

## Avances

Centro de Información y Gestión Tecnológica

### **Impacto de tecnologías de conservación sobre la fertilidad del suelo en la producción de frutales**

#### ***Impact of conservation technologies about the fertility of soil in the production of fruit-bearing***

**Leonel Hernández Hernández<sup>1</sup>, Eduardo Cabrera Carcedo<sup>2</sup> y Crescencio Pozo Galvez<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Ingeniero Agrónomo. Dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes. Avenida Borrego Final, Reparto Hermanos Cruz, Teléfono: 762205. CP: 20100. Pinar del Río, Cuba, [genesis5@suelopr.minag.cu](mailto:genesis5@suelopr.minag.cu) ; [genesis4@suelopr.minag.cu](mailto:genesis4@suelopr.minag.cu)

<sup>2</sup>Máster en Ciencias Agrícolas. Dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes. Avenida Borrego Final, Reparto Hermanos Cruz, Pinar del Río, Cuba, [investigador7@suelopr.minag.cu](mailto:investigador7@suelopr.minag.cu)

Recibido: junio 2017

Aprobado: agosto 2017

#### **Para citar este artículo / to reference this article / para citar este artigo**

Hernández, L. Cabrera, E. y Pozo, C. (2017). Impacto de tecnologías de conservación sobre la fertilidad del suelo en la producción de frutales. *Avances*, 19(3), 257-269. Recuperado de [www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/277/1060](http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/277/1060)

---

#### **RESUMEN**

El proyecto se ejecutó en el periodo 2010-2015, se estudió el impacto de un sistema de medidas de conservación en la fertilidad de un suelo fersialítico dedicado al cultivo de frutales en la cooperativa Roberto Amaran, en Pinar del Río. Se realizó el estudio cartográfico detallado de la fertilidad de los suelos

1:10000. En un área demostrativa se tomó un campo para estudiar la influencia del sistema de medidas sobre la fertilidad del suelo y un testigo. Los resultados mostraron que en el área con medidas, los valores fueron superiores en el pH, en 0,62 unidades, la materia orgánica en 0,23 %, y el fósforo y el potasio asimilables en 0,537 y 1,650 mg.100g de suelo<sup>-1</sup>, el Ca<sup>++</sup> en 2,36

cmol<sup>(+)</sup>.kg<sup>-1</sup>, en el Mg<sup>++</sup> en 1,825 cmol<sup>(+)</sup>.kg<sup>-1</sup>, en el K<sup>+</sup> en 0,07 cmol<sup>(+)</sup>.kg<sup>-1</sup>, la capacidad de cambio de bases superó al testigo en 4,245 cmol<sup>(+)</sup>.kg<sup>-1</sup> y la capacidad de intercambio catiónico en 2,955 cmol<sup>(+)</sup>.kg<sup>-1</sup>. La compactación disminuyó en 8,85 N.cm<sup>-3</sup> y la densidad aparente en 0,031 (g.cm<sup>-3</sup>), la porosidad se incrementó en 5,57 %. El rendimiento de los cultivos de frijol, maíz, fruta bomba y guayaba, se incrementaron en 0,30, 0,29, 10,44 y 2,80 t.ha<sup>-1</sup> respectivamente. Los costos de producción disminuyeron en 17358,00 \$.ha<sup>-1</sup>, la rentabilidad aumentó el 9,66 %, el costo por peso de producción se redujeron en 0,10 \$.ha<sup>-1</sup> y el salario medio aumento en \$102,95.

**Palabras clave:** fertilidad, suelo, frutales, conservación, degradación.

---

## ABSTRACT

The project was carried out during the period 2010-2015, the impact of a system of soils conservation measures, on a fersialitic soil fertility dedicated to the cultivation of fruit-bearing was studied in Roberto Amaran cooperative in Pinar del Río province. A detailed

