Ciencias de la Tierra y el Espacio, julio-diciembre, 2023 Vol.23, No. 2, pp. 34-45 ISSN 1729-3790

APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE CONSERVACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUELOS EN FINCAS AGROPECUARIAS DE LA PROVINCIA PINAR DEL RIO, CUBA

Lazara Expósito Gutiérrez [1], Miguel Soca-Núñez[2], Ernesto Ramis-Calzadilla[2], Ida Inés Pedroso-Herrera[1]

[1]*Instituto de Geofísica y Astronomía, Departamento de evaluación de riesgos, La Habana, Cuba*

[2] *Dirección de Suelos y Fertilizantes del Ministerio de la Agricultura, Cuba*

lexpositogutierrez@gmail.com,ORCID: 0009-0004-3832-4219

suelospncms2@oc.minag.gob.cu y suelosregulacion@oc.minag.gob.cu, ida@iga.cu, ORCID.org/0000-0002-0685-7051

Recibido: julio 2023	Aceptado: noviembre 2023

Resumen

Se utilizaron tecnologías de buenas prácticas agrícolas para la conservación y mejoramiento de los suelos en 3 fincas agropecuarias pertenecientes a la Cooperativa Rubén Martínez Villena del Municipio de Viñales, Pinar del Rio. Se aplicaron encuestas y otras técnicas de recolección y análisis documental de datos sobre los indicadores analizados. Los registros de la base de datos de los productores y fichas de control de gastos mostraron que la incorporación al proceso agroproductivo fueron satisfactorios. Los usos de incentivos de gastos por reposición facilitaron su aplicación en áreas afectadas. La aplicación de estas tecnologías generó efectos económicos, sociales y ambientales a nivel de finca, con aceptación y adopción potencial por parte de los productores, se logró la disminución de la erosión o el arrastre de sedimentos; 3.07 t de carbono/finca/año almacenado por la siembra de árboles, la retención de agua de 224.7 m^3/finca/año por acequias de ladera y el aumento de la cobertura vegetal en diferentes proporciones en las fincas.

palabras clave: Conservación, suelo, incentivos

APPLICATION OF SOIL CONSERVATION AND IMPROVEMENT TECHNOLOGIES IN AGRICULTURAL FARMS IN THE PINAR DEL RIO PROVINCE, CUBA

Abstract

Good agricultural practice technologies were used for the conservation and improvement of soils in 3 agricultural farms belonging to the Rubén Martínez Villena Cooperative of the Municipality of Viñales, Pinar del Rio. Surveys and other documentary data collection and analysis techniques were applied on the analyzed indicators. The records of the producers' database and expense control sheets showed that the incorporation into the agro-productive process was satisfactory. The uses of replacement spending incentives facilitated their application in affected areas. The application of these technologies generated economic, social and environmental effects at the farm level, with potential acceptance and adoption by producers, they were estimated to reduce erosion or sediment drift; 3.07 t of carbon/farm/year stored by planting trees, water retention of 224.7 m3/farm/year by hillside ditches and increasing plant cover in different proportions on the farms.

Keyword: Conservation, soil, incentives

1. Introducción

El crecimiento de la población y las prácticas inadecuadas sobre los recursos naturales y los ecosistemas han conllevado a que la salud del planeta haya comenzado una cuenta regresiva y con ello la necesidad de salvar "Una especie en peligro de extinción: el hombre". (Castro Ruz, 1992).

