



Ciencia en su PC

ISSN: 1027-2887

manuela@megacen.ciges.inf.cu

Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago
de Cuba

Cuba

González-Guillot, Yeniseiki; Alarcón-Méndez, Claudio Osmar
**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO DE UN SISTEMA DE
PERMACULTURA Y UNA FINCA AGROECOLÓGICA EN EL MUNICIPIO SANTIAGO DE CUBA**

Ciencia en su PC, vol. 1, núm. 3, 2020, Julio-Septiembre, pp. 125-137

Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba

Cuba

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181365138008>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

LUZEM
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO DE UN SISTEMA DE PERMACULTURA Y UNA FINCA AGROECOLÓGICA EN EL MUNICIPIO SANTIAGO DE CUBA

EVALUATION OF THE PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF THE SOIL OF A PERMACULTURE SYSTEM AND AN AGROECOLOGICAL FARM IN THE MUNICIPALITY SANTIAGO DE CUBA

Autores:

Yeniseiki González-Guillot, yeniseiki@uo.edu.cu. Teléfono 22 656233¹

Claudio Osmar Alarcón-Méndez, alarcon@uo.edu.cu. Teléfono: 22 644090¹

¹Universidad de Oriente, Facultad de Ingeniería Química y Agronomía. Santiago de Cuba, Cuba.

RESUMEN

La investigación se desarrolló en dos unidades: un sistema de permacultura y una finca agroecológica en Santiago de Cuba, en el período de noviembre 2018 a abril 2019. El objetivo del trabajo fue analizar las características químicas y físicas de los suelos agrícolas. Se realizó una evaluación del impacto social y se verificó el comportamiento económico de la producción agrícola. Se tomaron muestras a 10 cm de profundidad. Se determinaron como propiedades químicas: pH, materia orgánica, fósforo extractado; potasio y contenido de nitrógeno; y como propiedades físicas: velocidad de infiltración, arena, arcilla y limo. Los datos para cada variable respuesta fueron sometidos a la Prueba de Student. Los principales resultados obtenidos mostraron que existieron diferencias significativas en cuanto a la conservación de los suelos del sistema de Permacultura sobre los de la finca agroecológica, que requieren acciones para recuperar la capacidad productiva y preservar este recurso.

Palabras clave: suelo, permacultura, finca agroecológica.

ABSTRACT

The research was developed in two units: a permaculture system and an agroecological farm in Santiago de Cuba, in the period from November 2018 to April 2019. The objective of the work was to analyze the chemical and physical characteristics of agricultural soils. An evaluation of the social impact was carried out and the economic behavior of agricultural production was verified. Samples were taken at a depth of 10 cm. The following chemical properties were determined: pH, organic matter, extractable phosphorus; potassium and nitrogen content; and as physical properties: infiltration rate, sand, clay and silt. The data for each variable answer were subjected to the Student's test. The main results achieved that there were significant differences regarding the conservation of the soils of the Permaculture system over those of the agroecological farm, which require actions to recover the productive capacity and preserve this resource.

Keywords: soil, permaculture, ageoecological farm.

INTRODUCCIÓN

Uno de los recursos más importantes para la vida en nuestro planeta es el suelo, ya que es el medio fundamental para la explotación agropecuaria y forestal. La producción de alimentos depende en un alto porcentaje del uso de los suelos. El suelo es un legado de la naturaleza, que cada día disminuye más. Todo esto ocasiona que el per cápita sea cada vez menor. Actualmente el área cultivable es tan solo el 11% de la superficie total terrestre (Martín, 2008). La degradación de suelos es un conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos que afectan la productividad de los ecosistemas. Los cambios producidos en el suelo por este proceso pueden llegar a ser irreversibles y tener consecuencias negativas desde el punto de vista social, económico, ecológico y político. El proceso de degradación se relaciona íntimamente con el uso inadecuado de los recursos agua, suelo, flora y fauna por el hombre (Augusto, 2005.)