cartographic study 1:10000 of the soils fertility was carried out. In a demonstrative area was taken a field to study the influence of the measures system on soil fertility and a witness. The results showed in the area with the system of measures, the values were higher in pH, in 0,62 units, organic matter in 0,23 %, and the assailable match and potassium in 0,537 and 1,650 mg.100g of soil<sup>-1</sup>, the Ca<sup>++</sup> in 2,36 cmol<sup>(+)</sup>.kg<sup>-1</sup>, the Mg<sup>++</sup> in 1,825 cmol<sup>(+)</sup>.kg<sup>-1</sup>, the K<sup>+</sup> in 0,07 cmol<sup>(+)</sup>.kg<sup>-1</sup>, the capacity of change of bases overcame the witness in 4,245 cmol<sup>(+)</sup>.kg<sup>-1</sup> and the cationic capacity exchange in 2,955 cmol<sup>(+)</sup>.kg<sup>-1</sup>. The compaction diminished in 8,85 N.cm<sup>-3</sup> and the apparent density in 0,031 (g.cm<sup>-3</sup>), the porosity was increased in 5,57%. The yield of the bean cultivations, corn, fruit bomb and guava, increased in 0,30, 0,29, 10,44 and 2,80 t.ha<sup>-1</sup> respectively. The production costs diminished in 17358,00 \$.ha<sup>-1</sup>, the profitability increased 9,66%, the production cost.\$<sup>-1</sup> expensed decreased in 0,10 \$.ha<sup>-1</sup> and the half wage increased in \$102,95.

**Key words:** fertility, soil, fruit-bearing, conservation, degradation.

---

## INTRODUCCIÓN

El manejo inadecuado de los agroecosistemas con fines de producir alimentos y productos para la sociedad, ha originado en mayor o menor medida cambios y deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, con el consiguiente efecto de disminución sobre la productividad y la producción en general (García, 2012).

La erosión del suelo es una de las principales problemáticas ambientales a nivel mundial, la degradación de los ecosistemas afectados involucra indirectamente un impacto económico y social, mientras que los efectos que presenta en el recurso suelo son variados y muchos de ellos se asocian a la pérdida de productividad (Jagadamma *et al.*, 2009). Este mismo autor

considera que el bajo contenido de materia orgánica, provoca el deterioro de la estructura superficial de suelo y la reducción de la porosidad total.

La erosión reduce la fertilidad del suelo, removiendo físicamente sus nutrientes mediante el arrastre de partículas de los horizontes superiores; no obstante, existe también un efecto indirecto en la disponibilidad de nutrientes, que se desencadena producto de la alteración del nicho ecológico de los organismos del suelo. Los organismos contribuyen en una importante gama de servicios esenciales dentro del suelo, su activa participación en el ciclaje de los nutrientes incrementa la disponibilidad de estos para la planta, además de jugar un importante rol en la modificación de la estructura a través de la bioturbación y el efecto de la dinámica hidráulica del suelo (Barrios, 2007).

La materia orgánica constituye la principal fuente de nutrientes en el suelo en estudios de campo en los que no se realizan aplicaciones de fertilizantes, existe una fuerte influencia de esta propiedad sobre las concentraciones de nutrientes en suelos erosionados. En un ensayo de campo realizado por Izaurre et al. (2006) las propiedades químicas cambiaron drásticamente con la pérdida simulada de suelo; en el tratamiento de extracción de 20,0 centímetros de suelo superficial, la concentración de C total descendió cerca de un 40% (40,2 a 25,0 g kg<sup>-1</sup>) respecto al testigo sin erosión; la misma

tendencia presentaron el N y P total, con mayor impacto para el nitrógeno.

La superficie agrícola de la provincia de Pinar del Río donde la actividad económica fundamental es la agricultura, es de 376746,03 ha (ONCT, 2012). El suelo de esta superficie está afectado en su mayoría por factores limitantes de la productividad dentro de los que se encuentran la acidez (pH < 4,5) en más de un 82,0 %, baja fertilidad natural en un 73,7 %, poca profundidad efectiva (<50 cm) en un 70,0 % y erosión a distintos niveles en un 71,0 % del suelo destinado a la agricultura en la provincia de Pinar del Río, desglosado según los grados de erosión en: el 36,0 % levemente erosionado, el 29,3 % medianamente erosionando, el 1,6% fuertemente erosionado y el 3,1 % muy fuertemente erosionado.

En la Cooperativa «Roberto Amarán» del municipio Pinar del Río, se realizó una evaluación de suelos debido a la pérdida creciente de los rendimientos en la producción de frutales, para ello se seleccionó un área demostrativa, representativa de sus suelos, con el objetivo de determinar la influencia de un sistema de medidas de conservación y mejoramiento sobre la fertilidad del suelo, que limita la producción de frutales y otros cultivos intercalados.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se realizó en la Cooperativa «Roberto Amaran Mamposo», con un

área de 201,56 ha, en el km 10 de la carretera a Luís Lazo, en el municipio de Pinar del Río, provincia de Pinar de Río. Las coordenadas centro del área demostrativa donde se introdujeron las medidas son: X=213770, Y=292162; y las del testigo: X=213690, Y=292105. Para el presente estudio se tuvo en cuenta los datos climáticos de la Estación Meteorológica de Pinar del Río analizados para un periodo de 5 años (2011-2015). Las variables observadas son las siguientes: Temperatura máxima: 30,3 °C. Temperatura mínima: 20,3 °C. Temperatura media: 24,5 °C y la precipitación media anual: 1540,2 mm.

