**IX CONFERENCIA CIENTFICA INTERNACIONAL DESARROLLO AGROPECUARIO Y SOSTENIBILIDAD AGROCENTRO 2019**

**Título**

**IMPACTOS DEL MANEJO INTEGRADO DEL SUELO EN CONDICIONES DE UN POLÍGONO DEMOSTRATIVO**

***Title***

***IMPACTS OF INTEGRATED SOIL MANAGEMENT IN CONDITIONS OF A DEMONSTRATIVE POLYGON***

María de la Caridad Segredo Díaz 1, ElvisLópez Bravo2.

1 Delegación Provincial de la Agricultura, Santi Spíritus, Cuba,

[esp-suelos2@ctiss.ssp.minag.gob.cu](mailto:esp-suelos2@ctiss.ssp.minag.gob.cu).

2 Universidad Central Marta Abreu de las Villas, VC, Cuba, [elvislb@uclv.edu.cu](mailto:elvislb@uclv.edu.cu)

**Resumen:** El presente trabajo tiene el objetivo aplicar un manejo integrado del suelo en condiciones de un polígono demostrativo que propicie el mejoramiento de su capacidad agroproductiva. Se realizó un diagnóstico inicial de los factores limitantes de los suelos, estado de la cobertura boscosa, recursos hídricos y la maquinaria agrícola. Se elaboró una estrategia bajo los principios del manejo sostenible de tierra. Se definieron 5 fincas a trabajar, ubicadas dentro de la cuenca zaza, con un área de 394,27 ha. Para validar los resultados, se estudian indicadores de impactos económicos, sociales, tecnológicos y ambientales. En los años de evaluación, se aprecian resultados favorables: Disminución del costo por peso promedio en 13 centavos y aumento en los rendimientos medios de granos de +0.4 t.ha, frutas de + 4.05 t.ha, indicando incremento en la eficiencia y rentabilidad productiva; incrementos en producción y uso de abonos orgánicos y biofertilizantes como elementos menos agresivos sobre el entorno; incremento de la superficie agrícola beneficiada, así como el sedimento retenido por el establecimiento de medidas antierosivas; incrementos de la diversidad biológica al introducir 37 especies de planta, sembrar 3875 árboles de 13 especies forestales y frutales.

***Abstract:***

*The present work has the objective to apply an integrated management of the soil in conditions of a demonstrative polygon that propitiates the improvement of its agroproductive capacity. An initial diagnosis was made of limiting factors of soils, state of forest cover, water resources and agricultural machinery. A strategy was developed under the principles of sustainable land management. Five farms were defined to work, located within the Zaza basin, with an area of ​​394.27 ha. To validate the results, indicators of economic, social, technological and environmental impacts are studied. In the years of evaluation, favorable results are observed: Decrease in cost per average weight by 13 cents and increase in average grain yields of +0.4 t.ha, fruits of + 4.05 t.ha, indicating an increase in efficiency and profitability productive increases in production and use of organic fertilizers and biofertilizers as less aggressive elements on the environment; increase in the agricultural area benefited, as well as the sediment retained by the establishment of anti-erosion measures; increases in biological diversity by introducing 37 plant species, planting 3875 trees of 13 forest and fruit species.*

**Palabras Clave:** Sustrato; Desarrollo; Economía; Mercado.

***Keywords:*** *Substratum; Developing; Economy; Market.*

**1. Introducción**

Los polígonos demostrativos para el mejoramiento y la conservación del suelo, el agua y el bosque, surgen en Cuba en el 2010, valorando la necesidad de brindar mayor atención y dar prioridad a la conservación y mejoramiento de los recursos naturales, particularmente los suelos, aspecto que está en estrecha interrelación con los recursos hídricos, la cobertura vegetal, el uso de la maquinaria agrícola y la influencia del hombre sobre el medio ambiente (Renda et al., 2015; Hernández 2015; Blanco et al., 2015, Aguilar et al.; 2015; Calero et al., 2015 a y b: Muñiz, 2015). Estos sitios consideran la finca como unidad básica de manejo y se atiende la cuenca hidrográfica como espacio físico geográfico a proteger, De esta forma el polígono a la vez que sirve como área demostrativa es un territorio que queda con los sistemas de medidas implementados, a partir de los cual se pueden medir impactos a corto, mediano y largo plazo.