Evidencias de esta situación se aprecian en la degradación del suelo, la contaminación atmosférica y del agua, la pérdida de biodiversidad y con ello el deterioro de los servicios ecológicos. Por ello el riesgo de una crisis ambiental de grandes proporciones es un tema cada vez más visibles y presentes en el debate público (CEPAL, 2016). En particular, "la agricultura mundial enfrenta el desafío de aumentar su producción para suplir la creciente demanda de alimentos, al tiempo que debe ser más eficiente en el uso de los recursos naturales"(Acuña Reyes, 2015) y proactiva para encontrar soluciones que le permitan la adaptación a los perceptibles efectos del cambio climático. En este sentido, la lucha contra las causas de la desertificación y la sequía cobra mayor fuerza y se incrementan las acciones para revertir esta situación. La comunidad internacional se ha hecho eco y su reflejo más reciente son los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente el Objetivo 15: Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad (Naciones_Unidas, 2016). El Programa Nacional de Conservación y Mejoramiento de Suelos, (PNCMS). Dadas las alternativas de acciones múltiples que ofrece, su enfoque multidisciplinario y multisectorial, se ha convertido en una herramienta para combatir la degradación de tierras. Es una expresión utilizada en el país para expresar la excelencia en el tratamiento de las tierras, que permite obtener bienes y servicios suficientes y de calidad sin comprometer el estado de sus recursos naturales renovables y su capacidad de resiliencia (Paredes et al., 2013, Urquiza Rodríguez et al., 2011). Este método contribuye al manteniendo de las funciones productivas de la tierra y los servicios eco sistémicos que proporciona, su preservación y el fortalecimiento de sus capacidades productivas (OXFAM, 2013). El PNCMS y el Manejo Sostenible de Tierras (MST) son un sistema integrado de prácticas basado en el conocimiento tradicional y científico, integrando el manejo responsable de suelos, agua, bosques y biodiversidad, que cuida los ecosistemas naturales, sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las futuras generaciones con un enfoque integrador de las acciones y la sostenibilidad de las acciones a corto, mediano y largo plazo (Urquiza Rodríguez et al., 2011, OXFAM, 2013). En tal sentido, se requiere el tratamiento armonizado de la información ambiental con el empleo de indicadores y el aseguramiento de la calidad de los datos, su interpretación y manejo, así como un coherente flujo de información en constante proceso de control y revisión (Miranda Cuéllar et al., 2019) Igualmente, un aspecto a considerar en la construcción de indicadores es la selección del marco ordenador. Existe una gran variedad de marcos de trabajo, metodologías y métodos existentes en la literatura actual (Plasencia Soler et al., 2018). Entre ellos se pueden mencionar: Modelo Triple Cuenta de Resultados Presión–Estado–Respuesta (PER), sus variantes como Presión/ Estado/ Respuesta/ Impacto/ (PERI) y Temas y subtemas (TS). Dentro de las modificaciones al Modelo PER, el PEIR está orientado a incluir con mayor precisión los indicadores económicos, sociales, ambientales e institucionales

Existen varios métodos y marcos de trabajos para medir la sostenibilidad de los sistemas agrarios (Barrezueta Unda, 2015), teniendo en cuenta su aplicación y la información que generan. Las características del PNCMS están basadas en la sostenibilidad ya que consideran sus tradicionales dimensiones: económica, ambiental y social y; además la dimensión tecnológica por lo que la aplicación de estos métodos es insuficiente. Estas prácticas de trabajo requieren de un enfoque diferente para darle seguimiento. Estudios relacionados en los ecosistemas agrícolas orientados a la sostenibilidad aparecen en la literatura consultada (Hřebíček et al., 2013), (Chen et al., 2014), (Gómez-Limón and Reig Martínez 2013), (Fernández Sánchez et al., 2010) teniendo en cuenta diferentes perspectivas. El empleo de marcos teóricos aplicados para la evaluación de la sostenibilidad agraria a través de indicadores así como el diseño y elementos metodológicos de interés para mejorar la ejecución de las políticas orientadas hacia la mejora de la gobernanza del sector agrario español (Gómez-Limón and Reig Martínez, 2013). Alineadas con los informes de sostenibilidad de la metodología Global Reporting Initiative (GRI, por sus siglas en inglés), (Hřebíček et al 2013) aplican la Metodología Sustainability

Assessment of Food and Agriculture (SAFA, por sus siglas en inglés) y realizan un análisis de los indicadores de acuerdo a temas y sub temas que conforman las cuatro dimensiones: buena gobernanza, integridad ambiental, resiliencia económica y comportamiento social, (Hřebíček et al., 2013)

Empleando el marco Sustainability Assessment of Farming and the Environment Framework (SAFE, por sus siglas en inglés) que considera principios criterios e indicadores se utiliza para evaluar la sostenibilidad de las explotaciones de dos sistemas agrarios de acuerdo a las propias características técnicas (su homogeneidad ecológica, política, social y económica) y la disponibilidad para el acceso a la información (Fernández Sánchez et al., 2010). Aplicando el marco de tomadores de decisiones multi-objetivo y la lógica se evalúan las externalidades agro ambientales y se establece un ranking de quince regiones de Finlandia de acuerdo a la provisión de bienes agro ambientales (Chen et al., 2014). En el territorio nacional del total de tierras firmes el 57,34% representa la superficie agrícola, de las cuales el 44% son cultivadas (ONEI, 2018) y a estas se dirigen fundamentalmente las acciones del PNMCS. Este programa se encuentra en implementación para interferir los procesos de degradación sobre el recurso suelo, mediante la ejecución de 18 tareas principales. Sin embargo, la problemática ambiental continúa siendo muy compleja (CITMA, EAN 2016)