Una de las causas principales de la degradación de los suelos en América Latina es, sin dudas, la aplicación de técnicas de labranzas inadecuadas, con el consiguiente deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos; la disminución de los rendimientos agrícolas y, más importante aún, el deterioro del medioambiente.

El presente estudio analizó las características físico-químicas con el objetivo de evaluar la degradación de los suelos agrícolas, para realizar una evaluación del impacto social y verificar el comportamiento económico de la producción agrícola en el período de octubre 2018- abril 2019.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona objeto de estudio

El trabajo se desarrolló en dos fincas particulares: en una se tuvieron en cuenta los principios de la Permacultura; en la otra, los de Agroecología.

El Sistema de Permacultura finca La República, con un área de 1.29 ha, pertenece a la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida (CCSF): Roberto Macías ubicada en el km 4 ½ Autopista Nacional, poblado La República, y en la finca particular Los Mangos, Micro 2, poblado Abel Santamaría, ambas en el municipio Santiago de Cuba.

Ambas se dedican a la producción integral agrícola-ganadera:

- Conservación y mejoramiento de suelos
- Biodiversidad funcional de plantas y animales en la finca
- Máxima interrelación producción agrícola y pecuaria

Cuentan entre los principales renglones animales: ganado bovino, porcino, avícola, ovino-caprino y la piscicultura. En el componente vegetal tienen áreas de pastos, hortalizas, viandas, granos y frutales. El Sistema de Permacultura cuenta con un biodigestor, un área para la lombricultura y realizan compost. Todo esto para el cierre de ciclo, lo cual no genera desechos en el sistema.

Métodos experimentales

Este estudio se realizó en dos áreas de producción diversificadas, en donde se evaluó la degradación de suelos para proponer estrategias de remediación y recuperación de los suelos agrícolas de un sistema de Permacultura y 1 Finca particular agroecológica en Santiago de Cuba. Se tomaron muestras a 10 cm de profundidad, se compararon características relacionadas con la fertilidad en suelos. A la muestra de suelo se les midió el peso de partículas menores a 2 mm (suelo), pH, materia orgánica (MO). Por el Método de Colorimetría se determinó presencia de fósforo extractable (PE). Además de potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) intercambiables y textura según norma oficial en ambas fincas. Adicionalmente en cada sitio se midió la conductividad en (Ms) y la velocidad de infiltración de agua con el método del doble cilindro. Se realizó el análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey ($p=0.05$) para identificar los cambios promovidos.

Los resultados de este trabajo radicaron en que se evidencia la necesidad de tomar medidas convenientes para evitar la degradación física y química de los suelos cultivados, con el propósito de preservar este recurso y mantener su productividad.

Levantamiento de muestras

Las muestras de suelo fueron tomadas a una profundidad de 0-10 cm, estrato en el que se encuentra el 86 % de las raíces absorbentes de las plantas (Carvajal, 1984).

En cada predio las propiedades físicas fueron medidas en 5 repeticiones, para el caso de las propiedades químicas se obtuvo una muestra compuesta de suelo a partir de la mezcla de 5 submuestras tomadas aleatoriamente en las 4 esquinas y en el centro del sitio, buscando que fuera una muestra lo más representativa del sitio.

La recogida y evaluación de los datos se realizó en el período comprendido entre noviembre 2018 y abril 2019.

Se obtuvieron los datos climáticos de la zona objeto de investigación en el Centro de Meteorología del Citma.

Evaluación del impacto social

Al respecto se realizaron cuatro acciones:

1. Antes de iniciar la investigación encuesta a los propietarios y obreros de ambas unidades.

Objetivo: evaluar el dominio que tenían sobre las acciones para minimizar la degradación físico-química de los suelos y/o sobre medidas agroecológicas de conservación de suelos agrícolas que aplican en los subsistemas agrícolas.