La CPA Cuba Nueva pertenece a la agricultura suburbana del municipio Cabaiguán, la misma tiene gran responsabilidad en el balance nutricional de sus pobladores y posee un alto grado de deterioro del suelo por erosión hídrica y mal manejo. Estos suelos muestran diversos factores que limitan su capacidad agroproductiva entre los que se incluyen la erosión, la pendiente y el contenido de materia orgánica. Por otra parte, el empleo de la labranza intensiva con inversión del prisma y uso de maquinaria de considerable peso afecta las propiedades físicas del suelo y provoca la compactación del mismo. La creación de un polígono demostrativo en la zona presupone además el manejo adecuado de los recursos hídricos así como el manejo de los bosques que favorecen el equilibrio ecológico y la diversidad. El objetivo del presente trabajo es aplicar un manejo integrado del suelo en condiciones de un polígono demostrativo que propicie el mejoramiento de su capacidad agroproductiva.

**2. Metodología**

La investigación se realizó en la CPA Cuba Nueva entre los meses de enero del año 2010 y diciembre del 2017. La misma pertenece a la Empresa Integral Agropecuaria Sancti Spíriritus, entidad ubicada en áreas de la Cuenca Zaza, Subcuenca Tuinicú, y en las coordenadas en el plano de: N 650000; 250000 – E 655000; 247000. Pertenece al paisaje las alturas de Santa Clara, con llanuras onduladas a fuertemente onduladas y una altitud de 120 m sobre el nivel del mar, se dedicada a la producción de cultivos varios y ganadería. Se define un área de 394,27 ha, dividido en cinco fincas como se muestra en la figura 1, de ellas: tres de cultivos varios (Guajén, El Vaquerito y Ñoñó) y dos ganaderas (Cayajaca y Piñero).2.2. Metodología para determinar la demanda energética

Se realizaron visitas técnicas a las zonas de estudio a partir de la descripción geográfica del mapa 1: 25 000 y la II clasificación genética de los suelos de cuba (Hernández, et al, 1975), correlacionada con Hernández, et al 1999 y Hernández, et al 2015, para definir los tipos de suelos.

Por el método de la observancia se levanta toda la cobertura boscosa determinándose la composición arbórea de la faja hidrorreguladora y el resto de las áreas del polígono, esta se realizó haciendo un conteo físico del 100% de los árboles existentes en el lugar, para ello se conto con el asesoramiento de la Estación Experimental “Tope de Collantes¨ y se consultaron los instructivos técnicos para determinar las especies de plantas.

La identificación de los factores limitantes se realizó a partir de los estudios del mapa básico de suelos 1: 25000, (1989). Para la evaluación agroproductividad de los suelos se utiliza la metodología diseñada por el departamento de evaluación, uso y mejoramiento de la tierra del Centro Nacional de Suelos y Fertilizantes, perteneciente al MINAG (1985), la cual asume como criterio el nivel de adaptabilidad a los 10 cultivos más importantes, fundamentada básicamente en aquellas características y propiedades de los suelos que más fuertemente inciden sobre los rendimientos del cultivo,

Para la evaluación de impacto se determinó primeramente una línea base que se llamó año cero, (enero –diciembre, 2010) a partir del diagnóstico inicial, desde el segundo año hasta el 2017 se ejecutan las acciones de conservación y mejoramiento, y se monitorea los impactos según el set de indicadores propuesto por Calero (2017) en los polígonos de conservación y mejoramiento de suelo, agua y bosque en el contexto del polígono demostrativo.