Los años más lluviosos en el periodo mencionado anteriormente fueron el 2012, (1829,0 mm), el 2013 (1716,8 mm) y en el 2011 (1629,1 mm), registrándose el mayor volumen de precipitaciones mensual, en junio del 2013 con 552 mm.

Con el objetivo de precisar las características observadas se realizó un estudio detallado de suelo a escala 1:10 000, donde se emplearon hojas cartográficas a la misma escala.

El área demostrativa es de 2 ha, de ellas 1ha para el testigo (manejo tradicional o convencional) y la otra para el estudio del sistema de medidas para conservar la fertilidad del suelo, que incluyó las siguientes tecnologías:

- Tecnología antierosiva en base a bordos desagües con barreras

vivas de King-grass y canales empastados (Díaz, 2009).

- Producción de materia orgánica y humus (Martínez *et al.*, 2003).
- Organización antierosiva del territorio (Riverol *et al.*, 2008).
- Labranza mínima en contornos (Instituto de suelos, 2014).
- Siembra de los cultivos en contorno (Díaz, 2009).

Una vez recopilados los datos y resultados obtenidos durante el proyecto, éstos fueron tabulados y comparados con el testigo mediante el método de T (student) para muestras relacionadas, se utilizó el paquete estadístico IBM® SPSS® Statistics versión 21.

Los cultivos utilizados en el área demostrativa (1ha) fueron el mamey (*Pouteria sapota* Jack) y la guayaba (*Psidium guajava* L.) como cultivo principal, frijol (*Phaseolus vulgaris*) y maíz (*zea mayz*) como cultivos intercalados, mientras que en la generalización a la CPA se utilizaron, la guayaba (*Psidium guajava* L.), fruta bomba (*Carica papaya*), mamey (*Pouteria sapota* Jack), mango (*Mangifera indica* L.), (*Phaseolus vulgaris*) y maíz (*zea mayz*), a todos ellos se le cuantificaron los rendimientos de forma replicada tomando 10 muestras por campo para poder realizar las comparaciones. En el mango (*Mangifera indica* L.) y el mamey (*Pouteria sapota* Jack) no se cuantificó el rendimiento por estar en fomento.

Los métodos analíticos empleados para evaluar las propiedades de los suelos, aparecen en las normas y procedimientos utilizados para su uso, NC 10390, NC 52.1999, NC 51, NC 65, NC 1045, NR 279/1980 (Instituto de Suelos, 2011).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Diagnóstico del suelo. Principales características.

Pozo (2016), determinó los tipos de suelos y su grado de erosión en ésta cooperativa, él realizó un estudio detallado a escala 1:10000 para clasificarlos, observó que el suelo Fersialítico Pardo Rojizo, ócrico, dístrico, el mismo que se utilizó en el área demostrativa para la investigación, resultó ser el más extenso (69,4 %). Los grados de erosión fueron muy fuertes en el 19,8% de los suelos, en el 2,5 % fuerte, el 70,4 % medianamente erosionado, el 6,3 % con poca erosión y solo el 1,0 % sin erosión. La pendiente en el 1,0 % del área era casi llano (0,5-1,0 %), el 6,3 % es ligeramente ondulado (2,1-4,0 %), el 72,9 % es ondulado (4,1-8,0 %) y el 19,8 % es alomado (16,1-30,0 %).

El estudio detallado de profundidad efectiva en la cooperativa mostró que el 6,3 % del área es profundo (61,0-100,0cm), el 73,9 % es medianamente profundo (41,0-61,0 cm) y el 19,8 % es poco profundo (21,0-40,0 cm). El pH en los suelos en el 27 % del área eran extremadamente ácidos, el 0,83 %

fuertemente ácidos, el 27,02 % son ácidos, el 21,91 medianamente ácidos, el 20,02 % son ligeramente ácidos y solo el 3,05 % están próximos al neutro. La materia orgánica se evaluó como poco humificada en el 17,32 % de los suelos, medianamente humificada el 71,70 %, humificada el 9,11 % y muy humificada, solo el 1,87 % de los suelos. El fósforo asimilable en todos los casos se evaluó en la categoría de bajo, mientras el potasio asimilable era bajo en el 75,77 % del área, medio en el 18,07 % y de alto, solo en el 6,16 %. Estos resultados permitieron ubicar el área demostrativa en el suelo más representativo de la cooperativa.