2. Después de terminada la investigación encuesta a los propietarios y obreros en ambas unidades.

Objetivo: determinar la efectividad de las acciones prácticas para minimizar la degradación físico-química de los suelos y/o sobre medidas agroecológicas de conservación de suelos agrícolas que aplican en los subsistemas agrícolas, así como también el dominio que tenían de este aspecto.

3. Taller No.1

Tema: Cómo implementar acciones para mitigar el efecto del cambio climático en ecosistemas terrestres.

Ofrecida por: Msc. Yanet Cruz Portorreal, Centro de Estudios de Ecosistemas Ambientales de la Universidad de Oriente.

4. Taller No.2

Tema: Conservación del recurso suelo, medidas agroecológicas y técnicas apropiadas.

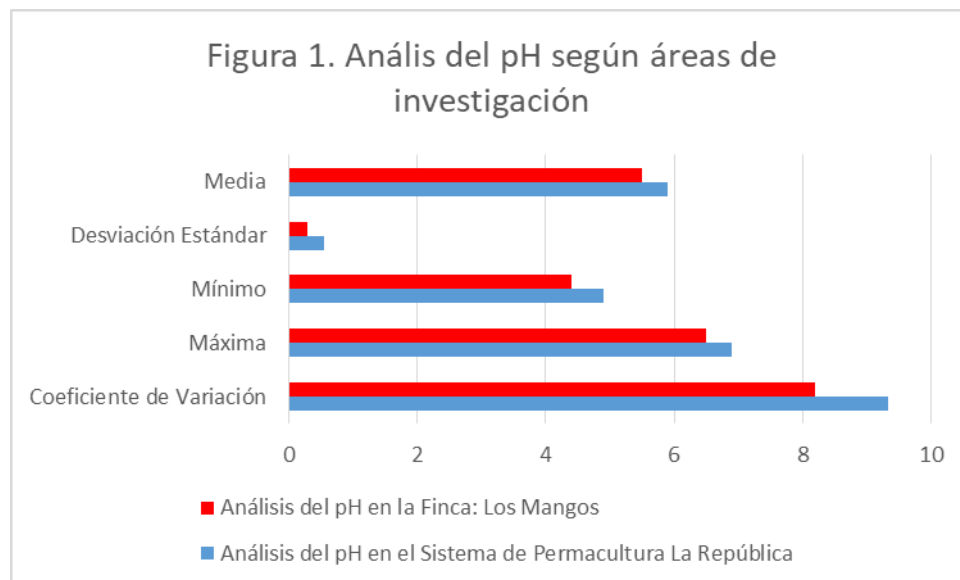
Ofrecida por: Ing. Yeniseiki González Guillot, Departamento de Agronomía, Universidad de Oriente, graduada de Diseño en Permacultura de la Fundación Antonio Núñez Jiménez de la Naturaleza y el Hombre.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables meteorológicas durante el período experimental de octubre/2018 a abril/2019 fueron obtenidas en el Centro de Meteorología del Citma, provincia Santiago de Cuba. Estas mostraron que en los primeros meses hubo un ligero incremento de las temperaturas máximas, aunque las temperaturas mínimas nocturnas fueron favorables. Las precipitaciones fueron bajas e igualmente la humedad relativa.

El pH del suelo

Los datos indicaron una acidez generalizada en el suelo, ya que tanto en el Sistema de Permacultura La República como en la finca agroecológica Los Mangos la mayoría de los suelos se consideran como moderadamente ácidos, con valores de pH entre 6.5 - 6.9 con un coeficiente de variación menor del 10 %, en los dos casos. Esta acidez generalizada se atribuye al material parental que dio origen a los suelos (Figura 1).



Fuente: Autores

Según Molina (1999), la acidez presente en el suelo corresponde a la concentración de iones de hidrógeno en disolución, extraída de la mezcla de suelo y agua o del suelo y una disolución extractora. El nivel de acidificación se ha incrementado por varios factores:

- Pérdida de la capa arable por erosión.
- Extracción de nutrientes en sistemas de cultivo intensivo.