**3. Resultados y discusión**

**3.1 Diagnóstico inicial de los factores limitantes**

En la zona en estudio se identificó que la precipitación media anual alcanza valores próximos a los 1 400 mm, siendo los meses de junio y septiembre los más húmedos y diciembre y febrero los más secos. La región cuenta con una micropresa denominada. El Guajén, con un áreas total de 0.1 km2 y un volumen de 0.3 Hm3, es clasificada como una presa de tierra. La región en estudio tiene una capacidad instalada de 22.65 ha bajo riego, por máquina de riego 20.6 ha; por sistema de riego de micro aspersores 2.0 ha y por sistema semi-protegido: 0.05 ha. Por instalar una capacidad de 34 ha.

Los resultados de este trabajo muestran que solo el 12.47% del área (49.17 ha) es llana; con el 2 %, que el 58.21 (229.84 ha) se encuentra entre fuertemente ondulado a ondulado; con pendiente entre el 5 – 6 %, más propensos a la erosión hídrica. Las mayores pendientes se encuentran en los suelos pardos con carbonatos ubicados en las fincas de cultivos varios (Guajén, Ñoñó y Vaquerito), donde también es mayor la actividad del hombre. En la región de estudio se determinó que el 70.76 % del área total del polígono se encuentra medianamente erosionado con pérdida del 25 al 75 % del horizonte A y el 29.19 % poco erosionado con pérdida de hasta 25 % del horizonte A. La profundidad efectiva predominante está entre medianamente profundo a muy poco profundo el 100 % del área lo que indica que son suelos para cultivos que no son exigentes a esta característica, coincidiendo con lo planteado por Hernández, et al. (2006) al referir que la profundidad efectiva es el espesor de suelo que mantiene una consistencia friable que permite el desarrollo y la penetración de las raíces de las plantas; puede coincidir con la profundidad del suelo y a veces puede ser menor. La pedregosidad está también presente en estas áreas, donde el 48.93 % (192.92 ha) está afectada.

**3.2 Impactos económicos**

El costo por peso promedio disminuye en 13 centavos, con un aumento de la eficiencia en el 74 % en el Polígono, de 0.87 centavos en el año 0 a 0.74 en el año 7. Resultado semejante al obtenido por Blanco et al. (2015), en la provincia de Guantánamo, donde se reflejan la mejoría del costo por peso, el cual disminuye en 0.11centavos (CCSF Mariana Grajales) y 0.13 centavos (CCSF Enrique Campos) en relación con lo obtenido antes de establecer el polígono. El rendimiento productivo muestra como a partir de la puesta en práctica del plan de medidas establecido con la creación del polígono, se incrementan los rendimientos de los principales cultivos explotados de las fincas analizadas, resultados que están relacionados con las mejoras proporcionadas al suelo, que reducen las principales limitantes identificadas en el diagnóstico inicial, que atentaban contra su agroproductividad, como se puede apreciar en la tabla 1.

Tabla 1. Rendimiento productivo

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Indicadores** | **U/M** | **Año 0** | **Año 7** | **Diferencia** |
| Fríjol | t/ha | 0.87 | 0.99 | +0.12 |
| Maíz | t/ha | 0.23 | 0.33 | +0.10 |
| Tomate | t/ha | 4.59 | 6.47 | +1.88 |
| Yuca | t/ha | 6.54 | 9.87 | +3.33 |
| Leche | L/vaca | 2.7 | 3.2 | +0.5 |

**3.3 Impacto tecnológico**

En este indicador se monitoreó, como se puede apreciar en la figura 1, las medidas de conservación, mejoramiento, acondicionamiento o mantenimiento del suelo las cuales se incrementan, de 12 ejecutadas antes de la implementación a 26 en el año 7, la superficie agrícola beneficiada, que constituyen aquellas áreas a la que se le ha resuelto más del 75 % de los factores limitantes de su agroproductividad, llegando a incrementarse en un 55.42 % en el año 7, de solo 0.50 % en el año 0. Todas muestran incrementos lo que revelan la aceptación por parte de los cooperativistas de estas tecnologías.