Los valores encontrados en los cartogramas suelen ocurrir en suelos de estos tipos de suelos, que cuando se forman en relieve inestables, la degradación fundamental es la erosión (Hernández *et al.*, 2015).

### Influencia del sistema de medidas sobre algunas características agroquímicas en el área demostrativa.

Al comparar en el área testigo con el área donde se introdujo el sistema de medidas se comprobó que no había diferencias, demostrando la homogeneidad del suelo, aspecto imprescindible para poder demostrar como con el tiempo varían las propiedades del suelo (*tablas 1-2*). Al comparar el testigo en el año 2010, con el testigo en el 2015 (*tabla 1*), se

evidenció un deterioro del pH, la materia orgánica y el fósforo y potasio asimilables en el suelo, mientras que al comparar el testigo con el sistema de medidas en el 2015 se observó un efecto altamente significativo del sistema de conservación y mejoramiento de suelos sobre éstas propiedades, los

valores fueron superiores en el pH, en 0,62 unidades, la materia orgánica en 0,23 %, y el fósforo y el potasio asimilables en 0,537 y 1,650 mg.100g de suelo<sup>-1</sup> respectivamente, esto está dado por su acumulación en el suelo que ha conservado su fertilidad debido al manejo realizado

**Tabla 1.** Influencia de las medidas sobre el pH, la materia orgánica y el fósforo y potasio asimilables.

		Medias	Correlación	Desviación típica.	Error típico de la media	t
pH (KCl)	Testigo 2010 & Medidas 2010	5,246	0,854**	0,01173	0,0037	-1,616 ns
		5,252				
	Testigo 2010 & Testigo 2015	5,246	0,853**	0,0115	0,0036	-87,637**
		4,985				
	Testigo 2015 & Medidas 2015	4,984	0,988**	0,0031	0,0010	260,999**
		5,605				
M.O. (%)	Testigo 2010 & Medidas 2010	2,219	0,593*	0,0189	0,0059	-0,667ns
		2,223				
	Testigo 2010 & Testigo 2015	2,219	0,995**	0,0032	0,0009	161,000**
		2,028				
	Testigo 2015 & Medidas 2015	2,028	0,578*	0,0211	0,0066	-29,513**
		2,255				
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg.100g <sup>-1</sup> )	Testigo 2010 & Medidas 2010	8,456	0,994**	0,0533	0,0168	-0,1778ns
		8,459				
	Testigo 2015 & Medidas 2015	8,009	0,990**	0,0512	0,0162	-31,920**
		8,546				
	Testigo 2010 & Testigo 2015	8,456	0,991**	0,0249	0,0078	54,083**
		8,009				
K <sub>2</sub> O (mg.100g <sup>-1</sup> )	Testigo 2010 & Medidas 2010	14,433	0,935**	0,1017	0,0322	-0,311ns
		14,443				
	Testigo 2015 & Medidas 2015	13,006	0,926**	0,1051	0,0332	-30,204**
		14,710				
	Testigo 2010 & Testigo 2015	14,433	0,999**	0,0170	0,0053	153,570**
		13,006				

**Nota:** t= t experimental, \*\*=Significativo para P≤0,01, \*=Significativo para P≤0,05 ns= no significativo.

**Fuente:** Datos tomados en el área demostrativa durante la investigación (2010-2015)

Está ampliamente documentado el efecto de la erosión en la productividad de los suelos agrícolas, Larney *et al.* (2009) debido a la alteración de ciertas propiedades del pedón y concluyeron que la reducción de rendimiento debido

a la erosión simulada fue asociada a la cantidad de nitrógeno (N) y fósforo (P) total y disponible removido, junto con la reducción de la materia orgánica (M.O). Riverol *et al.* (2008) en estudios de campo, introdujeron una tecnología

antierosiva en base a bordos de desagüe con barreras vivas de vetiver, labranza mínima en contorno, siembra en contorno, en suelos frágiles, medianamente ondulados, en San Juan y Martínez y encontró un efecto mejorador de las medidas sobre el pH, la materia orgánica y el fósforo y potasio asimilables. Espada (2010) en estudios sobre tecnologías de manejo de suelo en un agroecosistema de la cooperativa Jaime Vena de San Juan y Martínez en la provincia de Pinar del Río, encontraron resultados similares. Díaz (2009) con prácticas agroecológicas de éste tipo, observó un avance en los contenidos de materia orgánica,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , así como la capacidad de cambio de bases y la de intercambio catiónico, que expresan un aumento de la fertilidad de los suelos por un manejo adecuado del mismo que disminuyó la velocidad de degradación. Pozo (2016), al estudiar la erosión en ésta misma área demostrativa encontró pérdidas de suelo en el testigo de  $32,11 \text{ t.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$  mientras en el área con el

sistema de medidas fue de solo  $5,05 \text{ t.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$ , muy en correspondencia con los resultados de su fertilidad química, física y biológica aquí encontrados.