En concordancia con el PNMCS se inicia la implementación del MST como modelo de trabajo adaptable a las condiciones de un entorno específico que permite el uso de los recursos disponibles en función de un desarrollo socio económico, garantiza la satisfacción de las necesidades crecientes de la sociedad, el mantenimiento de las capacidades de los ecosistemas y su resiliencia (ONN, 2014). El objetivo general de este estudio, fue la identificación de tecnologías de mayor aceptación, preferencia y con mayor adopción potencial por los productores, el efecto de las medidas de conservación de suelos, en la incorporación de las mismas a nivel local y el aporte de la estrategia de extensión y la capacitación para la incorporación de tecnologías en fincas de productores agropecuarios.

El área de estudio seleccionada corresponde a las fincas El Paraíso, La Panchita y Llanada pertenecientes a la CCS Rubén Martínez Villena del Municipio de Viñales, Pinar del Rio cuya área de intervención está conformada por 35,7 ha y 3 fincas. (**Fig.1)**.

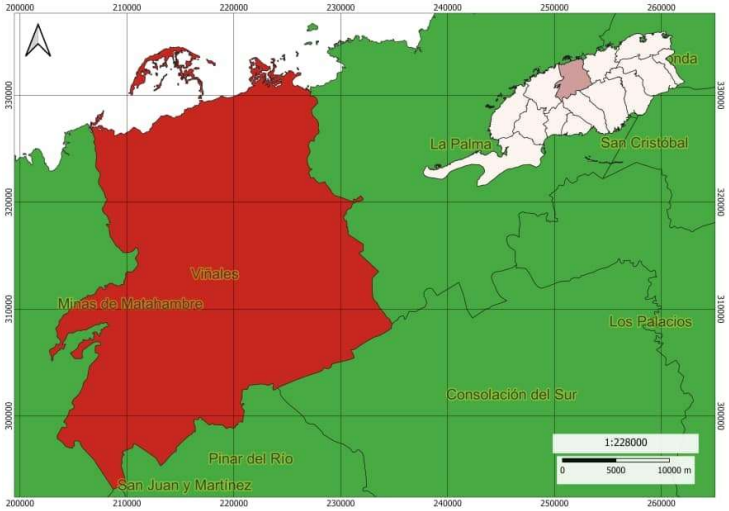

Fig.1. Área de estudio

Tabla I. *Coordenadas del área de estudio de los polígonos de Viñales. Fuente: Elaborado por Adel Cabrera Jefe del Polígono*

Finca	Localización	Productor	Área (ha)
La Panchita	x-218409 - y 218441 Y-326865 - y 326279	Dorian Acosta Mosegui	10,8
La Llanada	x-218016 - y 218079 Y-326842 - y 326416	Leonardo Cabrera Mosegui	17,7
El Paraíso	x-218232 - y 218234 Y-326452 - y 326209	Gilberto Mosegui Blanco	7,2

2. Materiales y Métodos

Los métodos de recolección de información fueron mediante encuestas y registros de la base de datos de los productores encuestados y fichas de control de gastos y la base de datos existentes del PNCMS en la Dirección de Suelo y Fertilizantes del Ministerio de la Agricultura .La investigación se realizó entre los años 2020-2022 teniendo en cuenta que los suelos de este sector agropecuario posee un alto grado de deterioro por erosión hídrica y mal manejo, que propicia para la aplicación de un sistema integrado de medidas, con impactos, visibles y previsibles en corto, mediano y largo plazo . La técnica de recolección de datos fue el análisis documental, obteniéndose datos de la ONEI y del MINAG sobre los indicadores analizados. Tomando en consideración los aspectos anteriores se llevó a cabo la conceptualización de un procedimiento general que incluye premisas, principios, objetivo y alcance. En la **Fig. 2** se muestran las fases de estudio del diseño del procedimiento general que aglutina los indicadores relacionados con el PNCMS. Está conformado por las fases: Definir, Diseñar y Analizar. En la fase 1 Definir: se realiza un diagnóstico para conocer los indicadores que están relacionados con la evaluación del PNCMS agrupados por las dimensiones y se analiza el marco legal vigente de los diferentes tipos de suelos que existen a nivel local para el uso según su aptitud. La fase 2 Diseñar: está relacionada con los elementos que sirven para la evaluación y con la metodología para la implementación del Programa que posibilite compactar la información. En la fase 3 Analizar: se aplica el procedimiento indicado Decreto 52 y Resolución 524 y comienza el ciclo de evaluaciones iterativas para ir mejorando paulatinamente dicha evaluación.