Figura 1. Resultados de la implementación de principios de MST

Con la introducción de tecnologías de riego y maquinaria se ha cambiado el paisaje del lugar, lo cual se observa en las imágenes satelitales de la Figura 2. Se puede apreciar en el año 0 solo una máquina de riego instalada, el embalse completamente desprotegido a diferencia de las tomadas en el año 7 donde se muestran las tres máquinas de riego instaladas, el embalse con su faja hidrorreguladora, varias áreas forestadas, y el uso de las nuevas tecnologías de preparación de suelo con las siembras ejecutadas siguiendo el nivel del terreno.

****

Figura 2. Imágenes satelitales.

**3.4 Impacto Ambiental**

Los resultados del pH, materia orgánica, fósforo y potasio muestran incrementos significativos en las fincas El Guajén y Ñoñó, como puede apreciarse en las figuras 3 y 3.14, donde el pH pasa de Ligeramente Ácido (5.5) a Ligeramente Neutro (6.8) en El Guajén y se mantiene Ligeramente Neutro en Ñoñó (6.3 a 6.9); el P2O5 pasa de Medio (28.8) a Alto (37.2) en El Guajén y de Bajo (10.1) a Medio (17.7) en Ñoñó; el K2O se mantiene Alto en ambas fincas (29.9 a 61.05) Guajén y (29.9 a 61.05) Ñoñó; la materia orgánica pasa de Baja (2.04) a Media (3.84) en el Guajén y de Baja (1.9) a Alta (4.07) en Ñoñó. Esto está provocado por manejo que se usó con la implementación de las acciones de conservación y mejoramiento de suelo para corregir las limitantes detectadas en el diagnóstico, a pesar que la fertilización no se ejecutó como se recomendó por el análisis agroquímico a causa de los paquetes tecnológicos de los cultivos de grano y tabaco. la incorporación de abonos verdes y orgánicos al suelo.

Figura 3. Calidad de la materia orgánica y contenido de nutrientes finca El Guajén.

Se han ido disminuyendo el uso de químicos y aumentando los biológicos y orgánicos como se muestra en la figura 4, disminuyendo la carga contaminante al suelo, agua y bosque. Resultados semejantes a los obtenidos en el polígono de Guantánamo según Blanco et al. (2015) que plantea que el establecimiento de los polígonos permitió incrementar el número de áreas beneficiadas con abonos orgánicos, biofertilizantes y bioestimulantes, lo cual demuestra el interés de los productores por emplear alternativas menos dañinas en el manejo de sus fincas, con lo cual contribuyen con el cuidado y protección del medio ambiente.

Figura 4. Uso de fertilizantes químicos y abonos orgánicos.

De igual forma, la calidad del agua para el riego muestra que no hay diferencias significativas entre la línea base (año 0) y el año 7 y que según la norma cubana empleada los valores de pH y las sales disueltas para el tipo de suelo y el sistema de riego empleado en el polígono no afectan la calidad del agua, resultados que no coinciden con los obtenidos por Carmenates Hernández et al. (2013), los cuales plantean que los análisis de las fuentes de agua empleadas para el riego en la Empresa Cítrico ¨Ceballos ¨, arrojan que el total de sales disueltas son superiores a 500 mg /l (excepto el pozo 3 con 487,68 mg/l), así como el pH con valores que oscilan entre 7,5 y 7,8 lo que representa un riesgo en cuanto obturaciones en los emisores de los sistemas de microirrigación.