### **Efecto sobre los cationes intercambiables del suelo.**

Al comparar el testigo al inicio en el año 2010 con el testigo al final en el 2015 (tabla 2), se observó un deterioro de los cationes en el suelo, excepto el sodio que solo aparecen trazas en el suelo y no tuvieron influencia sobre el sistema de medidas. Al comparar el testigo con el sistema de medidas en el 2015, se observó un efecto significativo del sistema de conservación y mejoramiento de suelos sobre los cationes intercambiables, demostrando que los valores fueron superiores en el  $Ca^{++}$  en  $2,364 \text{ cmol}^{(+)}.\text{kg}^{-1}$ , en el  $Mg^{++}$  en  $1,825 \text{ cmol}^{(+)}.\text{kg}^{-1}$ , en el  $K^{+}$  en  $0,07 \text{ cmol}^{(+)}.\text{kg}^{-1}$ , la CCB superó al testigo en  $4,245 \text{ cmol}^{(+)}.\text{kg}^{-1}$  y la CIC en  $2,955 \text{ cmol}^{(+)}.\text{kg}^{-1}$ .

**Tabla 2.** Influencia de las medidas sobre los cationes del suelo.

		Medias	Correlación	Desviación típica	Error típico de la media	t
Ca <sup>++</sup> (cmol(+).kg <sup>-1</sup> )	Testigo 2010 & Medidas 2010	30,868	0,949**	0,1891	0,0598	-0,351ns
		30,889				
	Testigo 2015 & Medidas 2015	28,836	0,944**	0,2029	0,0642	-36,837**
		31,200				
Testigo 2010 & Testigo 2015	30,868	0,994**	0,0557	0,0176	115,285**	
	28,836					
Mg <sup>++</sup> (cmol(+).kg <sup>-1</sup> )	Testigo 2010 & Medidas 2010	14,555	0,996**	0,0127	0,0040	1,245ns
		14,550				
	Testigo 2015 & Medidas 2015	13,031	0,960**	0,0450	0,0142	-128,160**
		14,856				
Testigo 2010 & Testigo 2015	14,555	0,997**	0,0126	0,0040	380,996**	
	13,031					
K <sup>+</sup> (cmol(+).kg <sup>-1</sup> )	Testigo 2010 & Medidas 2010	0,482	0,960**	0,0092	0,0029	-0,688ns
		0,484				
	Testigo 2015 & Medidas 2015	0,431	0,910**	0,0097	0,0031	-11,783**
		0,487				
Testigo 2010 & Testigo 2015	0,482	0,851**	0,0137	0,0043	7,153**	
	0,431					
CCB (cmol(+).kg <sup>-1</sup> )	Testigo 2010 & Medidas 2010	46,203	0,957**	0,1963	0,0621	-0,306ns
		46,222				
	Testigo 2015 & Medidas 2015	42,598	0,962**	0,1773	0,0561	-75,721**
		46,843				
Testigo 2010 & Testigo 2015	46,203	0,996**	0,0521	0,0165	218,719**	
	42,598					
CIC (cmol(+).kg <sup>-1</sup> )	Testigo 2010 & Medidas 2010	48,482	0,984**	0,2936	0,0928	-0,323ns
		48,512				
	Testigo 2015 & Medidas 2015	46,047	0,982**	0,2674	0,0846	-34,942**
		49,002				
Testigo 2010 & Testigo 2015	48,482	0,991*	0,0597	0,0189	129,0346**	
	46,047					

**Nota:** t= t experimental, \*\*=Significativo para P≤0,01, \*=Significativo para P≤0,05 ns= no significativo.  
**Fuente:** Datos tomados en el área demostrativa durante la investigación (2010-2015)

Díaz (2009) planteó en sus estudios a nivel de campo en la cordillera de Guanigüánico, al introducir un sistema similar de medidas, que los cationes son determinantes en la fertilidad del suelo, y encontró diferencia significativa en el contenido de Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup> y el K<sup>+</sup>, así como, en los valores de la capacidad de cambio de bases y la capacidad de intercambio catiónico entre los diferentes campos objeto de estudio al compararlo con el testigo. En estudios con la introducción de éstas tecnologías sostenibles de manejo y uso de suelo, agua y sanidad vegetal en la cooperativa «Rigoberto Fuentes» de San Juan y