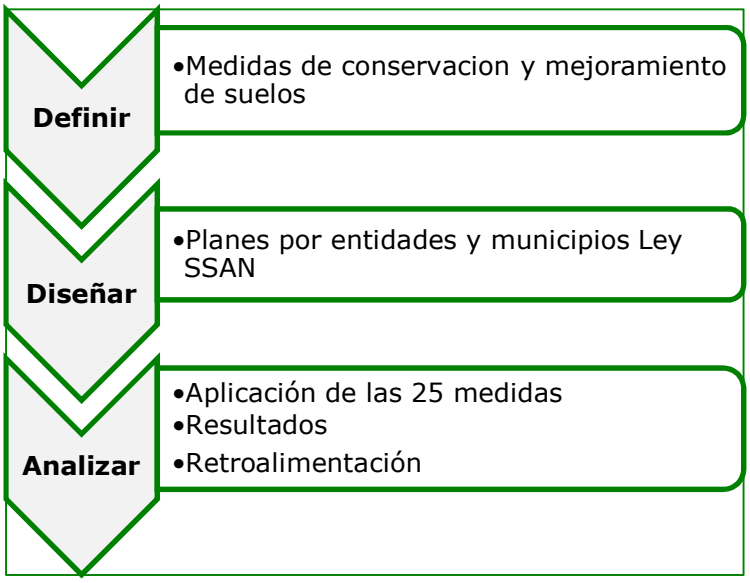

Fig.2.*Procedimiento general para evaluar el PNCMS. Fuente: Elaborado por los autores.*

Las acciones se ejecutaron según la Norma Cubana 881, 2012, Medidas sencillas de Conservación de suelos, especificaciones, las certificaciones para acceder al financiamiento del PNCMS se hicieron según el Procedimiento específico para el uso y control del financiamiento estatal del PNCMS, del Ministerio de la Agricultura en Cuba (Decreto-ley 50, decreto 52 y resolución 524)

Indicadores de impactos que se utilizan en los Polígonos de suelos, agua y bosques para evaluar a partir de esa referencia el Programa Nacional de Conservación y mejoramiento de los suelos **(Fig.3)**

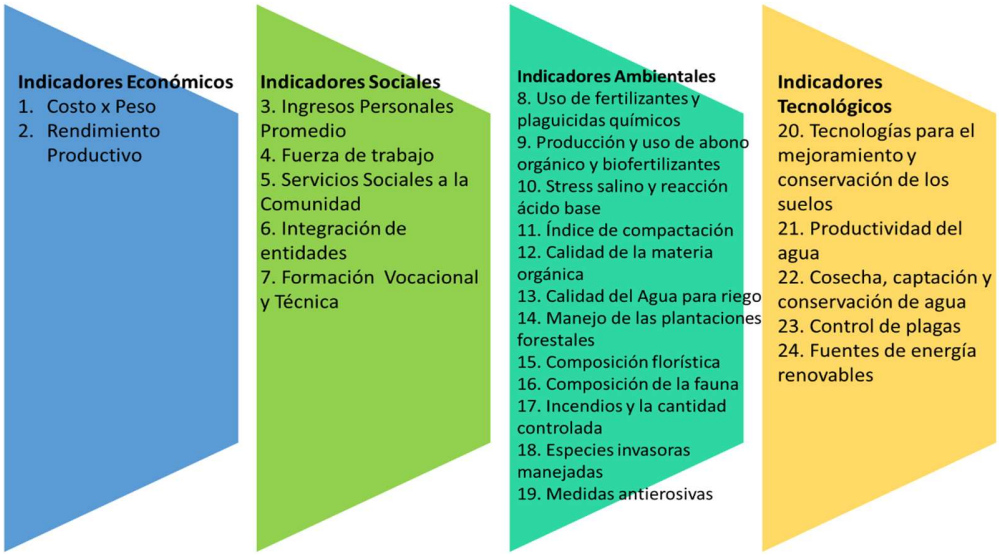

Fig. 3. *Indicadores para evaluar el comportamiento del PNCMS. Fuente: Elaborados por los autores.*