Tabla 2. Indicadores de calidad del agua para el riego.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Indicadores** | **Micropresa El Guajén** | | **Pozo El Guajén** | |
| **Año 0** | **Año 7** | **Año 0** | **Año 7** |
| pH | 6,87 | 6,85 | 7,77 | 7,78 |
| Cond.(dS.m¯¹) | 3,4 | 3,3 | 5,6 | 5,5 |
| SDT(mg.l¯¹) | 285 | 280 | 282 | 280 |
| ClNa(mmol.l¯¹) | 0,17 | 0,16 | 0,29 | 0,27 |

Por su parte, en el manejo de las plantaciones forestales (Figura 5), se tuvo en cuenta la superficie reforestada, las cercas vivas y el índice de boscosidad tal como se puede apreciar en la figura 3.17, en el año 0 solo había un área de 2.47 ha reforestada, ya en el año 7 se ha llegado a 11.17 ha con especies como el Nim, La Moringa, la caoba, el tamarindo, la acacia, el Mango, el Algarrobo del País la Pera de Málaga, el Marañón, etc. De 2 km de cercas vivas en el año 0 se han incrementado a 17.3 km sembrando especies como el piñón, el almácigo, el ciruelón y el bienvestido. El índice de boscosidad se ha movido de 0.8 en el año 0 a 1.72 en el año 7.

Figura 5. Manejo de las plantaciones forestales.

En la figura 6 se muestra como el establecimiento de los polígonos en las fincas trabajadas, generó un impacto positivo en cuanto a la cantidad de fuerza de trabajo que intervienen en los procesos productivos desarrollados en las fincas, al incrementarse el número en 24 cooperativistas más, al inicio de la investigación (Año 0) se contaba 59 hombres y 11 mujeres, a los 7 años de implementarse existen 94, de ellos: 79 hombres y 15 mujeres. Desde el comienzo de la investigación se trabajó en sensibilizar sobre la igualdad de género y generacional logrando la incorporación de 4 mujeres y 10 jóvenes.

Al momento de efectuar el diagnóstico inicial (Año 0) los cooperativistas recibían un ingreso personal solo de 551 pesos, ya en el año 7 con el incremento productivo generado el ingreso se incrementó en un 153.65 %, recibiendo un ingreso personal promedio de 995.00.

Figura 6. Beneficios sociales y económicos.

**4. Conclusiones**

1. Los factores limitantes identificados como los de mayor incidencia en la agroproductividad de los suelos fueron: el grado de pendiente, la erosión, la profundidad efectiva, el contenido de materia orgánica y la pedregosidad para lo que se diseña e implementa un plan de manejo integrado para la conservación y mejoramiento de los suelos del polígono de estudio.

2. Se disminuye el costo por peso y aumenta la eficiencia, aumentaron además los rendimientos productivos de los cultivos fundamentales. Se incrementa la superficie agrícola beneficiada, instalando además tres máquinas de riego.

3. Se mejora el pH del suelo, la materia orgánica el fósforo y el potasio; se logró retener más de 40 t/ha/año del suelo en el polígono y se disminuye el uso de pesticidas y fertilizantes químicos aumentando el empleo de biológicos y orgánicos.

4. Se incrementó el número de especies vegetales y animales, así como el área reforestada, y el ingreso promedio de los cooperativistas se incrementó en un 153.65 %.