Martínez en la provincia de Pinar del Río, Cabrera *et al.* (2007) en 5 años de investigación, encontró un efecto mejorador de las medidas sobre los cationes intercambiables, a conclusiones similares arribaron Cabrera *et al.* (2013) al aplicar tecnologías de manejo sostenible de suelo en la cooperativa Jaime Vena de Pinar del Río y Ordaz *et al.* (2014) al implementar tecnologías de mejoramiento y conservación en el polígono demostrativo “El Sitio” en el municipio Mantua de la provincia de Pinar del Río y Amaro *et al.* (2015), en sus resultados del manejo sostenible de tierras en la conservación y el



mejoramiento de suelos degradados de la provincia de Pinar del Río.

### **Efecto sobre algunas propiedades físicas del suelo.**

El sistema de medidas mejoró la fertilidad física del suelo, al comparar el sistema de medidas con el testigo al año 2015, la compactación disminuyó en  $8,85 \text{ N.cm}^{-3}$  y la densidad aparente en  $0,031 \text{ (g.cm}^{-3}\text{)}$ , mientras la porosidad se incrementó en 5,57 %. Pozo (2016) en esta cooperativa encontró que en el área demostrativa, la acumulación de sedimentos donde se implantó el sistema de medidas fue de  $32,40 \text{ t.ha}^{-1}\text{.año}^{-1}$ , mientras en el testigo solo se acumularon  $2,42 \text{ t.ha}^{-1} \text{ .año}^{-1}$ . Esto justifica la mejora en las propiedades físicas del suelo, la relación entre los procesos que se desarrollan dentro del suelo, involucra una estrecha correlación con los efectos que se desencadenan en el perfil. La alteración de la porosidad, la compactación del suelo y la capacidad del suelo para infiltrar y retener agua son cambios asociados a los primeros horizontes de suelos degradados, que limitan el desarrollo y elongación del sistema radical y son críticos para el normal desarrollo de un cultivo (Bengough *et al.*, 2006). En el 2009, Díaz encontró resultados similares en estudios sobre un suelo esquelético, al introducir un sistema de medidas de

manejo de suelos que contempla estas medidas, mejoró la densidad aparente, la porosidad estructural y la permeabilidad, similares resultados obtuvo Ordaz (2014), con la aplicación de tecnologías de manejo sostenible de suelos introducidos en el municipio Mantua, en Pinar del Río.

### **Generalización del sistema de medidas en la cooperativa.**

La introducción de las medidas en la cooperativa Roberto Amaran 2011-2015 (*figura*) posibilitó una transformación paisajística con un 75 % generalización en el área cultivable de la cooperativa y el nivel total de aceptación por los campesinos que se sintieron estimulados por sus resultados productivos y nivel de eficiencia, dejando de realizar tareas innecesarias como el movimiento del suelo sedimentado en las zonas bajas, para rellenar el campo nuevamente o para cubrir las cárcavas. Resultados similares encontró Cabrera *et al.* (2007) en la cooperativa Rigoberto fuentes en suelos utilizados para la producción de tabaco y Díaz (2009) en un litosol de la cordillera de Guanigüánico utilizado en la producción de viandas, granos y frutales. Pozo (2016) demostró mediante imágenes satelitales (2010-2015) de esta cooperativa la generalización en el 75 % de su territorio agrícola.



**Figura.** Paisaje de la cooperativa después de introducir el sistema de medidas.

**Fuente:** Imagen satelital (2016), e imágenes durante el desarrollo de la generalización (2012-2015).

### **Comportamiento del rendimiento de los cultivos.**

La respuesta de los cultivos en el incremento de los rendimientos en las fincas donde se generalizaron las medidas de conservación fue altamente significativa y se corresponden con la acumulación de más de  $30,0 \text{ t.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$  de suelo retenido que contribuyó a su fertilidad. Está demostrado que cuando se integra un sistema de conservación adecuado a las condiciones del área que permitan un manejo adecuado, los rendimientos de los cultivos se elevan de inmediato, diversos investigadores han arribado a similares conclusiones entre ellos: Cabrera *et al.* (2007) con la introducción de Tecnologías Sostenibles de Manejo y Uso de Suelo, Agua y Sanidad Vegetal en San Juan y Martínez, Riverol *et al.* (2008) con una tecnología integral para el manejo de suelos erosionados, Díaz (2009) al validar un

sistema de manejo agroecológico y Amaro *et al.* (2015) con los resultados del manejo sostenible de tierras en la conservación y el mejoramiento de suelos degradados de la provincia de Pinar del Río. Cuba.