3. Resultados y Discusión

El área agrícola de Cuba es de 6,7 millones ha, lo que indica que cada cubano dispone de 0,60 ha para cubrir sus necesidades, pero hay que tener en cuenta que en las mismas están incluidos suelos de diferentes calidades entre ellas 1 MMha con problemas de salinidad o sodicidad, 2.9 MMha con problemas de erosión, con baja fertilidad alrededor de 3 MMha etc. (Instituto de Suelos 1989 citado por Riverol et al 2001). La plataforma para la elaboración del Programa Nacional de Conservación y Mejoramiento de Suelos (PNCMS) tuvo como base los estudios de suelos y su agroproductividad, los datos apaecen en Tabla I y II.

Tabla II. *Tipos de suelos existentes en Cuba. UM: hectáreas.*
Fuente: Mapa Básico de suelos a escala 1.25000, 2017

PROVINCIAS	**vértisuelos**	**hidromórficos**	**halomórficos**	**aluviales**	**poco desarrollados**	**total**
PINAR DEL RÍO	0,00	69594,68	0,00	69001,67	253441,42	752767,43
ARTEMISA	2980,93	39040,36	0,00	12267,91	3067,21	323123,78
MAYABEQUE	18195,91	8100,10	0,00	10625,47	6496,29	271643,58
LA HABANA	566,04	3131,97	0,00	1708,77	563,75	29193,71
MATANZAS	15278,97	43753,25	0,00	3028,43	0,00	753141,62
VILLA CLARA	56739,85	56394,69	15409,74	39690,90	22070,71	748932,94
CIENFUEGOS	18551,62	2210,02	0,00	8938,31	14254,06	392397,38
SANTI SPÍRITUS	87571,43	21844,55	9948,26	26913,60	22973,42	545018,55
CIEGO DE ÁVILA	74500,00	11600,00	400,00	15200,00	3400,00	508000,00
CAMAGUEY	182285,74	29597,6	11952,23	31274,97	26301,75	1109409,91
LAS TUNAS	120351,30	23315,53	17300,58	10585,06	18326,64	591199,35
HOLGUÍN	209022,2	0,00	225,00	16887,48	0,00	862730,21
GRANMA	246827,15	1384,00	0,00	143614,43	0,00	554809,64
SANTIAGO	24345,60	510,20	0,00	19120,00	133457,90	589209,60
GUANTÁNAMO	0,00	0,00	1507,05	32918,79	104599,63	573674,81
ISLA DE LA JUVENTUD	0,00	11400,00	0,00	3100,00	17500,00	104000,00
TOTAL	1057216,74	321876,95	56742,86	444875,79	626452,78	8709252,51

Tabla III. *Agroproductividad de los suelos de Cuba*

UM: ha	I	II	III	IV	TOTAL
Pinar del Río	44945,34	172730,18	232456,95	302634,96	752767,43
Artemisa	50598,78	68907,11	151003,32	52614,57	323123,78
Mayabeque	70797,06	53078,43	77195,07	70573,02	271643,58
La Habana	4693,66	11423,82	7983,80	5092,43	29193,71
Matanzas	213874,49	105902,84	122453,24	310911,06	753141,63
Villa Clara	102079,81	113443,05	143271,57	390138,51	748932,94
Cienfuegos	87477,74	81408,25	68402,19	155109,20	392397,38
S. Spíritus	112770,28	111295,42	99383,07	221569,78	545018,55
Ciego de Ávila	203117,26	65361,56	81081,43	158439,74	508000,00
Camagüey	223747,19	201254,92	280565,66	403842,14	1109409,91
Las Tunas	107662,21	109278,49	114217,13	260041,51	591199,35
Holguín	12497,57	111566,51	190963,52	547702,61	862730,21
Granma	65485,16	69891,16	113346,35	306086,98	554809,64
Sgto. De Cuba	74943,68	117906,04	86165,19	310194,69	589209,60
Guantánamo	46500,00	35400,00	26300,00	465474,81	573674,81
Isla de la Juventud	15396,65	24692,74	16849,16	47061,45	104000,00
CUBA	1436586,88	1453540,52	1811637,65	4007487,46	8709252,51