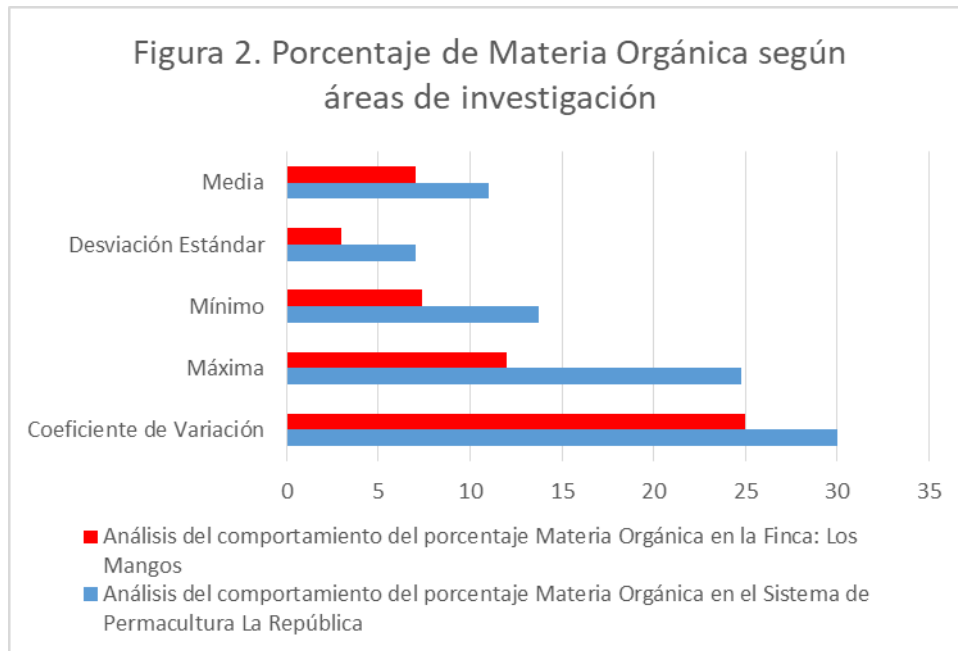
- Efecto residual ácido de fertilizantes nitrogenados amoniacales.
- Manejo inadecuado del encalado.
- Deforestación y habilitación para el cultivo de suelos ácidos.
- Escaso uso de técnicas de diagnóstico de la fertilidad de los suelos.

También Salas (2002) refirió sobre la acidez del suelo que los protones del suelo tienen diferentes orígenes. En los suelos ácidos estas fuentes pueden ser la hidrólisis del CO₂, proveniente de la respiración de los microorganismos, la hidrólisis de cationes metálicos, los grupos ácidos y alcohólicos de la materia orgánica, los grupos OH de las láminas de los aluminosilicatos y los fertilizantes. Igualmente, al suelo pueden llegar ácidos fuertes provenientes de contaminantes como la lluvia ácida y vertidos industriales. En los suelos alcalinos los valores altos de pH se deben, generalmente, a la presencia natural de carbonatos y bicarbonatos. Estos también pueden ser aportados por la contaminación de polvos provenientes de industrias del cemento y por las aguas de riego.

Materia orgánica

Los suelos en el Sistema de Permacultura presentaron el promedio más alto de Materia Orgánica (MO), con un 10.6 % (± 5.9,) en comparación con la finca, que se comportó con un 7.06 % (± 2.3).

El valor máximo de MO encontrado en la finca fue de 12.1 %, por mucho inferior a los valores máximos encontrados en el Sistema de Permacultura de 24.8 % (Figura 2).



