráulicos. *Electrónica de la REDLACH*, 1(1), 27-32.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2017). Conservación de suelos y aguas en América Latina y el Caribe. FAO. <http://www.fao.org/americas/prioridades/suelo-agua/es/>
- Orúe, M. E. (2007). Expansión de la frontera agrícola en Argentina y erosión hídrica: mapas de riesgo utilizando el Modelo USLE con apoyo de SIG. TELEDETECCIÓN-Hacia un mejor entendimiento de la dinámica global y regional, 185-192. <http://www.aet.org.es/congresos/xii/arg24.pdf>
- Paneque, R., Haroldo, C., & Elidí, R. (2002). Agricultura conservacionista-camino para una agricultura sustentable. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 11(1), 1-5.
- Pérez, J., & Merino, M. (2015). Definición de problemas ambientales. <https://definicion.de/problemas-ambientales/>
- Ríos, E., González, I. D., & Cotler, H. (2015). Suelos, bases para su manejo y conservación. Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable.
- Urquiza, M.N., & Alemán García, C. (2011). Manual de procedimientos para manejo sostenible de tierras.
- Vargas, F. (2010). *Estimación de pérdida de carbono en el suelo por erosión hídrica laminar bajo diferentes escenarios de producción hortícola y ganadera en la subcuenca del río Birris, Costa Rica* (Tesis Maestría). Universidad de Costa Rica.
- Velásquez, J. A. (2017). Contaminación de suelos y aguas por hidrocarburos en Colombia. Análisis de la fitorremediación como estrategia biotecnológica de recuperación. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 8(1).