A partir de los estudios anteriores se realizó el diagnóstico sobre el recurso suelo en todos los municipios del país, determinando los principales problemas ambientales que presenta el mismo. Para la caracterización del territorio se utilizaron diferentes fuentes de información disponibles, así como métodos empíricos tales como: la observación científica, la encuesta, la revisión de documentos y el Criterio de expertos que permitieron profundizar en las causas de los problemas del suelo. A partir de los estudios de suelos, agro productivos y factores limitantes cada entidad productiva y las Delegaciones Municipales de la agricultura, sus delegaciones provinciales y la Dirección de Suelo y Fertilizantes establecen los consolidados nacionales a partir del paquete de medida (**Fig. 4)**

Fig. 4. *Correlación de los factores limitantes con el paquete de medidas de conservación y mejoramiento de suelos.*
Fuente: Elaborado por el autor

3.1 Estudio de caso Polígono de Viñales

3.1.1 Caracterización general del recurso suelo del Polígono

Tabla IV. *Comportamiento de las principales variables meteorológicas. (2003-2023).*
Fuente: Elaborado por: Adel Cabrera Jefe del Polígono

Mes	Temperatura. Mínima Media (0C)	Humedad. Relativa (%)	Velocidad. Media Viento (m/seg)	Lluvia (mm)
Ene	16,7	76,3	8	63,2
Feb	17,5	75,8	9,4	74,1
Mar	21	74,4	10	66,7
Abr	21,5	74,4	17,8	61,6
May	21	76,9	8,5	133,1
Jun	23	81,5	12,3	277
Jul	23,5	81,2	8,7	190,7
Ago	23,7	82,6	6,3	153,4
Sep	23,3	84,6	8,3	271
Oct	21,4	82	11,2	168,9
Nov	19	79,5	10	91,6
Dic.	18	78,6	9,2	78,2
Tot-Med.	**20.4**	**79**	**10**	**271**

Características de los perfiles de suelos Ferralíticos Cuarcíticos Amarillos lixiviados, (Perfiles de referencia en el Polígono).

Tabla V. *Características de los suelos FCAL por grado de erosión.*
Fuente: Elaborado por los autores

Grado de Erosión	Profundidad de los horizontes en cm			Reserva de MOS t.ha	Parámetro estadísticos		
	A	B	A+B		S	ESx	CV%
Perfil de Referencia	17	37	54	73	6.0	2.0	11
Poco	10	37	47	55	5.1	1.3	11
Medio	0	37	37	37	4.8	1.2	13
Fuerte	0	23	23	19	2.7	0.9	12

Según se muestra en la **tabla V** de no aplicarse el paquete medidas de conservación y mejoramiento de suelos la erosión provoca pérdidas de suelos y su productividad.

Tabla VI. *Contenido de nutrientes (capa arable).*

Fuente: Elaborado por los autores

Perfiles de referencia	**Humus %**		**Nitrógeno total %**		**P2O5 mg/kg⁻¹**		**K2O mg/kg⁻¹**	
Perfil de referencia	1.85	0.03	0.3	0.006	2.85	0.29	3.17	0.16
Poco	0.95	0.03	0.11	0.008	1.66	0.14	2.49	0.24
Medio	0.85	0.06	0.06	0.003	1.26	0.18	2.70	0.27
Fuerte	0.3	0.09	0.05	0.003	0.96	0.16	1.87	0.10

La **tabla VI** indica que en los perfiles de referencia, el paquete de medidas contrarresta la pérdida de la fertilidad de los suelos y por tanto el rendimiento del tabaco se mantiene estable.

Tabla VII. *Rendimiento del tabaco en el polígono en Kg/ha-1.*

Fuente: Elaborado por los autores

Grados erosión	**Rto total**	**Detrimento**	**%**	**Clases superiores**	**Clases inferiores**
Con medidas PNCMS	1407[a]	_		474	248
Fuerte	986b	421	30.00	224	651
ESx	**19.96**				
C.V %	**13.78**				

3.1.2 Agua

Las fuentes de aguas superficiales y subterráneas son suficientes en el Polígono para cubrir las necesidades de los cultivos, lo que requieren de un uso más racional de este recurso, con la disponibilidad de pozos subterráneos y tranques de buen potencial. Cuenta con un total de 6 pozos y 3 presas para un área de riego total de 7,23 ha.