### **Valoración económica de la cooperativa.**

Al comparar el inicio con el final del proyecto, donde en el 75 % de los suelos se introdujo el sistema de medidas de manejo de la fertilidad del suelo, se obtuvo un balance económico positivo, al incrementarse los rendimientos de los cultivos, y conservarse y mejorarse la fertilidad del suelo, los ingresos ascendieron a  $46725,00 \text{ $.ha}^{-1}$ , los costos de producción disminuyeron en  $17358,00 \text{ $.ha}^{-1}$ , la rentabilidad aumentó el 9,66 %, y los costos por peso de producción se redujeron en \$0,10. Resultados económicos positivos al introducir medidas de conservación y

mejoramiento de suelos de este tipo encontraron: Díaz, (2009) elevó la rentabilidad en un 15,93 % y redujo el costo por peso de producción en \$0,16. Ordaz et al. (2014), incrementaron la rentabilidad en un 12 % y disminuyó los costos de producción en \$0,12, mientras Kenny de la Rosa et al. (2015) disminuyeron el costo por peso en \$0,22 e incrementó los ingresos personales de los productores en \$80,00 al cierre del 2013, en la cooperativa Cuba Nueva de Sancti Spíritus.

## CONCLUSIONES

- El pH en el área con el sistema de medidas fue superior en 0,62 unidades, la materia orgánica en 0,23 %, y el fósforo y el potasio asimilables en 0,537 y 1,650 mg.100g de suelo<sup>-1</sup>.
- Los cationes intercambiables en el sistema de medidas fueron superiores para el Ca<sup>++</sup> en 2,36 cmol<sup>(+)</sup>.kg<sup>-1</sup>, el Mg<sup>++</sup> en 1,825 cmol<sup>(+)</sup>.kg<sup>-1</sup>, el K<sup>+</sup> en 0,07 cmol<sup>(+)</sup>.kg<sup>-1</sup>, la CCB en 4,245 cmol<sup>(+)</sup>.kg<sup>-1</sup> y la CIC en 2,955 cmol<sup>(+)</sup>.kg<sup>-1</sup>.
- Las propiedades físicas mejoraron con el sistema de medidas, la compactación y la densidad aparente disminuyeron en 8,85 N.cm<sup>-3</sup> y 0,031 g.cm<sup>-3</sup>, mientras la porosidad se incrementó en 5,57 %.
- El rendimiento de los cultivos de frijol (*Phaseolus vulgaris*), maíz

(*zea mayz*), fruta bomba (*Carica papaya*) y guayaba (*Psidium guajavaL*), se incrementaron en 0,30, 0,29, 10,44 y 2,80 t.ha<sup>-1</sup> respectivamente.

- Con la generalización del sistema de medidas, los costos de producción en la cooperativa disminuyeron en 17358,00 \$.ha<sup>-1</sup>, la rentabilidad aumentó el 9,66 %, el costo por peso de producción se redujo en 0,10 \$.ha<sup>-1</sup> y el salario medio aumento en \$102,95.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Amaro, J.E., Vilorio, J.A., Martínez, Y. (2015). *Resultados del manejo sostenible de tierras en la conservación y el mejoramiento de suelos degradados de la provincia de Pinar del Río, Cuba*. Congreso de Suelos 2015. Instituto de suelos. MINAG. Sociedad Cubana de la Ciencia del suelo. 1-5 Junio 2015. Palacio de Convenciones. La Habana, Cuba. ISBN. 978-959-296-039-8.
- Barrios, E. (2007). Soil biota, ecosystem services and land productivity. *Ecological Economics* (64), 269-285.
- Bengough, A.G., Bransby, M.F., Hans, J.; Mckenna, S.J., Roberts, T.J. and Valentine, T.A. (2006). *Root responses to soil physical conditions, growth dynamics from*