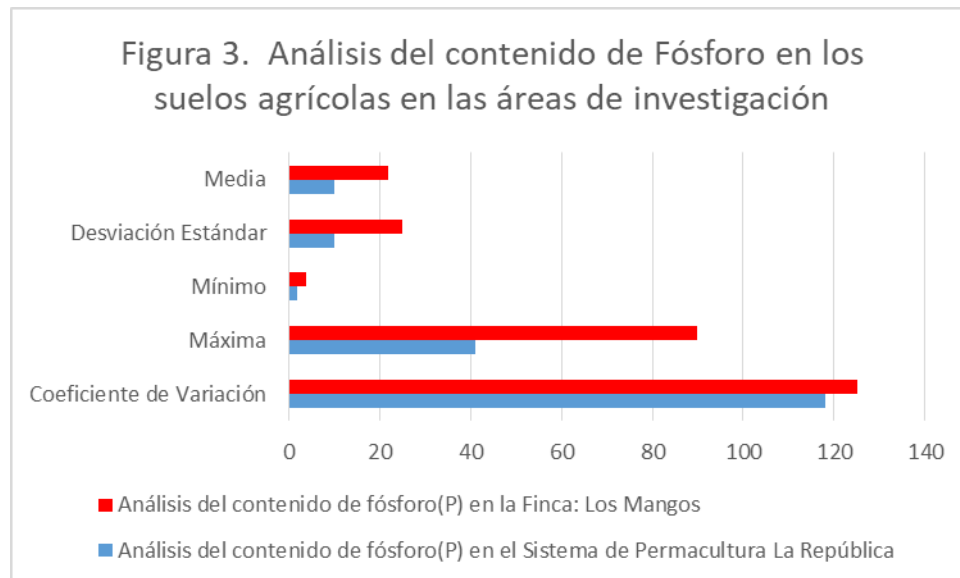
Fuente: Autores

La prueba de T de Student indicó diferencia altamente significativa (probabilidad=0.0009) entre los suelos. Utilizando los criterios de clasificación propuestos por la NOM-021-SEMARNAT-2000 (México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002), se clasificaron los suelos de acuerdo con su contenido de MO y se observa que el Sistema de Permacultura es de 88 % y se ubica en las categorías de medio, alto y muy alto; mientras que en la finca agroecológica el 80 % se ubica en la categoría de medio, bajo y muy bajo. Según Bernal (2015), los fenómenos de absorción de la materia orgánica también afectan algunas propiedades físicas muy importantes del suelo, lo cual favorece la formación de agregados individuales, reduce la agregación global del suelo y disminuye la plasticidad de este.

A pesar de ser la fracción menor de la composición del suelo, la materia orgánica es el componente principal que determina la calidad y productividad del suelo. La fertilidad, la disponibilidad de agua, la susceptibilidad a la erosión, la compactación, e incluso la resistencia de las plantas a los insectos y las enfermedades dependen en gran medida de la materia orgánica del suelo.

Fósforo

En general presenta alta variabilidad. Sin embargo, el 11.1 ppm contenido en el suelo de la finca agroecológica es inferior al que presenta el Sistema de Permacultura de 27.8 ppm (Figura 3).



Fuente: Autores

Similar resultado obtuvo Ramírez (2015) al comparar los contenidos de fósforo en suelos vírgenes contra suelos sembrados de maíz y café, según su uso en la Microcuenca La Suiza, Torreón, México.

El nivel del fósforo en los análisis de suelos da una medida de la capacidad del suelo para suministrar fósforo a la solución del suelo. Este nivel es, en realidad, un índice que ayuda a predecir los requerimientos de los fertilizantes fosfatados de los cultivos. Por ejemplo, un resultado de 25 ppm de fósforo obtenido por el método de análisis Olsen puede tener una interpretación diferente del mismo resultado obtenido por el método Bray (Guecaimburu, 2019)

Contenido de Potasio

La Tabla 1 muestra la clasificación de los suelos según el nivel de Potasio y comportamiento en las áreas de investigación.