En el sitio la mayor demanda anual de agua es de los cultivos varios con 29400 m3, seguido del arroz con 21443 m3 y el tabaco con 13996 m3. La técnica de riego empleada es la superficial. La Conductividad eléctrica en las fuentes de abasto oscila entre 0.5 a 0.65 dS/m y un pH de 6.97; indicadores que se corresponden con una calidad superior categoría I según la NC 1048 del 2014.

Productividad del agua alcanzada con medidas del PNCMS

Unidad productiva	Productividad del riego por cultivo (m3 / t de producto)
Polígono—Los Mosegui	
Cultivo	
Tabaco -	1 226.7
Frijol -	444.37
Fruta Bomba –	472.68
Arroz –	479.43

En el polígono se logró frente a los efectos del cambio climático, la disminución de la erosión o el arrastre de sedimentos; 3.07 t de carbono/finca/año almacenado por la siembra de árboles, la retención de agua de 224.7 m^3/finca/año por acequias de ladera y el aumento de la cobertura vegetal en diferentes proporciones en las fincas.

Cubrir 4.3 ha de bosque, en el cual se conformaron 15 parcelas de 400 m^2 (20x20) lo que representa el 13.95% del área total. Fue calculado el volumen sin corteza de cada especie existente, a partir de esos datos y tomando en consideración que del volumen de madera total solo es aprovechable el 40% del mismo se obtuvo el rendimiento de la madera por cada una de las especies que dan cobertura al área total del Polígono.

Conclusiones

1. Las acciones que se recomiendan para un manejo agrícola sostenible pretenden disminuir el costo por peso de producción hasta un 0.50, con el mismo valor de precio actual.
2. La estrategia del PNCMS propuesta posibilitará cumplir con las necesidades socio-económicas del productor y su familia y a su vez contribuirá con el desarrollo de la finca y su entorno rural.
3. Se obtiene un mayor aprovechamiento del agua y menores perdidas de suelos
4. Las producciones mostraran un incremento de los rendimientos del 30 % anual con la aplicación de las tecnologías de conservación de suelos.
5. Al introducir un sistema de medidas de conservación de suelo hay mayor aprovechamiento del agua y mayor eficacia.

Bibliografías

Acuña Reyes, D. 2015. Agricultura sostenible: antecedentes e iniciativas. Available: http://www.odepa.cl/wp-content/files_mf/1435948962Agriculturasostenible2015.pdf.

ANPP, A. N. D. P. P. 1997. Ley No. 81 Del Medio Ambiente EXTRAORDINARIA ed. La Habana: Gaceta Oficial de la República de Cuba.

ANPP, C. A. N. D. P. P. 2019. Constitución de la República de Cuba. In: CXVII, A. (ed.) No. 5 Extraordinaria ed. La Habana: Gaceta Oficial de la República de Cuba.

Barrezueta Unda, S. 2015. Introducción a la sostenibilidad agraria: Con enfoque de sistemas e indicadores. In: Machala, U. T. D. (ed.). Ecuador: UTMACH.

Castro Ruz, F. 1992. Mensaje en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Brasil.

CEPAL, C. E. P. A. L. Y. E. C. 2016. Horizontes 2030: la igualdad en el centro del desarrollo sostenible Naciones Unidas ed. Santiago.

Chen, Q., Sipiläinen, T. & Sumelius, J. 2014. Assessment of Agri-Environmental Externalities at Regional Levels in Finland. *Sustainability* 6, 3171—3191.

CITMA, C. M. D. C. T. Y. M. A. 2016. Estrategia Ambiental Nacional 2016/2020. La Habana: CITMA.

Domínguez Serrano, M., Blancas Peral, F. J., Guerrero Casas, F. M. & González Lozano, M. 2011. ¨Una revisión para la construcción de indicadores sintéticos¨. *Revista de métodos cuantitativos para la economía y la empresa*, 11, 41-70.

Fernández Sánchez, G., Gómez-Limón Rodríguez, J. A. & López García, J. L. ANÁLISIS DE LA SOSTENIBILIDAD AGRARIA MEDIANTE INDICADORES SINTÉTICOS. 48 Congreso Sobre (Sociedad Brasileira de Economía, Administração e Sociologia Rural), 26 28 julio de 2010 2010 Brasil. Brasil, 21.

Gómez-Limón, J. A. & Reig Martínez, E. 2013. ¨La Evaluación de la sostenibilidad agraria a través de indicadores e índices: el caso de las estepas cerealistas de Castilla y León¨. In: RURAL, C. C. (ed.) La sostenibilidad de la agricultura española. España: Cajamar Caja Rural.