**5. Referencias bibliográficas**

1. Blanco, A., Limeres, T., Fernández, I. y otros (2015). Impacto de polígono demostrativo de suelos, agua y bosques en la agricultura de la provincia Guantánamo. Congreso Suelos 2015. Palacio de Convenciones, La Habana. Publicación electrónica. ISBN: 978-959-296-039-8.
2. Calero Martín, B. (2017). Polígonos para el mejoramiento y la conservación de suelo, agua y bosque en Cuba. Indicadores y Procedimiento para evaluar sus impactos. Camagüey: Universidad de Camagüey.
3. Calero, B., Rodríguez, D., Ginebra, M., y otros (2015 b). Nueva plataforma de trabajo para proteger recursos naturales en Cuba: los polígonos demostrativos. Revista Agricultura Orgánica. Año 21 No. 2. 9-14.
4. Calero, B.J. (2013). Procedimiento para la evaluación de impactos en los Polígonos Demostrativos para la Conservación y Mejoramiento de los Suelos, los Bosques y las Aguas. Publicación interna, 4 pp. Instituto de Suelos
5. Calero, B.J. (2015). Indicadores para la evaluación de impactos en los polígonos demostrativos para la conservación y mejoramiento del suelo, el agua y el bosque. Plegable divulgativo, Instituto de Suelos. Abril, 2015.
6. Calero, B.J., Ginebra, M., Rodríguez, A. y otros (2015 a). Set de indicadores e impactos generados por la introducción de principios de manejo sostenible de tierras en los polígonos demostrativos para la conservación del suelo, el agua y el bosque en Cuba. Congreso Suelos 2015. Palacio de Convenciones, La Habana. Publicación electrónica. ISBN: 978-959-296-039-8
7. Carmenate Hernàndez, D., Hidalgo Rosa, Y., Nurse, O., Mujica Cervantes, A., & Peneque Rondòn, P. (2013). Influencia de la calidad del agua para el riego en las obturaciones de los emisores en Ciego de Ávila. Ciencias Tècnicas Agropecuerias, 22 (1), 36-38.
8. Departamento de Evaluación y Uso y Mejoramiento de la Tierra. (1985). La Clasificación Agroproductiva. CENTRO NACIONAL DE SUELOS Y FERTILIZANTES.
9. Dirección General de Economía Agropecuaria y Desarrollo, 2018. Procedimiento Específico para el uso y Control del Financiamiento Estatal del Programa Nacional de Conservación y Mejoramiento de Suelos.).
10. Fuentes Soto, A., & Martìnez Rodrìguez, f. (2014). Indicaciones pràcticas para la conservaciòn, mejoramiento y fertilizaciòn de suelos. En M. d. Instituto de Suelos. Agrinfor.
11. Hernández Jiménez, A., Ascanio, O., Pérez, J., & Ortega, F. (1975). II Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. La Habana: Instituto de Suelos de la Academia de Ciencias de Cuba.
12. Hernández Jiménez, A., Pérez Jimenez, J., Boch Infante, D., & Rivero Ramos, L. (1999). Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Ciudad de la Habana: Instituto de Suelos Ministerio de la Agricultura.
13. Hernández Jiménez, A., Pérez Jiménez, J., Bosch Infante, D., & Catro Speck, N. (2015). Clasificación de los Suelos de cuba 2015. Mayabeque Cuba: Intituto Nacional de Ciencias Agrícolas Instituto de Suelos.
14. Hernández, A., Ascanio O., Morales, M., y otros (2006). La Historia de la clasificación de los Suelos en Cuba. Ed. Félix Varela. La Habana. 98 pp.
15. Hernández, L., Pozo, C., Cabrera, E. y otros (2015). Evaluación de impactos en polígono de conservación de suelos, bosques y aguas, bajo manejo sostenible de tierras. Congreso Suelos 2015. Palacio de Convenciones, La Habana. Publicación electrónica. ISBN: 978-959-296-039-8
16. Instituto de Suelos, (1989) Manual Tècnico Mapa Bàsico 1.25000.
17. Jager, M. y Yurrita E. (2007). Informe final “Diagnóstico y evaluación de las capacidades para asegurar el Manejo Sostenible de Tierras en el Chaco paraguayo” de la consultoría al proyecto GEF “Manejo Sostenible de Tierras en el Ecosistema Transfronterizo del Gran Chaco Americano” GFL-2328-2770- 861 (GF-3010-05-11) GEF/ PNUMA/ OEA.
18. Muñiz, O (2015). 50 aniversarios del Instituto de Suelos de Cuba. Rev. Anales de la Academia de Ciencias de Cuba. Vol.5, No.2, 1-9 p.
19. Renda, A., Calzadilla, E., Jiménez, M y otros. (2015). Establecimiento de cortinas rompe vientos con énfasis en los polígonos agua-suelos-bosques. Congreso Suelos 2015. Palacio de Convenciones, La Habana. Publicación electrónica. ISBN: 978-959-296-039-8.
20. Urquiza, M.N., Alemán, C., Flores, L., y otros (2011). Manual de procedimientos para el Manejo Sostenible de Tierras. Ed. CIGEA, 67 p. ISBN: 978-959-278-027.