- feld to cell. Journal of Experimental Botany* (57), 437-447.
- Cabrera, E., Otero A.E., Gálvez, V., Márquez, E., Morejón, Y. (2007). Introducción de tecnologías sostenibles de manejo y uso de suelo, agua y sanidad vegetal en la cooperativa «Rigoberto Fuentes» de San Juan y Martínez en la provincia de Pinar del Río. *Avances*, 9(3). ISSN 1562-3297. Recuperado de: [www.ciget.pinar.cu](http://www.ciget.pinar.cu)
- Cabrera, E., Morejón, Y., Amaro, E. (2013). Tecnologías de manejo sostenible de suelo en la Cooperativa Jaime Vena de Pinar del Río. *Avances*, 15(4), 416-425. ISSN 1562-3297.
- Díaz, V. (2009). *Validación de un sistema de Manejo Agroecológico de un litosol de la cordillera de Guanigüanico. Estudio de caso Finca de Juan Alonzo, Pinar del Río, Cuba.* (Tesis en opción al título de Máster en Agroecología). Universidad de Pinar del Río. 82 p.
- Espada. O. (2010). *Influencia de tecnologías de manejo de suelo en un agroecosistema de la CCS Jaime Vena de San Juan y Martínez, provincia Pinar del Río, Cuba.* (Tesis en opción al título académico de Máster en Agroecología y Agricultura Sostenible). Universidad de Pinar del Río. 90 p.
- García, M. (2012). *Propuestas de plan de acción, encaminada al mejoramiento y la conservación de los suelos en la CPA «Celso Maragoto Lara» del municipio Pinar del Río.* (Tesis en opción al título académico de Máster en Agroecología y Agricultura Sostenible). Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca de Pinar del Río. 70 p.
- Hernández, A., Pérez, J.M., Bosh, D., Castro, N. (2015). *Clasificación de los suelos de Cuba.* (Congreso de Suelos). Palacio de Convenciones. La Habana, Cuba. Instituto de suelos, MINAG y la Sociedad Cubana de la Ciencia del suelo. 1-5 Junio 2015. ISBN. 978-959-296-039-8
- Instituto de Suelos. MINAG. *Catálogo de normas y procedimientos autorizados para uso en la Dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes, Pinar del Río.* (2011). Grupo de investigaciones. Control de la calidad. 85 p.
- Instituto de Suelos. Ministerio de la agricultura (2014). *Indicaciones prácticas para la conservación, mejoramiento y fertilización de suelos.* 2<sup>da</sup> edición, Agrinfor. 178 p. ISBN 978-959-246-214-4.
- Izaurrealde, R.C., Malhi, S.S., Nyborg, M., Solberg, E.D., Quiroga, M.C. (2006). Crop performance and

- soil properties in two artificially eroded soil in North-Central Alberta. *Agron. J.* 98(5), 1298-1311.
- Jagadamma, S., Lal, R., Rimal, B.K. (2009). Effects of topsoil depth and soil amendments on corn yield and properties of two Alfisols in central Ohio. *J. Soil and Water Cons.*, 64(1), 70-80.
- Kenny de la Rosa, M. de la C., Segredo Barroso, R. (2015). Impacto de la conservación de los recursos naturales. Caso de Estudio: CPA Cuba nueva, Sancti Spíritus. *Agricultura Orgánica*, 21(2), 2-3.
- Larney, F.J.; Janzen H.H.; Olson, B.M.; Olson, A.F. (2009). Erosion productivity soil amendment relationships for wheat over 16 years. *Soil and Tillage Research* 103(1), 73-83.
- Martínez, F., Calero, B.J., Nogales, R., Robesti, L. (2003). *Lombricultura. Manual práctico*. 1ra Ed. Asociación nacional de agricultores Pequeños. Instituto de Suelos. La Habana: Entrepueblos, GVC. Cuba. 98 p.
- ONCT. Oficina Nacional de Control Tierra. (2012). *Balance de la tierra*. Oficina provincial de control de la tierra. Delegación provincial de la agricultura. Pinar del Río, 50 p.
- Ordaz, A., Cabrera E., del Castillo, I. (2014). Tecnologías de manejo sostenible de suelos introducidas en el polígono. *Avances*, 16(4), 391-401. ISSN 1562-3297
- Pozo, C., (2016). *Efecto de las medidas antierosivas en un suelo fersialítico pardo rojizo en condiciones de policultivo en fincas de frutales de la Cooperativa Roberto Amaran*. (Informe final en opción al título de Especialista de post-grado en Fruticultura Tropical). Instituto de Suelos, Pinar del Río. 52p
- Riverol, M., Peña, F., Cabrera, E., León, G., Hernández, Llanes, C., Alfonso, C.A., Aguiar, Y., Fuentes, A. (2008). *Tecnología integral para el manejo de suelos erosionados*. Agrinfor, Instituto de Suelos, MINAG, La Habana, 39 p. ISBN: 959-246-072-9

*Avances journal assumes the Creative Commons 4.0 international license*