Hřebíček, J., Trenz, O. & Vernerová, E. 2013. OPTIMAL SET OF AGRI-ENVIRONMENTAL INDICATORS FOR THE AGRICULTURAL SECTOR OF CZECH REPUBLIC. *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis,* LXI 242(7), 2171-2181.

Miranda Cuéllar, R. L., Reyes Acuña, S., Gómez País, G. D. L. M. & Goicochea Cardoso, O. C. 2019. ¨Metodología para la realización de un diagnóstico de la gestión de indicadores ambientales en la administración pública¨. Volumen 37(no. 1), pp. 71—87.

NACIONES_UNIDAS 2016. *Informe del Grupo Interinstitucional y de Expertos sobre los Indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. E/CN.3/2016/2/Rev.1.

ONEI, O. N. D. E. E. I. 2018. Panorama uso de la tierra. Cuba 2017 Enero - Diciembre 2017. La Habana: *Oficina Nacional de Estadísticas e Información*.

ONN, C. O. N. D. N. 2014. NC-1041. ¨Calidad del suelo. Manejo Sostenible de Tierras. Términos y definiciones¨ In: NORMALIZACIÓN, O. N. D. (ed.). La Habana: ONN.

OXFAM. 2013. ¿Qué es el Manejo Sustentable de Tierras? [Online]. México. Available: http://www.oxfammexico.org/que-es-el-manejo-sustentable-de-tierras/ [Acceso mayo de 2016].

Paredes, R., Pérez, J. J. & Hernández, J. C. 2013. La comuna, sitio de intervención y transformación comunitaria. *Revista de Cooperativismo y Desarrollo*, 2(2).

Plasencia Soler, J. A., Marrero Delgado, F., Bajo Sanjuán, A. M. & Nicado García, M. 2018. Modelos para evaluar la sostenibilidad de las organizaciones. *Estudios Gerenciales*, 34(146), 63-73.

Sánchez Fernández, G. 2009. Análisis de la sostenibilidad agraria mediante indicadores sintéticos: aplicación empírica para sistemas agrarios de Castilla y León. Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.

Urquiza Rodríguez, M. N., Alemán García, C., Paula Ricardo, M. & Aguilar Pantoja, Y. 2011. ¨Manual de Procedimientos para el Manejo Sostenible de Tierras¨, La Habana, CIGEA. 186.

Yengle Ruiz, C. 2012. Aplicación del análisis de componentes principales como técnica para obtener índices sintéticos de calidad ambiental. UCV - *Scientia* 4 (2), pp. 145-153.

Acerca de los autores:

Lazara Expósito Gutiérrez: Ingeniera Agrónoma y máster en Gerencia de la Ciencia y la Innovación desde el 2008. Hasta el año 2022 se desempeñó como jefa del Departamento Agrícola de la Unión Agropecuaria del MINFAR. Actualmente como especialista en epifitias del Departamento de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos del Instituto de Geofísica y Astronomía y aspirante al Doctorado.

Miguel Soca Núñez: Graduado de Ingeniero agrónomo en 1968. Doctor en Ciencias Agrícolas e investigador titular. Realiza su actividad en la Dirección de Suelos y Fertilizantes del Ministerio de la Agricultura como especialista en políticas agrarias,

representante del proyecto internacional Ecovalor y coordinador de minerales industriales de uso agrícola.

Ernesto Ramis Calzadilla: Graduado de licenciado en leyes. Master en políticas agrarias. Realiza su actividad en la Dirección de Suelos y Fertilizantes del Ministerio de la Agricultura es actualmente donde es jefe de un de su Departamento.

Ida Inés Pedroso Herrera: Graduada de Licenciada Física en Universidad Estatal de Bielorrusia en 1985, MSc. en Impacto Ambiental y Doctora en Ciencias Técnicas, Investigadora y Jefa del Departamento de Evaluación de Riesgos de Desastres del Instituto de Geofísica y Astronomía de la Agencia de Medio Ambiente, departamento que coordina los Estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos de Desastres (PVR) así como el proceso de Evaluación de Impacto y Daños Ambientales de los desastres en Cuba y el Macroproyecto de estudios de cambio climático. jefa del Grupo Nacional de Estudios de PVR de la Agencia de Medio Ambiente y del Programa Sectorial de Ciencia, Tecnología e Innovación.