Tabla 1. Clasificación de los suelos según el nivel de Potasio y comportamiento por áreas de investigación

Clase	Contenido K (meq/100g)	Parámetros	Sistema de Permacultura La República	Finca Los Mangos
Muy bajo	<0.2	Media	0,6	0,7
Bajo	0.2-0.3	Desv. Stand	0,215	0,222
Medio	0.3-0.6	Min	0,3	0,5
Alto	>0.6	Max	1,1	1,1
		C.V. (%)	30.00	25.00
T de Student (probabilidad)				
Sistema de Permacultura vs finca agroecológica			0.055509733	

Fuente: NOM-021-SEMARNAT-2000 (México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002)

Los valores obtenidos son favorables, ya que se ubican en la categoría de media y alto según la NOM-021-SEMARNAT-2000 (México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002).

Contenido de Nitrógeno

En la Tabla 2 se muestra el análisis del contenido de nitrógeno (N) en los suelos de las áreas de investigación.

Según la NOM-021-SEMARNAT-2000 (México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002) los contenidos de nitrógeno en ambas fincas tienen un comportamiento similar, ya que se ubican en la categoría de suelos muy ricos por presentar una probabilidad=0.5 %.

Tabla 2. Análisis del contenido de nitrógeno (N) en los suelos de las áreas de investigación

Parámetros	Sistema de Permacultura La República	Finca Los Mangos
Media	13,2	9
Desv. Stand	15,3	11
Min	7,9	7
Max	15,8	14
C.V. (%)	11,47	11,03
	T de Student (probabilidad)	
Sistema de Permacultura vs finca agroecológica		0.555088722

Fuente: Autores

Análisis de las propiedades físicas de los suelos agrícolas

Tabla 3. Velocidad de infiltración (mS)

Parámetros	Sistema de Permacultura La República	Finca Los Mangos
Promedio	28,42	7.89
Min	13,87	3,12
Max	14,55	4,76
C.V. (%)	6,15	7,30
	T de Student (probabilidad)	
Sistema de Permacultura VS finca agroecológica		0.005900161

Fuente: autores

La diferencia promedio de los tiempos de infiltración fueron estadísticamente significativos probabilidad= 0.0059 (Tabla 3).

Según Jaurixje (2013), el suelo lleva a cabo funciones ecológicas de vital importancia, como absorber, retener y suministrar agua para la vegetación o cultivos que sustenta, por lo que las informaciones sobre las propiedades hídricas del suelo son fundamentales en la determinación de la calidad del sitio. La materia orgánica y la textura del suelo (proporción de partículas finas) son

determinantes en sus propiedades físico-químicas y, consecuentemente, en la fertilidad y capacidad de retención de agua debido a la descompensación de cargas eléctricas presentes en la arcilla y humus (Tabla 4).

Tabla 4. Textura del suelo

Parámetros	Sistema de Permacultura La República		Finca Los Mangos	
	Media	Des. Stand.	Media	Desv. Stand.
Arena	40	13,4	28,8	12,4
Arcilla	28,1	9,2	35	7,7
Limo	31,9	7	36,3	7,1
Total	100		100	

Fuente: autores

La diferencia en los contenidos de Limo fue estadísticamente significativa para los suelos del Sistema de Permacultura versus finca agroecológica con una probabilidad=0.05. Para el caso de las arcillas hubo diferencias altamente relevantes probabilidad=0.18 e igualmente en el contenido de arena.

Los estudios sobre los procesos de cambio en la cobertura y uso del suelo son actualmente el centro de atención de la investigación ambiental, ya que la mayor parte de los cambios ocurridos en ecosistemas terrestres se debe a la conversión de la cobertura del suelo por los diferentes usos, proceso usualmente englobado en lo que se conoce como deforestación o degradación forestal, asociado con impactos ecológicos importantes en prácticamente todas las escalas (Bocco *et al.*, 2000).

En el aspecto social el sistema de Permacultura cumple con el principio ético del cuidado de las personas, participa el 100 % de sus miembros en la toma de decisiones y en capacitaciones. Además, existe mayor predominancia de las mujeres, quienes realizan los quehaceres del hogar y son parte activa en la toma de decisiones y el trabajo agrícola. En la finca agroecológica no se toma en cuenta la presencia del hombre o la mujer para la toma de decisiones en las áreas agrícolas y pocos miembros reciben capacitación.

En cuanto al aspecto económico en ambas áreas de producción se comportó con resultados similares a años anteriores de sus respectivos indicadores

económicos en cuanto a la producción de tomate, y en frijol en el caso del sistema de Permacultura en el período de octubre 2018- abril 2019 de investigación. El Sistema de Permacultura generó por venta de tomate \$ 6 230 pesos y tuvo un ahorro económico de \$1 160, lo cual favoreció a la familia y los trabajadores por consumo de frijol negro. Sin embargo, la finca obtuvo \$4 840 pesos por venta de tomate, sin tener otro beneficio del área destinada para la investigación.

CONCLUSIONES

Tanto los indicadores químicos como físicos de los suelos evaluados en la investigación, así como los impactos social y económico, se vieron favorecidos en el sistema de permacultura versus la finca agroecológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Augusto, B.P. (2005). *Evaluación preliminar del estado de contaminación en suelos de la provincia del Neuquén donde se efectúan actividades de explotación hidrocarburífera* (Tesis de licenciatura). Escuela Superior de Salud y Ambiente, Universidad Nacional del Comahue.

Bernal, A. (2015). Características de los suelos y sus factores limitantes de la región de murgas, provincia La Habana. *Cultivos tropicales*, 36(2), 30-40. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362015000200005&lng=es&nrm=iso

Bocco, G., & Velázquez, A., & Torres, A. (2000). Ciencia, comunidades indígenas y manejo de recursos naturales. Un caso de investigación participativa en México. *Interciencia*, 25(2), 64-70 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=339/33904403>

Carvajal, J.F. (1984). *Cafeto-Cultivo y Fertilización*. <https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/65-carvajal-cafeto-cultivo-y-fertilizacion.pdf>.

Guecaimburu, J.M., Vázquez, J.M., Tancredi, F., Reposo, G.P., Rojo, V., Martínez, M., Introcaso, R.M. (2019). Evolución del fósforo disponible a distintos niveles de compactación por tráfico agrícola en un argiudol típico. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 35(1), 81-89. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902019005000203>

Jaurixje, M.T. (2013). Propiedades físicas y químicas del suelo y su relación con la actividad biológica bajo diferentes manejos en la zona de Quíbor, estado Lara. *Bioagro*, 25(1), 47-56. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=857/85726736002>

Martín, A.N. (2008). El suelo y su fertilidad. Universidad Agraria de La Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez” Facultad de Agronomía. Departamento de Riego, Drenaje y Ciencias del Suelo. Disciplina: Manejo de Suelo y Agua. Asignatura: Ciencias del Suelo. <https://docplayer.es/49742686-El-suelo-y-su-fertilidad.html>.

Molina, E. (1999). *Acidez y encalado de los suelos*. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/libros/Acidez%20y%20encalado%20de%20suelos,%20libro%20por%20J%20Espinosa%20y%20E%20Molina.pdf>

Ramírez Vilchis, C. (2015). Degradación de las propiedades físicas y químicas del suelo según su uso en la Microcuenca La Suiza (Tesis en opción al Grado de Maestro en Ciencias Agropecuarias). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, México.

https://www.researchgate.net/publication/293810969_Degradacion_de_propiedades_fisicas_y_quimicas_del_suelo_segun_su_uso_en_la_Microcuenca_la_Suiza

Salas, R.E., Smyth, Thomas J., Alpízar, D., Boniche, J., Alvarado, A. & Rivera, A. (2002). Corrección de la acidez del suelo con Ca y Mg y su efecto en el desarrollo del sistema radical del palmito en la etapa de previvero. *Agronomía Costarricense*, 26(2), 87-94. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=436/43626208>.

México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2002). Norma oficial mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/DO2280n.pdf>

Recibido: 18 de febrero de 2020

Aprobado: 14 de mayo de 2020